

# e80<sup>3</sup> Subprojekt 4: Demonstrationsgebäude

Leitprojekt: e80<sup>3</sup>-Gebäude – K. Höfler  
Sanierungskonzepte zum D. Venus  
Plus-Energiehaus mit W. Sacherer  
vorgefertigten  
aktiven Dach- und  
Fassadenelementen,  
integrierter Haustechnik  
und Netzintegration

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 42/2015

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# e80<sup>3</sup> Subprojekt 4: Demonstrationsgebäude

Leitprojekt: e80<sup>3</sup>-Gebäude – Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen, integrierter Haustechnik und Netzintegration

DI Dr. Karl Höfler, DI David Venus  
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Dir. Ing. Wolfram Sacherer  
Gem. Wohn- u. Siedlungsgenossenschaft ennstal

Gleisdorf, Juni 2014

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie





## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse [www.HAUSderZukunft.at](http://www.HAUSderZukunft.at) Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

---



# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	9
Abstract.....	13
1 Einleitung.....	16
1.1 Allgemeine Einführung in die Thematik.....	16
1.2 Ausgangssituation / Motivation des Projektes .....	16
1.3 Zielsetzung des Projekts.....	18
2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt .....	19
2.1 Beschreibung des Standes der Technik.....	19
2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema.....	19
2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts).....	21
2.4 Verwendete Methoden.....	21
2.5 Beschreibung der Vorgangsweise und der verwendeten Daten mit Quellenangabe, Erläuterung der Erhebung (nur überblicksartig, Details in den Anhang!).....	22
3 Ergebnisse des Projektes .....	24
3.1 Ausgangssituation / Motivation des Projektes .....	24
3.2 Zielsetzung des Projektes.....	24
3.3 Beschreibung Herausforderungen im Zusammenhand mit der Erreichung der geplanten Ziele .....	25
3.4 Beschreibung der Ergebnisse und Meilensteine .....	25
3.4.1 AP1: Wissenschaftliche Projektbegleitung, Koordination und Dokumentation .....	25
3.4.2 AP2: Optimierung Plus-Energiekonzept .....	26
3.4.3 AP3: Generalplanung des Projektes.....	42
3.4.4 AP4: Umsetzung und Realisierung des Projektes.....	69
3.4.5 AP5: Qualitätssicherung in der Planung .....	81
4 Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms.....	86
4.1 Einpassung in das Programm.....	86
4.2 Beitrag zum Gesamtziel des Programms.....	86
4.3 Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt.....	87
4.4 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse.....	87

5	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen .....	89
5.1	Erkenntnisse für das Projektteam .....	89
5.2	Weitere Vorgangsweise .....	90
5.3	Weitere Zielgruppen .....	91
6	Ausblick und Empfehlungen .....	92
7	Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis .....	93
7.1	Literaturverzeichnis.....	93
7.2	Internetquellen.....	96
7.3	Anmerkung: Literaturangaben für Zitate.....	96
8	Anhang.....	98

# Kurzfassung

## Ausgangssituation/Motivation

Die Kombination von vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodulen an einem Praxisbeispiel als zukunftsweisende Sanierungsmöglichkeit (Leuchtturmprojekt) ist derzeit in Österreich noch nicht umgesetzt worden.

Es wurden daher einerseits, die vorgefertigten aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikgrundmodule im Pilotprojekt eingesetzt, um diese Entwicklung nach der Evaluierung zu einem serienreifen Produkt werden zu lassen und andererseits eine Umsetzung durch die Nutzung der Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund zu erzielen.

Plus-Energie-Konzepte sind vereinzelt im Neubaubereich umgesetzt, deren Evaluierung ist aber noch nicht durch eine harmonisierte Begriffsbestimmung oder Bilanzierungsmethodik belegt. Durch die optimierte Konzeptentwicklung für netzintegrierte Plus-Energiegebäude war eine wirtschaftliche Umsetzung in diesem Demonstrationsprojekt in der Sanierung möglich.

## Inhalte und Zielsetzungen

Vorrangiges Ziel im Demoprojekt (SP4) war es einerseits, die vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikgrundmodule im Pilotprojekt einzusetzen, um diese nach der Evaluierung zu einem serienreifen Produkt werden zu lassen und andererseits eine Umsetzung durch die Nutzung der Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund.

Eine Umsetzung auf sämtliche Gebäude dieser Epochen (Serienfertigung) ist das Ziel.

Konkrete Projektziele waren:

- Umsetzung der aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikmodule
- Optimierung des Gebäudes mit innovativem Energie- und Verteilkonzept
  - Reduktion des Energieverbrauches um mehr als 80%
  - Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 80%
  - Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch größer als 80%
- Optimierung des Energiekonzeptes durch die Nutzung der vorhandenen Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund
- Bewusstseinsbildung für eine nachhaltigen energieeffiziente Nutzung der Wohnungen bei BewohnerInnen und Hausverwaltung
- Aufbereiten der Ergebnisse für Folgeprojekte und Sichtbarmachen der Erfolge national und international

## **Methodische Vorgehensweise**

In AP 1 wurde die wissenschaftliche Projektbegleitung von AEE INTEC übernommen, mit der Zielsetzung eine Optimierung der Ergebnisse für das Technologieprogramm Haus der Zukunft Plus zu erreichen und zwischen praktischer Umsetzung und wissenschaftlicher Arbeit eine optimale Kommunikation herzustellen (Koordination außerhalb des LPM-Tätigkeit).

Zusätzlich wurden Publikations- und Verbreitungsaktivitäten zur Sichtbarmachung der Ergebnisse und Erfahrungen durchgeführt.

In AP 2 „Optimierung Plusenergiekonzept“ wurde die wissenschaftliche Basis für die Erreichung einer positiven Plusenergiebilanz u.a. mittels geeigneten Simulationen/Berechnungen erarbeitet.

In AP 3 wurde die Ausführungsplanung finalisiert und entsprechend dokumentiert. Hierzu wurden die Methoden Planung sowie Planungsbesprechungen zwecks Konkretisierung und Abstimmung herangezogen.

Im Zuge von AP 4 wurden die geplanten Maßnahmen baulich umgesetzt und die entwickelten Systemlösungen realisiert. Ergebnis ist die Umsetzung einer Wohnhaussanierung zum Plus-Energiegebäude.

In AP 5 „Qualitätssicherung“ wurden die TQ – Kriterien aufgezeigt und in der Planung integriert. Zusätzlich wurden begleitende Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Planung um Umsetzung durchgeführt.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

In AP1 erfolgte die wissenschaftliche Projektbegleitung, Koordination und Dokumentation des Demonstrationsprojektes durch regelmäßige Baubesprechungen mit den beteiligten Gewerken.

In AP2 erfolgte die Optimierung des Plus-Energiekonzeptes im ersten Schritt durch die Berechnung des Energieausweises nach OIB Richtlinie 6 (2007 und 2011). Diese Berechnung war einerseits für die Baueinreichung (AP3) notwendig, andererseits bildete sie aber auch die Ausgangslage zur Kalkulation der Plus-Energiebilanz. Neben der Energieausweisberechnung wurde des Weiteren eine dynamische Gebäudesimulation mit dem Programmpaket TRNSYS 17 durchgeführt. Detailliertere Aussagen zur thermischen Qualität der Gebäudehülle sowie Aussagen zum Temperaturverhalten in der Musterwohnung (Top 15) waren dadurch möglich. Die Erhebung des Stromverbrauchsparpotenzials (sowohl Haushalts- als auch Technikstrombedarf) sowie die Festlegung der Haushaltsgeräte der Musterwohnung erfolgten ebenfalls im AP2 mit dem Ziel der Optimierung der Plus-Energiebilanz. Schlussendlich wurde im AP2 die Plus-Energie-Bilanzierung für das Demonstrationsgebäude durchgeführt. Als Grundlage dienten dazu die vorhin genannten Berechnungen sowie die im Subprojekt 2 entwickelte Bilanzierungsmethode. Als Ergebnis konnten die erforderlichen Flächen der aktiven Energieerzeugung vor Ort bestimmt werden.

In AP3 wurde die Generalplanung, in Abstimmung auf die Anforderungen des zukünftigen Gebäudes zur Erreichung der Ziele des übergeordneten Leitprojektes, durchgeführt. Ebenso wurden die erforderlichen Unterlagen für die Baubewilligung erstellt und aufbereitet (z.B. Einreichpläne, bauphysikalische Berechnungen, etc.). Die Ausführungs- und Detailplanung der Lüftung (vier verschiedene Lüftungssysteme werden in einem Gebäude getestet!), Heizung/Brauchwarmwasserbereitung, Photovoltaik und Elektroinstallationen wurden gleichfalls von den ProjektpartnerInnen und FachplanerInnen durchgeführt. In den erstellten Ausschreibungsunterlagen bzw. Leistungsverzeichnissen wurden Kriterien zur Qualitätssicherung festgelegt.

Der offizielle Start der Sanierung des Demonstrationsprojektes, und somit auch des AP4, wurde am 28. März 2012 mit einer Spatenstichveranstaltung und gleichzeitiger Probemontage des Fassadenprototyps gefeiert. Die Montage der Fassaden- und Haustechnikmodule des 1. BA wurde Mitte Oktober 2012 durchgeführt. Die Fertigstellung und Übergabe der Wohnungen des 1. BA konnte mit Ende April 2013 abgeschlossen werden. Der Umzug der BewohnerInnen wurde fortlaufend sozialwissenschaftlich begleitet. Ebenso erhielten die BewohnerInnen bei deren Einzug eine Einschulung bzw. Information zur Bedienung der Heizung / Brauchwarmwasserbereitung und der mechanischen Lüftungsanlage. Am 06. Mai 2013 erfolgten die Abbrucharbeiten des Daches der zweiten Gebäudehälfte, was gleichzeitig den Baubeginn des 2. BA darstellte. Nach ca. 1 Jahr Bauzeit konnte Mitte Mai 2014 auch der 2. Bauabschnitt fertiggestellt und den BewohnerInnen übergeben werden. Die offizielle Eröffnung mit Fr. BM Doris Bures fand am 17. Juli 2017 in einem feierlichen Rahmen statt.

AP5 beinhaltete die Qualitätssicherung in der Planungsphase. Diese wurde durch eine gezielte Anforderungsdefinition in der Ausführungsplanung und in den Leistungsverzeichnissen, vor allem auch hinsichtlich Ökologie und Baubiologie, sichergestellt. Zugleich wurde eine ÖGNB-Bewertung mit TQB durchgeführt. Dabei konnten 867 Punkten von 1000 Punkten erreicht werden. Das Planungszertifikat wurde im Zuge des Richtfests am 27. November 2012 an die Gebäudeeigentümerin übergeben. Zur Qualitätssicherung in der Bauphase wurden neben den zahlreichen Baubesprechungen und der TQB-Planungszertifizierung auch diverse Messungen zum nachweislichen Beleg der Erfüllung der definierten Anforderungen herangezogen. Dabei wurden Blower-Door-Tests zur Feststellung der Luftdichtheit der Gebäudehülle, Untersuchungen der Raumluft auf Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen (VOC) sowie Schallmessungen durchgeführt.

## **Ausblick**

Die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich vorgefertigte Fassaden- und Haustechnikmodule, sowie einer Plusenergiesanierung eines Mehrfamilienwohnhauses werden in weiterführenden Forschungsvorhaben als Basiswissen verwendet. Darauf aufbauend wurden weitere Forschungsansuchen bezüglich Integration von weiteren Haustechnikkomponenten in der vorgefertigten Fassade bzw. Optimierung der Fassaden- und Haustechnikmodule eingereicht und teilweise schon genehmigt. Ebenso wurden die Ergebnisse z.B. im

laufenden IEA EBC Annex 56 eingebracht und international verbreitet bzw. bekannt gemacht. Auf zahlreichen Newslettern und Veröffentlichungen erscheint dieses Demoprojekt als Titelbild mit Vorbildcharakter. Auf zahlreichen nationalen und internationalen Konferenzen wurde dieses Projekt einem Fachpublikum vorgestellt.

National und international wird der vorgefertigten Fassade mit einer Haustechnikintegration in der Sanierung großes Zukunftspotential vorausgesagt.



# Abstract

## Starting point/Motivation

The combination of pre-fabricated façade modules and modules for building services as an advanced opportunity for the retrofit of buildings has not been implemented in any case in Austria by now.

On the one hand the pre-fabricated active and passive facade modules and the modules for the building services should be used in the pilot-project to develop them, after their evaluation, to get ready for series production. On the other hand the implementation leads by using the heat and electricity grid to a plus-energy-building.

A few plus-energy-concepts have been realized at new buildings, but the evaluation of these buildings is influenced by non-harmonized definitions and methods for balancing. By the optimized development of the concepts for net-integrated plus-energy-buildings an economic implementation of the demonstration project in the retrofit was possible.

## Contents and Objectives

Main objective of the subproject demo-project (SP4) was the implementation of the developed active and passive façade and building service modules in practice and to evaluate and test them in a demonstration project in Kapfenberg.

An additional objective is to apply this concept to all buildings of this era (serial production).

Specific project aims were:

- Realization of the active and passive facade modules and modules for the building services
- Optimization of the building through an innovative energy supply and disposal concept:
  - 80% reduction of the energy demand
  - 80% reduction of the CO<sub>2</sub> emissions
  - 80% renewable energies based on the total energy consumption of the building
- Optimization of the energy concept by using the existing heat and electricity grids to plus-energy
- Raising awareness of the residents and the property management for sustainable energy efficient usage of the apartments
- Preparation of the results for following projects as well as for the national and international dissemination

## Methods

In WP1 project partner AEE INTEC was responsible for the scientific project monitoring with the aim to achieve an optimisation of the results for the scientific program “Haus der Zukunft Plus” and to establish an optimal communication between practical implementation and scientific research

Additionally dissemination activities were carried out to visualise the results and the experiences.

In WP2 the scientific basis for the “plus energy network” was developed by using appropriate simulations and calculations.

In WP3 the detailed design was done and documented. Therefore the methods design and planning meetings for ascertainment and coordination were used.

In WP4 the planned measures were implemented and the system solutions were realised. The result is the retrofit of a residential building to a plus-energy building.

In WP5 the criteria for the TQ-assessment were demonstrated and included in the design phase. Additionally quality assurance measures in the planning phase as well as in the implementation phase were carried out.

## Results

In WP1 the scientific support, the coordination and the documentation of the demonstration project were done by regular meetings with all involved professionals.

In WP2 first of all the calculation of the energy performance of the building according to OIB guideline 6 (2007 and 2011) to optimise the plus-energy concept was performed. This calculation was necessary for the application of the building permit and also formed the basis for the first calculation of the plus-energy balance. Besides this calculation also a dynamic building simulation with TRNSYS 17 was carried out that allowed a detailed statement about the thermal quality of the building and the room temperatures in a particular apartment (“show flat”). In WP2 also the potential for the reduction of the electricity consumption was illustrated and the white goods for the show flat were defined. Finally the plus-energy balance of the demonstration project was calculated. As a result the necessary areas for the active energy production on-site could be determined.

In WP3 the overall planning of the demonstration project was done, always focused on the requirements of the building to reach the set objectives of the key project “e80^3”. Also the necessary documents for the application of the building permit were prepared. The detailed planning of the mechanical ventilation (four different ventilation systems are tested in this demonstration building!), the heating and hot water supply, the photovoltaic power plant and the electrical installations was also done in WP3. Tender documents and specifications were created as well.

The official start of the retrofit of the demonstration project, and also the start of WP4, was on the 28th of March, 2012 with the ground-breaking ceremony and a test assembly of the façade prototype. The installation of facades and HVAC modules was carried out mid October 2012. The first construction phase was finished at the end of April 2013. Shortly afterwards the new tenants could move into the new apartments of the first construction phase. As part of the relocation the residents were accompanied by social scientist as well as they were informed und instructed about the heating and ventilation system in their apartments. The second construction phase was started on the 06th of May, 2013 with the demolition of the roof. The second construction phase took about one year and so the construction phase was completed in mid-May 2014 and the apartments could be handed over also in May 2014. The official opening was celebrated with Ms Doris Bures, Federal Minister of Transport, Innovation and Technology, on the 17<sup>th</sup> July 2014.

WP5 included the quality assurance in the planning stage. Therefore specific requirements in the detailed planning were defined and included in the tender documents. The focus was among other things on the ecology and the building biology. At the same time an ÖGNB-assessment with TQB was performed. Thereby 867 points out of 1000 points were achieved. The certificate was hand over to the building owner at the topping out ceremony. Besides the ÖGNB-assessment also other measurements were carried out for the quality assurance. For example: Blower-Door-Test to check the airtightness of the building, an investigation of the indoor air regarding formaldehyde and volatile organic compounds (VOC) and sonic measurements.

## **Prospects / Suggestions for future research**

The knowledge gained from this project regarding the prefabricated façade modules, the prefabricated modules for the building services as well as the renovation of a residential building to a plus-energy building, will be used in further research projects. Based on this results proposal for research projects including the integration of additional components of the building services in the prefabricated façade resp. the optimisation of the façade modules and the modules for the building services were submitted and partly approved yet.

Furthermore the results of this project were for example also discussed and disseminated in the ongoing IEA EBC Annex 56. In numerous newsletter and publications this demonstration project is on the front page and national and international congresses were used to present the demonstration project to the expert audience.

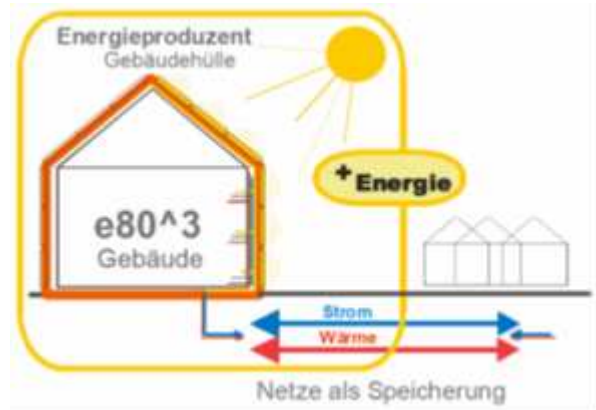
On the national and international level a high potential for building renovations with prefabricated façade modules and integrated building services is predicted in future.

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeine Einführung in die Thematik

Ziel des übergeordneten Leitprojektes war die Entwicklung hochwertiger Sanierungskonzepte für Plus-Energiehäuser und die Umsetzung in einem Demoprojekt. Durch die hochwertige thermische Sanierung der Außenhülle mit Passivhauskomponenten und einer gleichzeitigen Integration von energieerzeugenden Aktivelementen (Thermische Kollektoren, PV) und einer Netzintegration für Strom und Wärme als Speicherfunktion ist ein Plus-Energiegebäude in der Sanierung möglich.

Dies bedeutete die Auswahl von Demonstrations- und Umsetzungsprojekten mit optimalem Sanierungspotenzial aufzuzeigen und auszuwählen.



Dazu war es auch erforderlich, einen wirtschaftlich optimierten Prototypen für Fassaden- und Haustechnikmodule zu entwickeln. Die Erprobung und Umsetzung erfolgte in einem Demoprojekt. Somit konnte eine Alternative für das Wärmedämmverbundsystem in der Sanierung geschaffen werden.

Rund zwei Jahre dauerte die hochwertige Sanierung des Demonstrationsgebäudes „Johann-Böhm-Straße Kapfenberg“ zum Plus-Energiegebäude. Das Wohngebäude aus den 1960er Jahren, welches durch einen hohen Energieverbrauch und geringe Wohnqualität mit Grundrissen, die nicht mehr der aktuellen Standard entsprachen, gekennzeichnet war, wurde durch eine umfassende Sanierung mit vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikelementen, sowie Einsatz von erneuerbarer Energie zu einem Gebäude der Zukunft.

Die wesentlichen Ziele der Sanierung waren die Steigerung der Wohnqualität, die Reduktion des Energieverbrauchs und die Verbesserung der Heizungsversorgung. Zusätzlich wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „e80<sup>3</sup>-Gebäude“ vorgefertigte aktive und passive Fassadenelemente sowie vorgefertigte Haustechnikelemente entwickelt und im Zuge der Sanierung des Demonstrationsgebäudes eingesetzt, getestet und evaluiert.

## 1.2 Ausgangssituation / Motivation des Projektes

Derzeit werden Wohn- und Nichtwohngebäude meist konventionell mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) standardmäßig thermisch saniert. Selten kommen vorgehängte Fassadensysteme aus Kostengründen zur Anwendung.

Vorgefertigte Fassadensysteme mit integrierter Haustechnik wurden bis dato nur an wenigen Demoprojekten angewendet. Diese Projekte wurden jedoch noch nicht ausreichend evaluiert. Eine Zugänglichkeit der von außen montierten und integrierten Haustechnik ist kaum bzw. nur mit großem Aufwand möglich.

Die durchgeführte Entwicklungsarbeit und Erstellung von Prototypen soll eine wirtschaftliche Lösung für vorgefertigte Fassaden- und Haustechnikmodule aufzeigen.

Somit können Gesamtsystemlösungen für sämtliche Gebäude der 60er und 70er Jahre angeboten werden. Aufgrund wirtschaftlicher und ökologischer Basismodule können unterschiedliche passive und aktive Elemente eingepasst werden. Somit wird jedem Wunsch des Bauherrn und/oder Eigentümers bezüglich Fassadenoberfläche (Holz, Eternit, Glas, Putz etc.) Rechnung getragen.

Die Haustechnikmodule sind von außen zugänglich, können jederzeit erweitert und gewartet werden. Ein Entfernen der Fassade bei dahinterliegenden Schäden an Verrohrungen und Leitungen jeglicher Art ist nicht mehr erforderlich. Eine Modernisierung der dahinterliegenden Wohnung kann zu jedem Zeitpunkt erfolgen, da eine Installation von außen nur mit geringer Belästigung der Bewohner erfolgen kann.

Die Trennung von Fassaden- und Haustechnikmodulen kann als Neuheitsgrad und Technologiesprung bezeichnet werden. Somit sind die Haustechnikanlagen jederzeit von außen zugänglich, können gewartet und ausgetauscht werden. Durch die Schaffung von fixen Basismodulen, deren Anschlüssen und Verbindungen ist eine kostengünstige wirtschaftliche Lösung zukünftig möglich.

Zusammen mit Projekt- und IndustriepartnerInnen wurden innovative, vorgefertigte Fassadengrundmodule, sowie aktive Module (PV und Solar) und Systemlösungen für Haustechnikmodule entwickelt, die einen größtmöglichen Vorfertigungsgrad aufweisen. Die Elemente wurden für die wirtschaftliche Umsetzung im Hinblick auf die bauphysikalische Eignung, der Herstellung, des Transportes, der Montage und Fügetechnik, der Möglichkeiten der Integration von jederzeit zugänglichen Installationsschächten im Außenbereich entwickelt.

Zusätzlich wurden LCA-Analysen für den Grundmodul-Prototyp und ökologische Bewertung der eingesetzten Materialien erstellt. Nach der Herstellung von Prototypen wurden diese analysiert, bei Bedarf verbessert und in Pilotprojekten eingesetzt.

#### Ergebnis:

Prototypen bzw. fertig entwickelte Produkte für serienreife multifunktionale, vorgefertigte Fassadensysteme mit integrierten aktiven Komponenten und Haustechnikmodule. Die Erprobung der Umsetzung erfolgte in einem Demoprojekt. Die Evaluierung bzw. Qualitätssicherung ist derzeit im Gange und wird Mitte 2015 abgeschlossen sein.

### 1.3 Zielsetzung des Projekts

Vorrangiges Ziel im Demoprojekt (SP4) war es einerseits, die vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikgrundmodule im Pilotprojekt einzusetzen, um diese nach der Evaluierung zu einem serienreifen Produkt werden zu lassen und andererseits eine Umsetzung durch die Nutzung der Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund.

Aufbauend auf bereits realisierte innovative Haus der Zukunft-Projekte (wie Linz, Markatstraße und Graz, Dieselweg) sollten diese Leit- bzw. Leuchtturmprojekte weiterentwickelt, optimiert, perfektioniert und somit von der Einzelfertigung zur Serienfertigung werden.

Eine Umsetzung auf sämtliche Gebäude dieser Epochen (Serienfertigung) ist das Ziel.

Konkrete Projektziele waren:

- Umsetzung der aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikmodule in einem Demoprojekt
- Optimierung des Gebäudes mit innovativem Energie- und Verteilkonzept
  - Reduktion des Energieverbrauches um mehr als 80%
  - Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 80%
  - Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch größer als 80%
- Optimierung des Energiekonzeptes durch die Nutzung der vorhandenen Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund
- Bewusstseinsbildung für eine nachhaltigen energieeffiziente Nutzung der Wohnungen bei BewohnerInnen und Hausverwaltung
- Aufbereiten der Ergebnisse für Folgeprojekte und Sichtbarmachen der Erfolge national und international

Durch die Weiterentwicklung von vorgefertigten Fassadengrundmodulen, sowie außen liegenden, neuartigen Haustechnikmodulen für bis zu 4-geschossige Gebäude, sowie die Umsetzung in einem Demoprojekt ist es zukünftig möglich, einen Großteil der Gebäude dieser Epochen hochwertig und gleichzeitig wirtschaftlich zu sanieren.

## 2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

### 2.1 Beschreibung des Standes der Technik

Zurzeit werden Wohngebäude meist konventionell mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) standardmäßig thermisch saniert. Selten kommen vorgehängte Fassadensysteme aus Kostengründen zur Anwendung. Die Belästigung und Beeinträchtigung der Bewohnerinnen und Bewohner durch lange Gerüstzeiten etc. sind groß. Oft werden diese Gebäude nur thermisch standardmäßig saniert – die ebenso veralteten Haustechnikanlagen und Verteilungs- bzw. Versorgungsleitungen werden dabei nicht modernisiert.

Vorgefertigte Fassadensysteme mit integrierter Haustechnik wurden bis dato nur an wenigen Demoprojekten angewendet. Diese Projekte wurden jedoch noch nicht ausreichend evaluiert. Eine Zugänglichkeit der von außen montierten und integrierten Haustechnik ist kaum bzw. nur mit großem Aufwand möglich.

Eine umfassende Betrachtung für eine hochwertige und nachhaltige Sanierung und Modernisierung ist dabei selten. Diese kurzsichtige Betrachtungsweise soll zukünftig durch neue innovative Sanierungskonzepte beseitigt bzw. verbessert werden.

### 2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema

Im Rahmen von nationalen und internationalen Vorprojekten wurde dieser Themenbereich ansatzweise schon behandelt. Die Ergebnisse dieser Projekte flossen dabei ein.

Vorprojekte und deren Abgrenzung zum Projekt:

- IEA – ECBCS Annex 50 – Vorfabrizierte Systeme für ganzheitliche Sanierungskonzepte für Geschosswohnbauten  
Projektlaufzeit: 2007- 2010

Abgrenzung:

Es fehlen die IndustriepartnerInnen zur Entwicklung neuer Technologiekomponenten (vor allem im Bereich der „aktiven“ solarthermischen Komponenten und der Haustechnikmodule).

Projektfokus liegt auf der Entwicklung und Optimierung der einzelnen Komponenten für das Gebäude. Die Betrachtung des Gebäudes im Netzverbund und der Ausgleich über Netze

Keine ökologische Evaluierung der entwickelten Module, keine Lebenszyklusbetrachtung.

- Passivhausstandard und -komfort in der Altbauanierung Mehrgeschossiger Wohnbau in Graz/Liebenau – Dieselweg  
Projektlaufzeit: 2007- 2009

Abgrenzung:

Im Projekt Dieselweg wurde eine Konzeptentwicklung für ein konkretes Projekt vorgenommen.

Es findet keine Betrachtung des Netzverbundes und der Möglichkeiten des Ausgleiches über Netze statt.

Keine ökologische Evaluierung der entwickelten Module, keine Lebenszyklusbetrachtung.

- IEA - SHC Task 40/ ECBCS - Annex 52 NZEB – „Entwicklung von netzintegrierten Null-Energiegebäuden“  
Projektlaufzeit: 2008 – 2013

Abgrenzung:

Im Projekt NZEB liegt der Schwerpunkt auf der international harmonisierten Definition von Nullenergiegebäuden. Die innovativen Lösungsmöglichkeiten sollen für zwar für den Neubaubereich, als auch für die Sanierung ausgearbeitet werden – allerdings mit dem Schwerpunkt der Betrachtung des Ausgleiches über Netze. Es wird aber nicht im Detail auf die Problematik und Herausforderungen bei Sanierungen eingegangen, bzw. wird auch nicht auf die Vorfertigung oder Sanierung im bewohnten Zustand fokussiert.

- Coloured Collector Facades for Solar Heating Systems and Building Insulation“  
Projektlaufzeit: 2003-2005

Abgrenzung:

Das Projekt konzentrierte sich auf die technologische Optimierung von Kollektoren, die auch formale Gestaltungsspielräume bieten.

Ziel dieses Leitprojektes „e80^3“ ist es, wesentliche Verbesserungen aufzuzeigen und diese auf Basis der vorliegenden Projektergebnisse aus Vorprojekten weiterzuführen.



## **2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts)**

Derzeit werden in der thermischen Sanierung keine bzw. nur wenige vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodule eingesetzt. Das Wärmedämmverbundsystem ist aufgrund der Kosten derzeit Stand der Technik. Durch die zunehmenden erforderlichen Wärmedämmdicken stößt dieses System sehr oft an die Grenzen der Technik – Anschlussprobleme, Vereisungen und Veralgungen an der Fassadenoberfläche sind die Folge. Daher ist es erforderlich ein kostengünstiges, vorgefertigtes Fassadensystem mit vorgehängten Fassadenbekleidungen zu entwickeln.

Die veraltete Haustechnik muss nach 30-40 Jahren in der Regel vollständig erneuert werden. Im Sinne einer umfassenden Sanierung und Modernisierung ist es sinnvoll diese gleichzeitig im Rahmen einer Gesamtsanierung einzuplanen. Zurzeit scheuen sich die Wohnbauträger und Eigentümer vor dieser Modernisierung, da dies einen großen Aufwand darstellt bzw. in den nationalen Förderrichtlinien zu wenig berücksichtigt wird.

Um eine möglichst geringe Belästigung der Bewohner zu ermöglichen, ist eine Verlegung der Hauptstränge an die Außenfassade eine zukünftige Möglichkeit. Zugängliche Haustechnikmodule können somit eine innovative Lösung darstellen.

Zurzeit wird jedes Gebäude und seine Energieaufbringung und –verteilung für sich betrachtet - ein Zusammenwirken ist nicht vorgesehen. Wärme- und Stromnetze werden nicht als Speicher- und Verteilmöglichkeit genutzt. Durch die Energieerzeugung direkt am Gebäude und/oder in unmittelbarer Nähe, sowie die Einbeziehung der bestehenden und geplanten Netze wird dies in der Zukunft möglich. Sogar eine Bilanzierung zum Plusenergiegebäude kann somit erreicht werden.

Ein Technologiesprung in der Sanierung und Modernisierung bestehender Gebäude der 60iger und 70iger Jahre ist somit möglich.

## **2.4 Verwendete Methoden**

Das Projekt wurde in fünf Arbeitspakete strukturiert, die unterschiedliche Themenfelder mit jeweils spezifischen Aufgabengebieten abdecken.

In AP 1 wurde die wissenschaftliche Projektbegleitung von AEE INTEC übernommen, mit der Zielsetzung eine Optimierung der Ergebnisse für das Technologieprogramm Haus der Zukunft Plus zu erreichen und zwischen praktischer Umsetzung und wissenschaftlicher Arbeit eine optimale Kommunikation herzustellen

Zusätzlich wurden Publikations- und Verbreitungsaktivitäten zur Sichtbarmachung der Ergebnisse und Erfahrung durchgeführt.

In AP 2 „Optimierung Plusenergiekonzept“ wurde die wissenschaftliche Basis für den Plusenergieverbund mittels geeigneter Simulationen erarbeitet.

In AP 3 wurde die Ausführungsplanung finalisiert und entsprechend dokumentiert. Hierzu wurden die Methoden Planung sowie Planungsbesprechungen zwecks Konkretisierung und Abstimmung herangezogen.

Im Zuge von AP 4 wurden die geplanten Maßnahmen baulich umgesetzt und die entwickelten Systemlösungen realisiert. Ergebnis ist die Umsetzung eines Wohngebäudes mit vorgefertigten aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikmodulen zum Plus-Energiegebäude.

In AP 5 „Qualitätssicherung“ wurden die TQ – Kriterien aufgezeigt und in der Planung integriert. Zusätzlich wurden begleitende Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Planung um Umsetzung durchgeführt.

Prinzipiell fand im Zuge des gesamten Leitprojektes zusätzlich ein intensiver Know-how-Transfer mit bereits laufenden oder beginnenden HdZ-Projekten statt. Die Abstimmung erfolgte im Rahmen des LP-Managements. Die Ergebnisse wurden durch den Projektleiter in das gegenständliche Subprojekt eingebracht.

## **2.5 Beschreibung der Vorgangsweise und der verwendeten Daten mit Quellenangabe, Erläuterung der Erhebung (nur überblicksartig, Details in den Anhang!)**

### Optimierung PLUS-Energiekonzept:

Anhand von Simulationsberechnungen (TRNSYS) wurde das Gebäude abgebildet und verschiedene Varianten der Sanierungsmöglichkeiten betrachtet. In einem entwickelten Excel-Sheet wurden die Energieverbräuche und –erzeugung gegenübergestellt und auf Basis Primärenergie gegenübergestellt.

Dabei wurden unterschiedlichen Methoden und Werkzeuge verwendet. Diese waren z.B. die Energieausweisberechnung nach OIB Richtlinie 6 (2007 bzw. 2011), die dynamische Gebäudesimulation mit dem Programmpaket TRNSYS 17, eine Stromverbrauchserhebung und -analyse sowie die Plus-Energiebilanzierung auf Basis der in Subprojekt 2 des übergeordneten Leitprojektes erarbeiteten Bilanzierungsmethode.

Als Grundlage für die Berechnungen und Konzepte dienten die Polierpläne und bauphysikalischen Unterlagen.

### General- und Ausführungsplanung:

In zahlreichen Planungsgesprächen wurden die Inhalte und Ziele abgestimmt und entsprechend definiert. Die Ausarbeitung wurde durch das Architektenteam mit den Fachplanern und ausführenden Firmen durchgeführt. Als Grundlage dienten die Vorgaben des Förderprogrammes HDZ und die im Antrag beschriebenen Zieldefinitionen.

### Umsetzung:

Nach der Umsiedelungsphase der BewohnerInnen vom 1.BA in den 2.BA wurde mit den Umbauaktivitäten des 1. Bauabschnittes begonnen. Nach dem Entfernen des Steildaches wurden die vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodule versetzt. Danach wurden die Solarkomponenten, wie PV und Solarthermie montiert. Nach Fertigstellung wurde mit dem 2.BA begonnen und nach einem weiteren Jahr fertiggestellt.

### Qualitätssicherung

Parallel zur Entwicklung des innovativen Plus-Energiekonzeptes wurde ein Augenmerk auf die wissenschaftliche Begleitung der Gesamtkonzeption des Demonstrationsbauvorhabens gelegt. Durch eine permanente Projektbegleitung der FachplanerInnen und durch Unterstützung in der Entwicklungs- und Planungstätigkeit wurde dies erreicht.

## **3 Ergebnisse des Projektes**

### **3.1 Ausgangssituation / Motivation des Projektes**

Die Kombination von vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodulen an einem Praxisbeispiel als zukunftsweisende Sanierungsmöglichkeit (Leuchtturmprojekt) ist derzeit in Österreich noch nicht umgesetzt.

Es sollten daher einerseits, die vorgefertigten aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikgrundmodule im Pilotprojekt eingesetzt werden, um diese Entwicklung nach der Evaluierung zu einem serienreifen Produkt werden zu lassen und andererseits eine Umsetzung durch die Nutzung der Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund zu erzielen.

Plus-Energie-Konzepte sind vereinzelt im Neubaubereich umgesetzt, deren Evaluierung ist aber noch nicht durch eine harmonisierte Begriffsbestimmung oder Bilanzierungsmethodik belegt. Durch die optimierte Konzeptentwicklung für netzintegrierte Plus-Energiegebäude scheint eine wirtschaftliche Umsetzung in diesem Demonstrationsprojekt in der Sanierung möglich.

### **3.2 Zielsetzung des Projektes**

Vorrangiges Ziel im Demoprojekt (SP4) war einerseits, die vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikgrundmodule im Pilotprojekt einzusetzen, um diese nach der Evaluierung zu einem serienreifen Produkt werden zu lassen und andererseits eine Umsetzung durch die Nutzung der Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund.

Eine Umsetzung dieser Maßnahmen einer umfassenden Sanierung auf sämtliche Gebäude dieser Epochen (Serienfertigung) ist das Ziel.

Konkrete Projektziele waren:

- Umsetzung der aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikmodule
- Optimierung des Gebäudes mit innovativem Energie- und Verteilkonzept
  - Reduktion des Energieverbrauches um mehr als 80%
  - Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 80%
  - Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch größer als 80%
- Optimierung des Energiekonzeptes durch die Nutzung der vorhandenen Wärme- und Strom-netze zum Plusenergieverbund

- Bewusstseinsbildung für eine nachhaltigen energieeffiziente Nutzung der Wohnungen bei BewohnerInnen und Hausverwaltung
- Aufbereiten der Ergebnisse für Folgeprojekte und Sichtbarmachen der Erfolge national und international

### **3.3 Beschreibung Herausforderungen im Zusammenhand mit der Erreichung der geplanten Ziele**

Im Subprojekt 4 – „Demo-Gebäude“ wurden die in den vorherigen Subprojekten (SP1 – SP3) erarbeiteten Ergebnisse in einem Demoprojekt umgesetzt. Dies ist Voraussetzung um die Erreichung der Programmziele des gesamten Leitprojektes einzuhalten.

Durch den Wandel des Gebäudes vom Energiekonsumenten zum -produzenten müssen die Funktionen und Aufgaben der einzelnen passiven und aktiven Komponenten neu orientiert werden. Plus-Energie in der Sanierung kann nur erreicht werden, wenn die Konzeption der thermischen Gebäudehülle und das Energieversorgungssystem optimiert und aufeinander abgestimmt sind. Ziel des Subprojektes SP4 ist es, vorgefertigte Fassaden- und Haustechnikmodule in diesem Demoprojekt weitgehend umzusetzen. Zusätzlich werden neue zukunftsweisende Energie- und Haustechnikkonzepte erprobt und einem Monitoring unterzogen. Durch die Integration von aktiven Modulen, wie PV und Solarkollektoren ist ein Bezug auf das Programm Haus der Zukunft Plus gegeben.

### **3.4 Beschreibung der Ergebnisse und Meilensteine**

#### **3.4.1 AP1: Wissenschaftliche Projektbegleitung, Koordination und Dokumentation**

Arbeitspaket 1 beinhaltete die wissenschaftliche Projektbegleitung, die Koordination und die Dokumentation des Demonstrationsprojektes.

Regelmäßige Baubesprechungen während der Planungsphase und der Ausführung der einzelnen Gewerke ermöglichten eine laufende Begleitung der Umsetzung des Demonstrationsprojektes. So wurden Baubesprechungen mit den jeweils erforderlichen Baubeteiligten wöchentlich, großteils dienstagsvormittags, abgehalten. Die Teilnahme an diesen Baubesprechungen war oft erforderlich, da ansonsten die Ziele des Forschungsprogramms „Haus der Zukunft plus“ nicht zur Gänze umgesetzt werden können.

Sämtliche verfasste Protokolle zu diesen Baubesprechungen liegen vor.

Des Weiteren wurden die Berichtslegung und die Veröffentlichungen, wie z.B. Vorträge und Drucksorten im Zuge der Arbeiten im Arbeitspaket 1 durchgeführt (siehe **Fehler!**

**Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

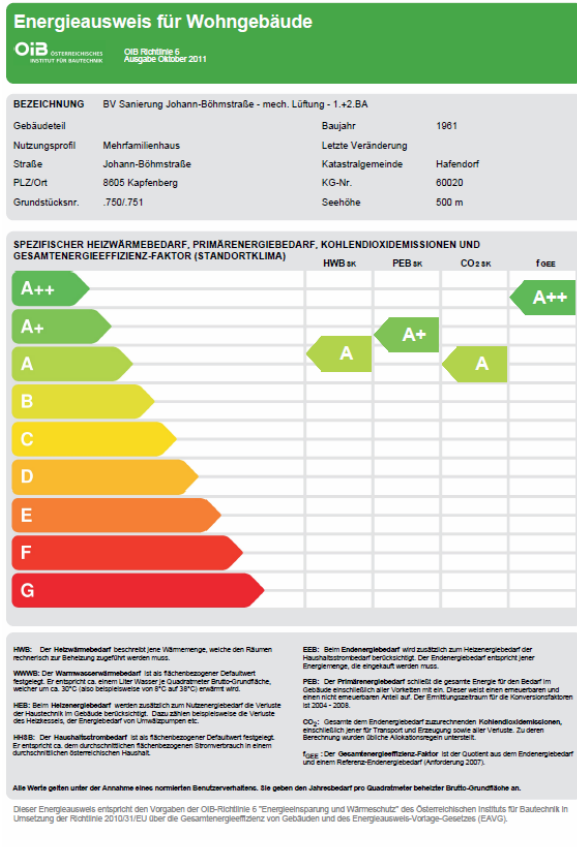
### **3.4.2 AP2: Optimierung Plus-Energiekonzept**

Die Optimierung des Plus-Energiekonzeptes beinhaltet sowohl die Verbesserung der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste, der Haustechnik als auch des Stromverbrauchs des Demonstrationsprojektes. Dabei wurden unterschiedlichen Methoden und Werkzeuge verwendet. Diese waren z.B. die Energieausweisberechnung nach OIB Richtlinie 6 (2007 bzw. 2011), die dynamische Gebäudesimulation mit dem Programmpaket TRNSYS 17, eine Stromverbrauchserhebung und -analyse sowie die Plus-Energiebilanzierung auf Basis der in Subprojekt 2 des übergeordneten Leitprojektes e80<sup>3</sup> erarbeiteten Bilanzierungsmethode.

#### **Berechnung Energieausweis nach OIB Richtlinie 6 (2011)**

Im Laufe der Projektzeit wurden diverse Anpassungen bzw. Veränderungen durchgeführt oder waren notwendig (z.B. Änderung des Aufbaus der vorgefertigten Fassadenmodule). Zusätzlich wurde die neue OIB Richtlinie 6 (2011) im Energieausweisprogramm implementiert, wodurch es möglich wurde das Demonstrationsprojekt hinsichtlich dieser neuen OIB Richtlinie 6 zu berechnen. Der Energieausweis enthält ab sofort nicht nur Angaben über die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Primärenergiebedarf des Gebäudes, sondern auch sämtliche für die Plus-Energiebilanzierung notwendigen Daten. Diese sind die Aufschlüsselung des Heiztechnikenergiebedarfs in Anteil Wärme und Anteil Strom, der Lüftungsstrombedarf, der Strombedarf für die solarthermische Anlage und der Haushaltsstrombedarf.

Abbildung 1 zeigt das Ergebnis der Energieausweisberechnung nach OIB Richtlinie 6 (2011).



**Abbildung 1: Ergebnis der Energieausweisberechnung für das Demonstrationsprojekt nach OiB Richtlinie 6 (2011) (Quelle: AEE INTEC)**

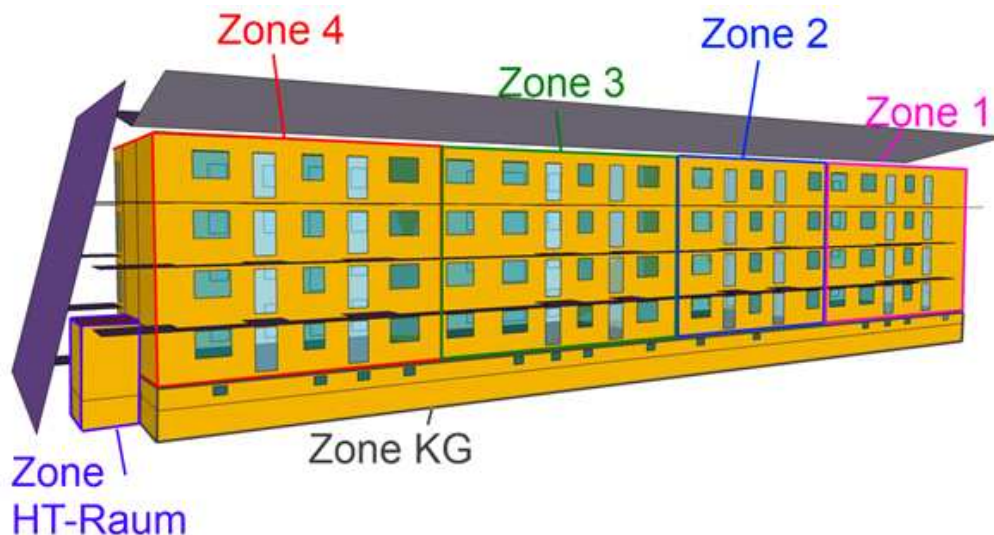
### TRNSYS Simulation

Um eine noch detailliertere Aussage über die thermische Qualität der Gebäudehülle treffen zu können wurde eine dynamische Simulation des Demonstrationsgebäudes mit dem Programmpaket TRNSYS 17 durchgeführt. Als Unterstützung erfolgte die geometrische Abbildung des Gebäudes im Google SketchUp 8. Das Ziel der dynamischen Gebäudesimulation lag einerseits auf der Analyse des energetischen Verhaltens des Gesamtgebäudes und andererseits auch auf der Darstellung der Raumtemperaturen in der Musterwohnung.

Auf Basis der von Nussmüller Architekten ZT GmbH erstellten Pläne konnten die erforderlichen Wohnungs- und Gebäudeabmessungen ermittelt werden. Die Aufbauten entsprechen jenen der Energieausweisberechnung nach OiB Richtlinie 6 (2011). Die thermische Zonierung des Gebäudes für die Simulation wurde anschließend nach diesen Planunterlagen durchgeführt. Da der Schwerpunkt der ersten Berechnung auf der Analyse des energetischen Verhaltens lag, wurden die einzelnen Räume der Wohnungen nicht detailliert abgebildet, sondern mehrere Wohnungen zu einer thermischen Zone zusammengefügt. Dies kann damit begründet werden, da die Wohnungsgrößen alle relativ ähnlich sind und eine gleiche Nutzungsart gegeben ist. Durch den Zusammenschluss

mehrerer Wohnungen zu einer thermischen Zone kann der Eingabeaufwand und die Simulationszeit deutlich verkürzt werden, bei dennoch gegebener Aussagekraft der Ergebnisse.

Abbildung 2 zeigt das in Google SketchUp 8 modellierte Gebäude mit Kennzeichnung der unterschiedlichen thermischen Zonen. Insgesamt wurden sechs verschiedene Zonen definiert, wobei nur die Zonen 1-4 beheizt sind.



**Abbildung 2: Thermische Zonierung des Demonstrationsprojektes – Ostansicht des Gebäudes (Quelle: AEE INTEC)**

Wie in Abbildung 2 auch ersichtlich ist, konnten durch die Modellierung im Google SketchUp 8 auch externe Verschattungselemente wie der Laubengang an der Ostseite, das Solarschild an der Südseite, die PV-Anlage am Dach des Gebäudes sowie die auskragenden Balkone auf der Westseite (in Abbildung 2 nicht ersichtlich) abgebildet werden. Diese externen Verschattungselemente konnten anschließend in der Simulation zur Kalkulation der solaren Gewinne miteinfließen.

Nach dem Import der 3D-Gebäudegeometrie im TRNSYS mussten die restlichen Simulationsparameter definiert werden. Diese waren:

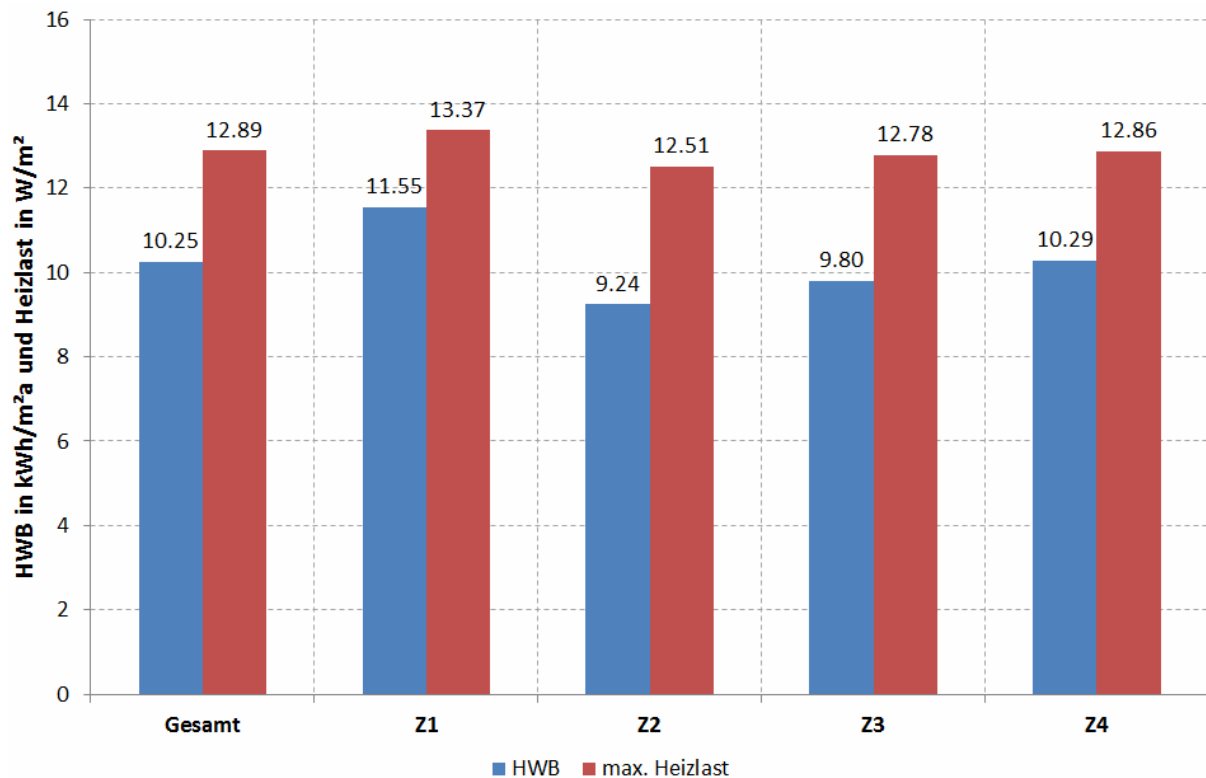
- Wetterdaten und Erdbodentemperatur
- Baustoffe und wärmeübertragende Bauteile
- Infiltration (Luftaustausch auf Grund der Undichtheit der Gebäudehülle)
- Heizung
- Kühlung
- Zeitplan für Personenanwesenheit
- Interne Wärmegewinne
- Verschattungssteuerung



- Mechanische Lüftung (kontrollierter Luftaustausch mit Wärmerückgewinnung)
- Beleuchtungssteuerung

Im Anschluss daran wurde eine komplette Jahressimulation auf Stundenbasis und die Auswertung der Simulationsergebnisse durchgeführt. Auszüge aus den gewonnenen Ergebnissen sind nachfolgend dargestellt.

Abbildung 3 zeigt den berechneten Heizwärmebedarf in kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub> sowie die maximale Heizlast in W/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> der vier thermischen Zonen sowie des Gesamtgebäudes.



**Abbildung 3: Heizwärmebedarf und maximale Heizlast des Demonstrationsgebäudes (Quelle: AEE INTEC)**

Abbildung 4 zeigt die simulierte Heizlast der vier thermischen Zonen Z1 bis Z4 in %, aufgetragen auf die % Zahl der Gesamtjahresstunden. Durch diese Analyse kann rasch die Häufigkeitsverteilung der Heizlast ermittelt und gegebenenfalls in weiterer Folge im weiteren Planungsprozess berücksichtigt werden.

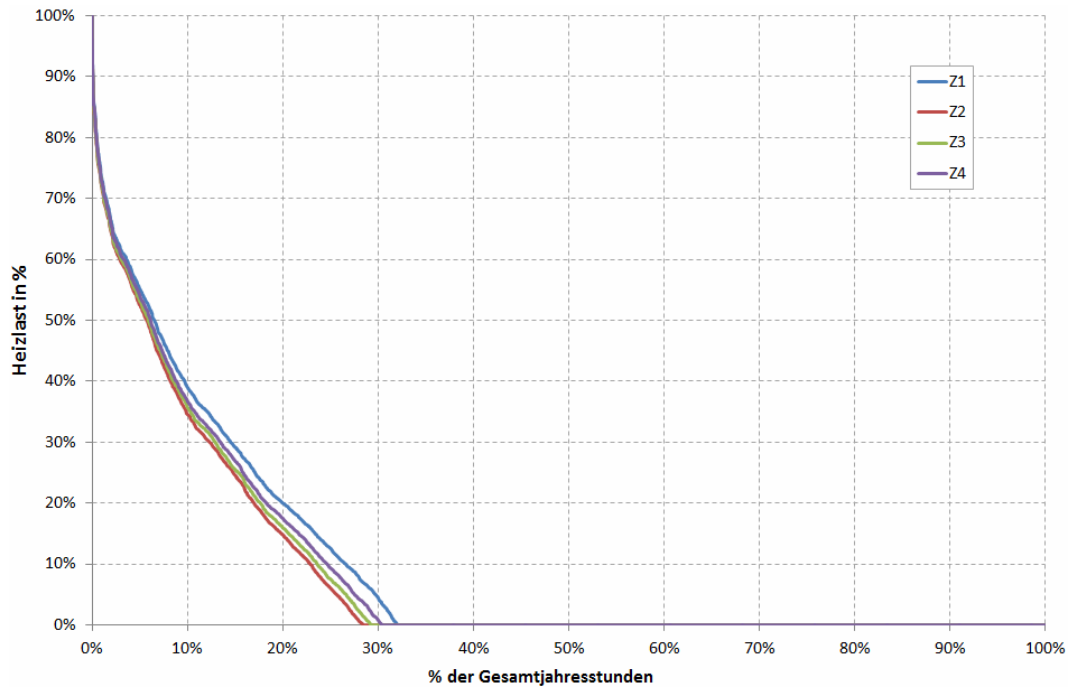


Abbildung 4: Heizlastverteilung der vier thermischen Zonen (Z1 – Z4) über die Gesamtjahresstunden (Quelle: AEE INTEC)

Abbildung 5 zeigt ergänzend dazu den berechneten Kühlbedarf des Gebäudes in  $\text{kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  und die maximale Kühllast in  $\text{W/m}^2_{\text{BGF}}$ .

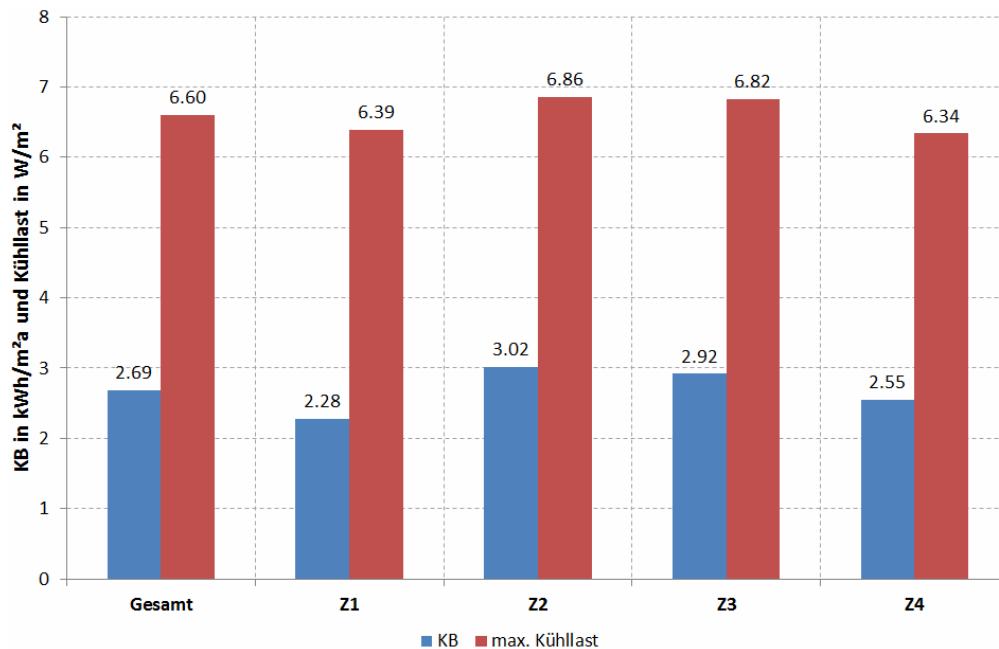


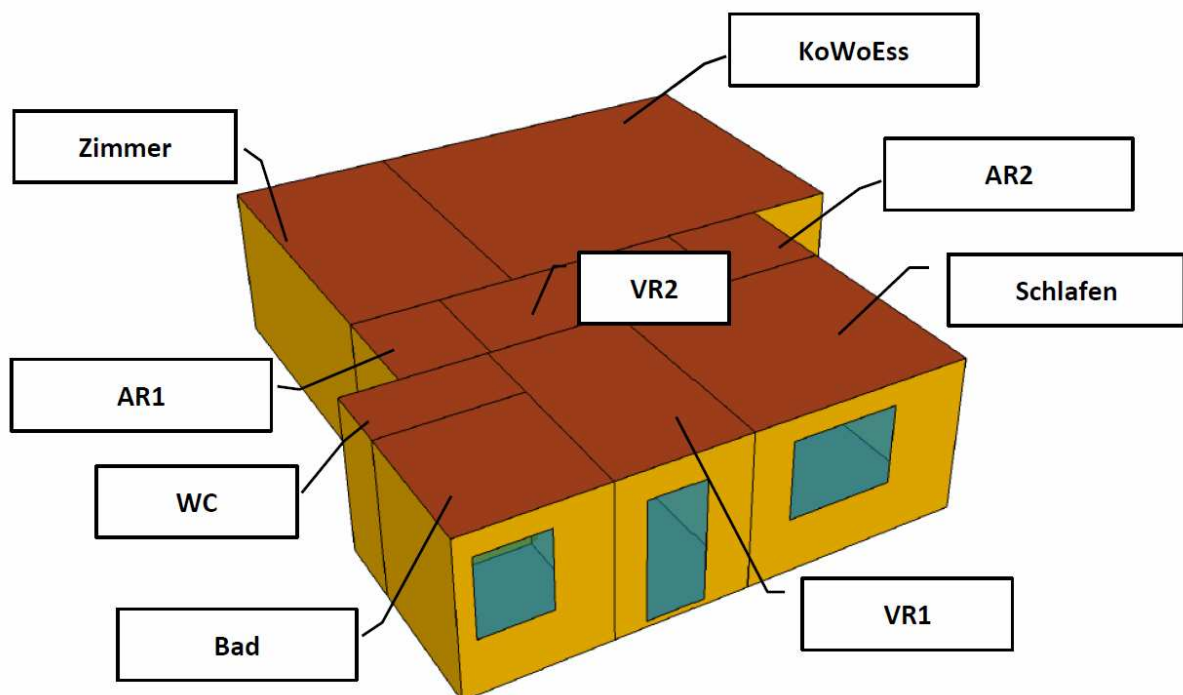
Abbildung 5: Kühlbedarf und maximale Kühllast des Demonstrationsgebäudes (Quelle: AEE INTEC)

Zu den in den vorherigen Abbildungen ersichtlichen maximalen Heiz- sowie Kühllasten sei angemerkt, dass diese Werte in diesem Fall nicht das Ergebnis der normativen Berechnung der Heiz- und Kühllast darstellen!

Neben der Simulation des Gesamtgebäudes wurde auch eine dynamische Simulation der definierten Musterwohnung (Top 15) durchgeführt. Das Ziel dieser zweiten Simulation lag in der Analyse der Raumtemperaturzustände in den einzelnen Räumen der Wohnung, um so eine Aussage über die Behaglichkeit in der Wohnung zu ermöglichen.

Wiederum wurden auf Basis der von Nussmüller Architekten ZT GmbH erstellten Pläne die erforderlichen Wohnungs- und Raumabmessungen ermittelt. Die Bauteilaufbauten entsprechen ebenfalls wieder jenen der Energieausweisberechnung nach OIB Richtlinie 6 (2011). Die thermische Zonierung wurde auf Basis der Planunterlagen durchgeführt, wobei jeder Raum der Messwohnung als eigene thermische Zone abgebildet wurde. Nachfolgende Abbildung 6 zeigt die thermische Zonierung, abgebildet im Google SketchUp 8.

Nicht ersichtlich sind darin allerdings die externen Verschattungselemente wie Laubengang oder Balkone. Diese wurden jedoch im Google SketchUp modelliert und bei der Simulation berücksichtigt. Zur besseren Veranschaulichung der thermischen Zonen der Messwohnung wurde in Abbildung 6 auf eine Darstellung dieser jedoch verzichtet.



**Abbildung 6: Thermische Zonierung – Messwohnung (Süd-Ost-Ansicht) (Quelle: AEE INTEC)**

Erneut wurden die 3D-Gebäudegeometrie im TRNSYS importiert und die restlichen Simulationsparameter definiert (siehe auch Seite 28).

Für die Simulation wurden vorerst vier verschiedene Lüftungsvarianten definiert, die unterschiedliche Lüftungsszenarien abbilden sollen. Weitere Varianten für den BA 2 werden zeitnah durchgeführt. Diese vier ersten Varianten können folgendermaßen beschrieben werden:

### 1. Variante

In der ersten Berechnungsvariante wurde davon ausgegangen, dass die Wohnung über eine mechanische Lüftungsanlage (mit WRG) mit Frischluft versorgt wird.

Da zum Zeitpunkt der Simulation keine genauen Angaben zur geplanten Lüftungsanlage verfügbar waren, wurden die erforderlichen Lüftungsparameter selbst definiert. Dies betrifft zum einen die Effizienz der Wärmerückgewinnung und zum anderen die geförderten Luftmengen. In der ersten Variante wurden die Parameter so gewählt, dass sie grundsätzlich mit jenen der Simulation des Gesamtgebäudes übereinstimmen.

Der Wärmerückgewinnungsgrad des Wärmetauschers wurde nach ÖNORM B 8110-6:2010<sup>1</sup> für Gegenstromwärmetauscher auf 65% gesetzt. Der Zuluftvolumenstrom wurde mit 30 m<sup>3</sup>/h.Person bemessen (Vorgabe des Passivhausinstitutes Darmstadt -> siehe Feist et al, 2007<sup>2</sup> und Pfluger, 2012<sup>3</sup>).

### 2. Variante

In der zweiten Variante wurde die mechanische Lüftungsanlage der ersten Variante um einen Sommerbypass erweitert, um die Auswirkungen dessen auf die Raumtemperaturen in der Messwohnung im Sommer zu überprüfen. Als Bedingungen für die Aktivierung des Sommerbypasses wurden folgende Kriterien angenommen:

- Raumtemperatur des Führungsraums (Zone „KoWoEss“) über 24°C
- Außentemperatur um mindestens 2°C geringer als die Raumtemperatur des Führungsraums
- Außentemperatur über 15°C

Eine Erhöhung des Zuluftvolumenstroms in den Nachtstunden wurde in Variante 2 nicht vorgesehen. Dies erfolgte in der dritten Variante.

---

<sup>1</sup> ÖNORM B 8110-6:2010-01-01 - Wärmeschutz im Hochbau - Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf

<sup>2</sup> Feist, W. et. al (2007): Passivhaus Projektierungs Paket 2007 – Anforderungen an qualitätsgeprüfte Passivhäuser; Handbuch; Passivhaus Institut Darmstadt

<sup>3</sup> Pfluger, R. (2012): E-Mail vom 27.02.2012

### 3. Variante

In der dritten Variante wurde neben dem Sommerbypass auch eine verstärkte Nachtlüftung simuliert. Als Bedingungen für die verstärkte Nachtlüftung wurden folgende Kriterien herangezogen:

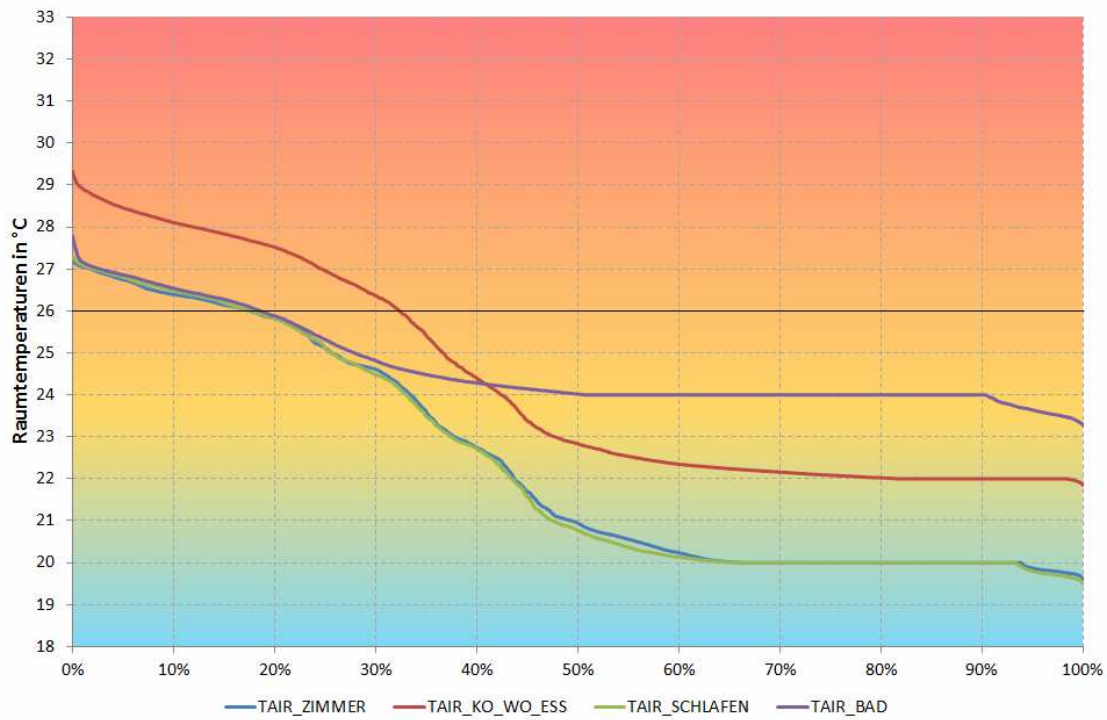
- Die Raumtemperatur des Führungsraums (Zone „KoWoEss“) liegt um 22:00 Uhr bei über 26°C
- Die Außentemperatur ist um 2°C geringer als die Raumtemperatur des Führungsraums.
  - Wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, ist die verstärkte Nachtlüftung zwischen 22:00 Uhr und 07:00 Uhr aktiv.
  - Dabei wird der Luftwechsel auf konstant 30% über dem Maximalvolumenstrom eingestellt, wobei der Maximalvolumenstrom jener bei maximaler Personenanwesenheit ist.

### 4. Variante

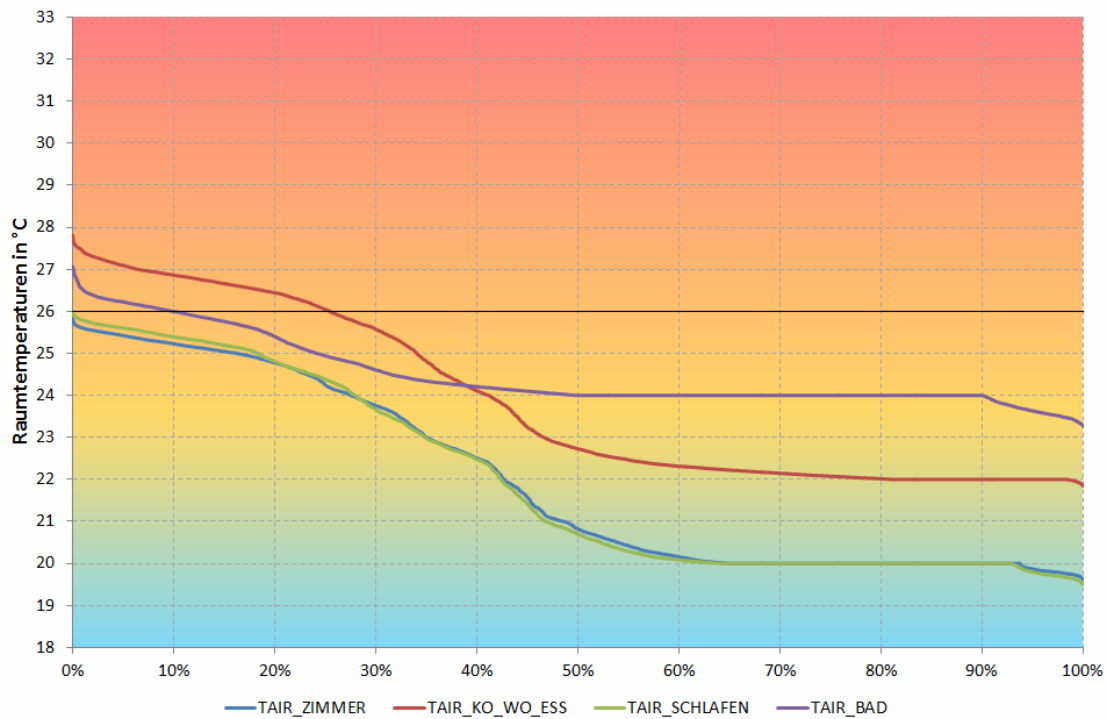
Als vierte Variante wurde eine Abwandlung der Variante 3 simuliert. In dieser wurde die Bedingung „Außentemperatur über 15°C“ des Bypasses durch ein Signal ersetzt, welches in der Zeit von Mai bis Oktober auf eins springt und so die Kühlsaison darstellen soll. Dadurch wird die Außenluft auch direkt in die Wohnung eingebracht, selbst wenn die Temperatur dieser unter 15°C liegt.

Im Anschluss daran wurde eine komplette Jahressimulation auf Stundenbasis und die Auswertung der Simulationsergebnisse für die oben beschriebenen vier Varianten durchgeführt. Auszüge aus den gewonnenen Ergebnissen sind nachfolgend dargestellt.

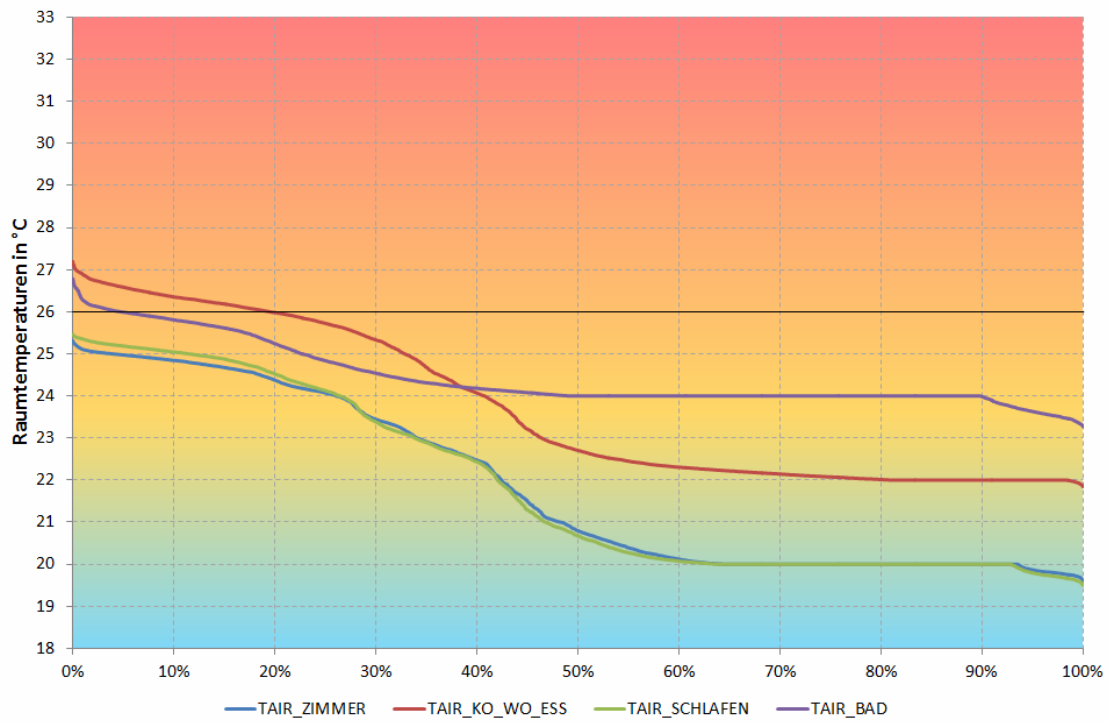
Abbildung 7 bis Abbildung 10 zeigen die simulierten Raumtemperaturen der Messwohnung für die vier Varianten. Dargestellt wurden dabei die Zonen „Zimmer“, „Schlafen“, „KoWoEss“ und „Bad“. Die Raumtemperaturen wurden absteigend sortiert und auf die Gesamtjahresstunden (in %) aufgetragen, um so die Übertemperaturhäufigkeit über 26°C übersichtlich darzustellen.



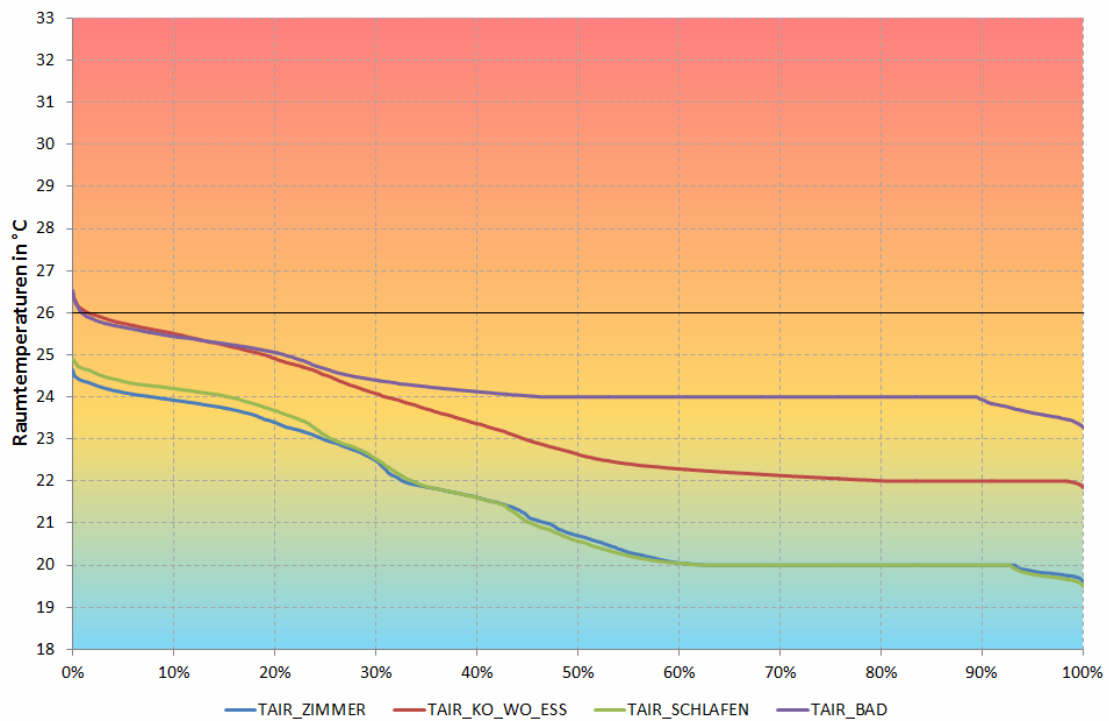
**Abbildung 7: Simulierte Raumtemperaturen absteigend sortiert - Variante 1 (Quelle: AEE INTEC)**



**Abbildung 8: Simulierte Raumtemperaturen absteigend sortiert - Variante 2 (Quelle: AEE INTEC)**



**Abbildung 9: Simulierte Raumtemperaturen absteigend sortiert - Variante 3 (Quelle: AEE INTEC)**



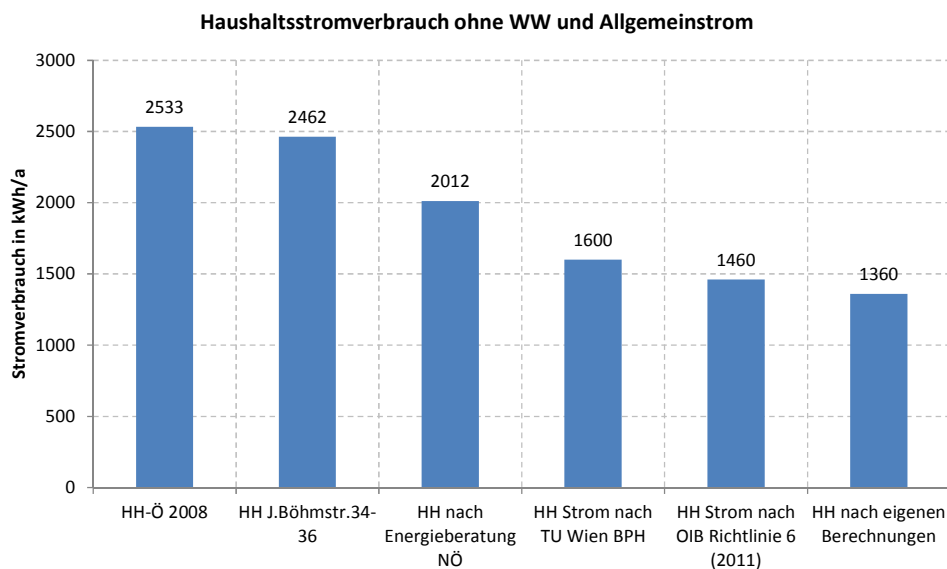
**Abbildung 10: Simulierte Raumtemperaturen absteigend sortiert - Variante 4 (Quelle: AEE INTEC)**

Fazit:

Beim Vergleich der vier simulierten Varianten wird erkennbar, dass ausgehend von der Variante 1 durch den Einsatz eines Sommerbypasses und einer verstärkten Nachtlüftung die Raumtemperaturen in den Sommermonaten deutlich gesenkt werden können.

### Erhebung des Stromverbraucheinsparpotenzials

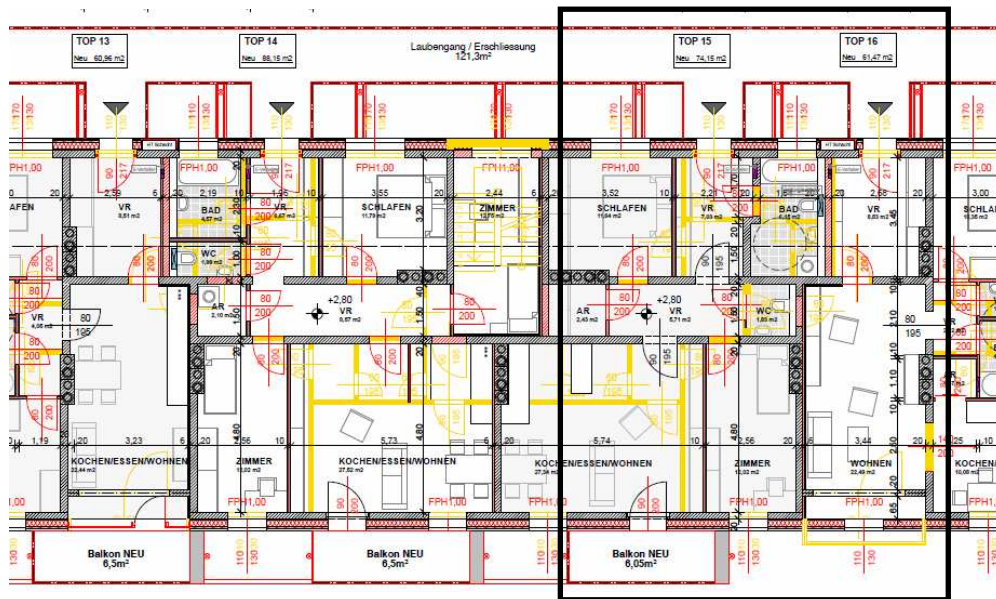
Bei der Erreichung einer optimierten Plus-Energie-Bilanz ist der Stromverbrauch des Gebäudes von großer Bedeutung. Dies betrifft sowohl den Haushaltsstrom der Wohnungen als auch den Technikstrom (Hilfsstrom) von Pumpen, Ventilatoren, usw. Daher war das Ziel den Stromverbrauch bereits in der Planung soweit wie möglich zu reduzieren. Aus diesem Grund wurde bereits zuvor eine Potenzialabschätzung der Stromverbrauchsreduktion durchgeführt (siehe Subprojekt 2 des übergeordneten Leitprojektes). Diese wurde nun um den Wert der Energieausweisberechnung nach OIB Richtlinie 6 (2011) ergänzt. Dabei zeigt sich, dass dieser Wert von 1460 kWh/(Haushalt und Jahr) nur geringfügig über dem in eigenen Berechnungen ermittelten Optimum liegt (siehe Abbildung 11).



**Abbildung 11: Reduktionspotenziale Haushaltsstromverbrauch (Quelle: AEE INTEC)**

Um den jährlichen Haushaltsstrombedarf möglichst gering zu halten ist die erste Voraussetzung dazu der Einsatz energieeffizientester Haushaltsgeräte. Zur späteren Analyse der Stromeinsparung durch diese effizienten Geräte wird in einer Wohnung (Musterwohnung - Top 15) die Küche standardmäßig mit Haushaltsgeräten ausgestattet (Grundriss von Top 15 siehe Abbildung 12).





**Abbildung 12: Musterwohnung Top 15 - 1.OG (Quell: Nussmüller ZT GmbH)**

Dabei wurden nur Geräte eingebaut, die eine Energieeffizienzklasse von mindestens A+ aufweisen. Diese Produkte sind:

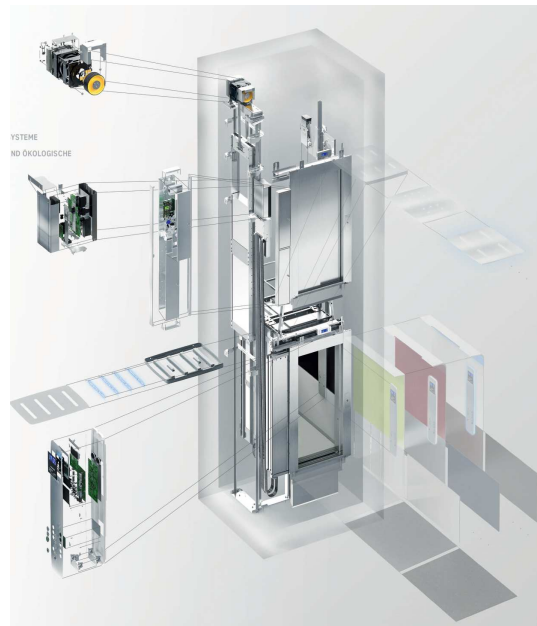
- Waschautomat Miele W 3241
- Wäschetrockner Miele WT 2780 WPM
- Geschirrspüler Miele G 1355 SC
- Einbau-Herd Bosch HEB73D551
- Glaskeramik-Kochfeld Miele KM 6012
- Kühlschrank Bosch KFL18A60

Alternativ könnten auch andere Haushaltsgeräte eingebaut werden, sofern diese eine gleiche oder bessere Energieeffizienzklasse besitzen.

Um eine Reduktion des Technikstrombedarfs zu erwirken, wurde versucht energieeffizienteste Pumpen und Ventilatoren einzuplanen.

Außerdem entschied sich das Projektteam für den Einbau einer energieeffizienten, ökonomischen und ökologischen Aufzugsanlage (Abbildung 13) mit folgenden Vorteilen:

- optimierter Energieverbrauch
- reduzierte Wärme- und CO<sub>2</sub>-Emissionen
- niedrige Betriebskosten
- verschleißarme Komponenten
- intelligente Steuerung – mit Funktionen wie automatischem Stand-by-Betrieb und Energierückspeisung



**Abbildung 13: Energieeffizienter Aufzug  
(Quelle: ThyssenKrupp Aufzüge GmbH)**

## Plus-Energie-Bilanzierung

### 1. Version

Mit Hilfe des im Subprojekt 2 festgelegten Bilanzierungsverfahrens und dem ebenfalls darin entwickelten Excel-Sheets konnte mit den vorhandenen Daten und Informationen die Plus-Energiebilanzierung für das Demonstrationsprojekt Kapfenberg durchgeführt werden. Abbildung 14 zeigt dazu einen Auszug aus dem Berechnungsblatt.

Als Grundlage zur Bilanzierung diente der berechnete Energiebedarf des Demonstrationsgebäudes nach OIB Richtlinie 6 (2007) (-> Energieausweis bei der Einreichung des Gebäudes). Da aus der Berechnung keine genauen Angaben über den Anteil der Wärme bzw. des Stroms im Heiztechnikenergiebedarf (HTEB) ersichtlich waren, mussten diese Werte abgeschätzt werden. Daher wurde beim HTEB angenommen, dass sich dieser aus  $\frac{3}{4}$  Wärmeverluste und  $\frac{1}{4}$  Strombedarf zusammensetzt. Ebenso wurde für den Haushaltsstrombedarf ein erster Annahmewert von 2000 kWh/(Haushalt und Jahr) festgelegt.

Die Bilanzierung erfolgte anschließend mit den Konversionsfaktoren Primärenergie der OIB Richtlinie 6 (2011). Das Ergebnis dieser ersten Plus-Energiebilanz ist in Abbildung 14 ersichtlich.

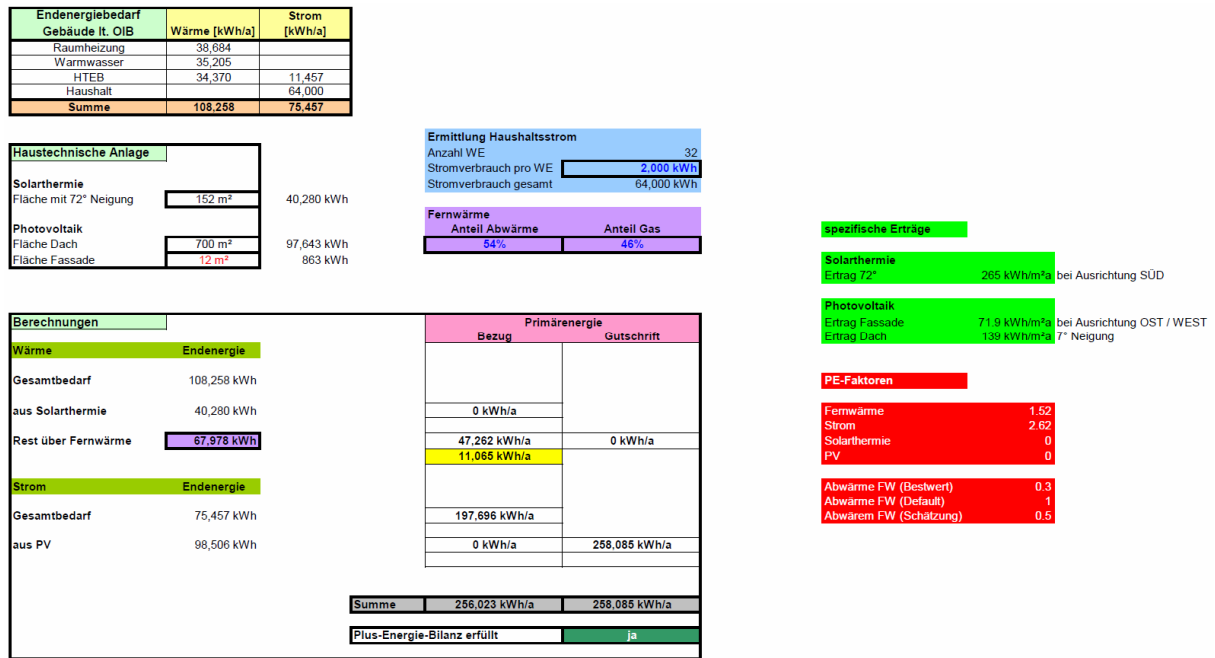


Abbildung 14: Plus-Energiebilanz – 1. Version (Quelle: AEE INTEC)

Aus dieser Bilanzierung ergeben sich folgende erforderliche Flächen der aktiven Energieerzeugung vor Ort:

- 152 m² solarthermische Kollektoren im Solarschild auf der Südseite des Gebäudes
- 700 m² Photovoltaikmodule am Dach und
- 12 m² Photovoltaikmodule in der Fassade (*Anmerkung: PV-Module im Fassadenbereich werden rein zu Demonstrationszwecken montiert*)

## 2. Version

Die 2. Version der Plus-Energiebilanzierung wurde anschließend auf Basis der Energieausweisberechnung nach OIB Richtlinie 6 (2011) erstellt. Sämtliche erforderliche Angaben, auch die Aufteilung des Heiztechnikenergiebedarfs in Anteil Strom und Anteil Wärme, konnten daraus entnommen werden. Als Kennwert des Haushaltsstrombedarfs wurde ebenfalls der Wert des Energieausweises übernommen (1460 kWh/(Haushalt und Jahr)).

Die Bilanzierung erfolgte wiederum mit den Konversionsfaktoren Primärenergie der OIB Richtlinie 6 (2011). Das Ergebnis dieser zweiten Version der Plus-Energiebilanz ist in Abbildung 15 ersichtlich.



- 12 m<sup>2</sup> Photovoltaikmodule in der Fassade (*rein zu Demonstrationszwecken montiert*)

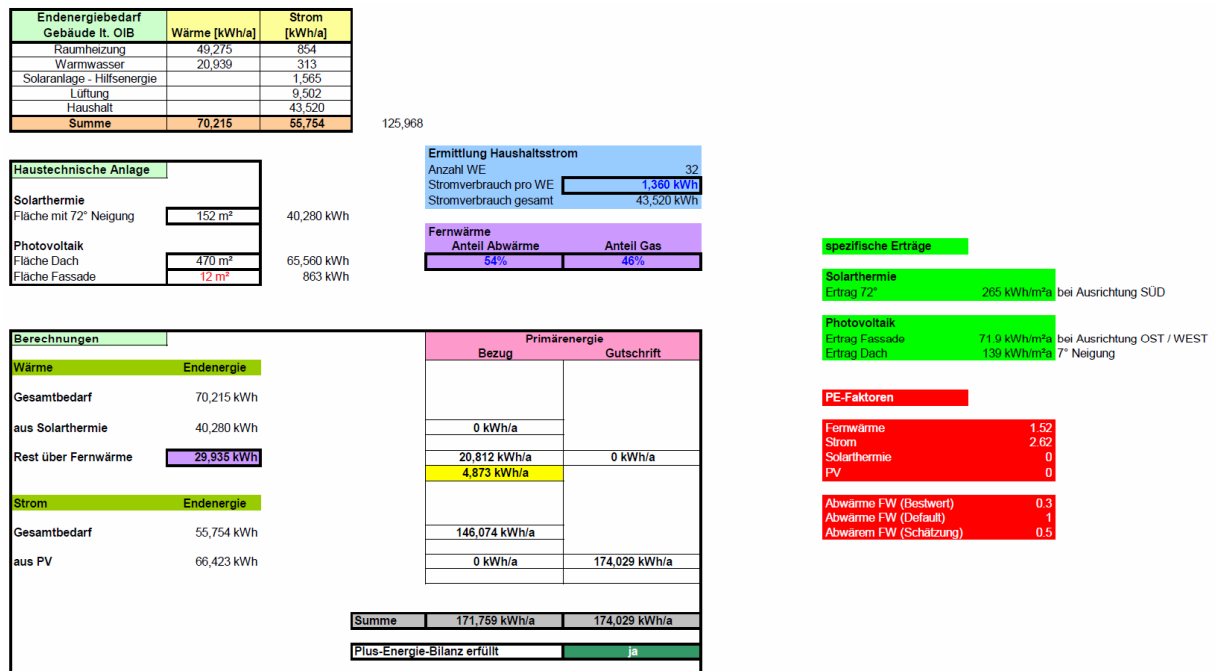


Abbildung 16: Plus-Energiebilanz – 3. Version (Quelle: AEE INTEC)

#### 4. Version

Auf Grund der derzeitigen Nicht-Erlangung einer ÖMAG-Förderung durch die Projektpartnerin Stadtwerke Kapfenberg (Tarifförderung seitens des Bundes) musste eine Lösungsmöglichkeit gesucht werden, diesem Umstand zu begegnen, da diese bis dato Bestandteil der Umsetzungsfinanzierung war. Somit mussten die PV- und Solarthermieflächen neu kalkuliert und überprüft werden. Dabei wurden auch gleichzeitig die zu erwartenden Erträge kontrolliert und angepasst.

Daraus konnte die Plus-Energiebilanz abgeleitet werden. Diese ist in nachfolgender Abbildung 17 ersichtlich.



Diese Begleitung wurde von Herrn Mag. Rainer Rosegger und Frau Elisa Rosegger-Purkrabek, beide von der Firma SCAN (Agentur für Markt- und Gesellschaftsanalytik, Siedlungsmanagement und Mediation) im Zuge eines Werkvertrags mit der Antragstellerin, übernommen.

Mit der Betreuung der MieterInnen in der Wohnanlage in der Johann-Böhm-Straße 34/36 während des Sanierungsprozesses wurden unterschiedliche Ziele verfolgt. Zuerst erfolgte die Informationsphase über den Sanierungsprozess und die damit verbundenen Rechte und Pflichten, sowie Konsequenzen und Möglichkeiten. Durch die Zusicherung, dass alle MieterInnen während des Sanierungsprozesses eine umfassende Betreuung erhalten und nach der Sanierung in eine neue Wohnung innerhalb der Siedlung übersiedeln können, konnten Spannungen deutlich reduziert werden. Gleichzeitig gab es die Unterstützung für MieterInnen, die in eine andere Wohnanlage innerhalb von Kapfenberg übersiedeln wollten.

Durch den Betreuungsprozess und Mediation zwischen einzelnen Parteien konnten Konflikte minimiert werden und gleichzeitig eine Sicherheit für den Projektlaufzeitplan der Sanierung (Auszüge zu einem bestimmten Zeitpunkt) gewährleistet werden. Darüber hinaus erfolgte ein Prozess einer „sozialen Sanierung“ innerhalb der Nachbarschaften: Am Beginn zeigte sich eine starke Segregation innerhalb der Siedlung zwischen österreichischen StaatsbürgerInnen bzw. solchen die seit der Errichtung der Siedlung dort wohnhaft sind und Familien mit Migrationshintergrund, die in den letzten 15 Jahren in die Siedlung zugezogen sind. Durch Gespräch, Mediation und einem Siedlungsfestes am Ende des Prozesses, wurden Nachbarschaftsbeziehungen gestärkt, bestehende Konflikte minimiert und das soziale Kapital innerhalb der Siedlung aktiviert.

Diese funktionierende Nachbarschaft ist für das weitere konfliktfreie Zusammenleben innerhalb der Siedlung notwendig. Nach erfolgter Sanierung wird die Hälfte der Wohnungen mit neuen MieterInnen belegt. Da das soziale Milieu der neuen MieterInnen erwartungsgemäß ein anderes als jenes der bestehenden MieterInnen sein wird, ist für eine erfolgreiche soziale Durchmischung innerhalb der Siedlung eine funktionierende Nachbarschaft essentiell. Durch den moderierten Prozess konnte ein Grundstein für ein konfliktfreies, nachbarschaftlich geprägtes Zusammenleben in der Siedlung gelegt werden.

Am Beginn des Prozesses stand die Informationsphase. Im Zuge dessen wurde den BewohnerInnen ein Schreiben der SG ennstal übermittelt, in dem die wichtigsten Informationen über das Sanierungsvorhaben der SG ennstal zusammengefasst waren. Gleichzeitig stellte das Team der Fa. SCAN die geplante Begleitung des Prozess vor.

Darauf folgten erste persönliche Gespräche in den Wohnungen. Im gesamten Prozess wurde darauf geachtet, dass es zu keinen sprachlichen Barrieren für Menschen mit Migrationshintergrund kommt. Die Gemeinde Kapfenberg stellte Dolmetscher zur Verfügung.

Ziel der Erstgespräche war die Erfassung der Umzugs-/bzw. Auszugsbereitschaft der BewohnerInnen und die Aufklärung über die Rahmenbedingungen bei Umzügen bzw. bei einem Wiedereinzug. Jeder/jede hatte die Wahlmöglichkeit zu einem Komplettauszug oder einem temporären Umzug in eine Übergangswohnung, mit der Sicherheit nach der

Sanierung wieder in das Haus einziehen zu können. Zu diesem Zeitpunkt standen jedoch noch keine Ersatzwohnungen zur Verfügung.

Auf Grund der Erstgespräche wurde die Wohnsituation, die Sozialstruktur und die Wohnungswünsche der BewohnerInnen beider Hauseingänge erfasst und analysiert.

Das Ergebnis dieser Analyse sowie das Resultat der Erst- und Zweitgespräche mit den BewohnerInnen ist dem Abschlussbericht der Fa. SCAN zu entnehmen (siehe Anhang 1).

## **Einreichplanung**

Im Zuge der Generalplanung des ersten und zweiten Bauabschnitts mussten sämtliche Anforderungen an das zukünftige innovative Plusenergie-Gebäude bedacht und bei den diversen Planungstätigkeiten und Kalkulationen berücksichtigt werden. Diese Anforderungen betreffen unter anderem die Architektur, die Statik, die Bauphysik, die Haustechnik und die Elektroinstallationen, wobei die primären Ziele des übergeordneten Leitprojektes immer im Vordergrund standen.

Diese sind nachfolgend kurz zusammengefasst:

- *Umsetzung der in SP3 entwickelten aktiven und passiven Fassadenmodule*
- *Umsetzung der in SP3 entwickelten Haustechnikmodule*
- *Bestmögliche Einbindung von erneuerbaren Energieträgern in das Energiekonzept*
- *Optimierung des Gebäudes mit innovativem Energie- und Verteilkonzept*
  - *Reduktion des Energieverbrauchs um mehr als 80%*
  - *Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 80%*
  - *Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch größer als 80%*
- *Optimierung des Energiekonzeptes durch die Nutzung der vorhandenen Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund*
- *Schaffung von zeitgemäßen Wohnungsgrundrissen und Aufschließungsflächen*
- *Entwicklung von wärmebrückenfreien Konstruktionen*
- *Energetischer, behaglicher und kostenmäßiger Vergleich von unterschiedlichen Lüftungssystemen in den zwei Bauabschnitten*

Bei der Gesamtplanung dieses Demonstrationsprojektes wurde verstärkt auf nachfolgende Aspekte eingegangen:



### Thermische Sanierung der Hüllflächen:

Eine hochwertige thermische Sanierung der Außenhülle, nach Möglichkeit mit ökologischen und wirtschaftlichen Methoden, war beim Sanierungsprojekt mit vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodulen in Kapfenberg Voraussetzung für eine zukunftsweisende Denkweise. Standardsanierungen sind eine verlorene Chance – weitere thermische Sanierungen wird es in den nächsten Jahren kaum mehr geben.

### Thermisches Konzept:

- hochwertige thermische Sanierung der Außenwände mit passiven und aktiven vorgefertigten Fassadenmodulen
- hochwertige Dämmung von Flachdach und Kellerdecke
- neue Fensterkonstruktionen (Holzfenster 3-fach Verglasung)
- Beseitigung der vorhandenen Wärmebrücken (z.B. Balkone etc.)

### angestrebtes Ziel:

→ höchstmögliche Vorfertigung aller gelieferten Komponenten

### Plusenergie:

Als Beispiel sei die Herausforderung genannt, durch das Ziel einer positiven Plus-Energiebilanz, sprich mehr Energie vor Ort zu erzeugen als im gleichen Zeitraum verbraucht wird, Flächen für den Einsatz von solarthermischen Kollektoren und PV-Modulen am Gebäude zu schaffen. Gelöst wurde dies durch die Integration der solarthermischen Kollektoren in ein neu errichtetes Solarsegel auf der Südseite des Gebäudes. Dies ermöglicht durch dessen Neigungswinkel einen höheren Ertrag der Anlage, gleichzeitig kann der neu entstandene Raum unterhalb des Segels als Haustechnikraum genutzt werden. Durch diese Anordnung können zum einen die Leitungslängen der thermischen Solaranlage verkürzt und der Pufferspeicher ohne größeren Aufwand installiert werden.

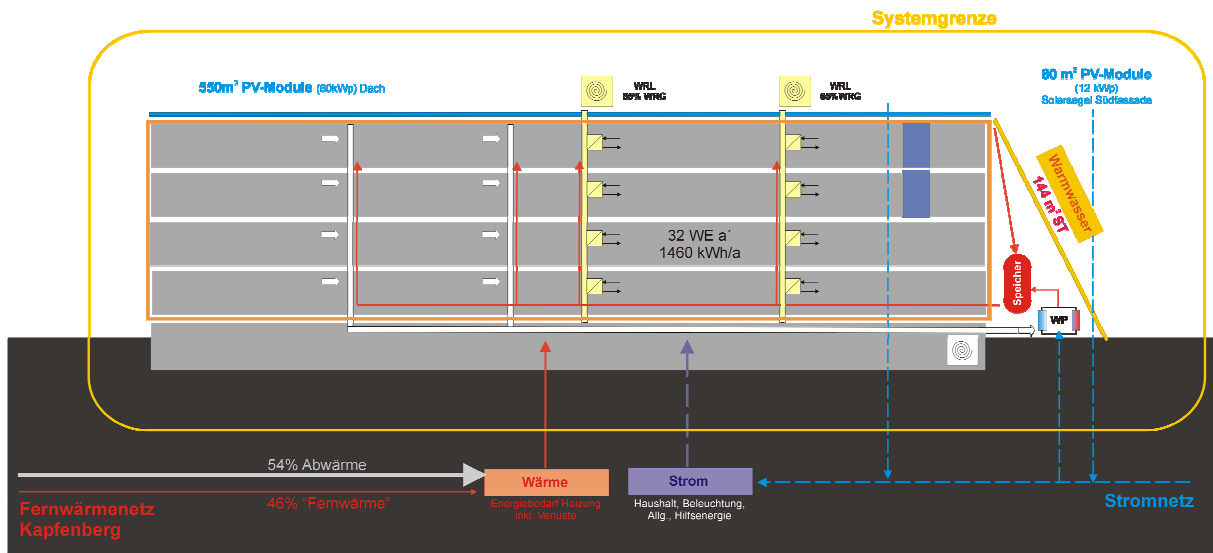


Abbildung 18: Prinzipielles Schema Plusenergie (Quelle: AEE INTEC)

Die Photovoltaikmodule hingegen werden auf eine neu errichtete Konstruktion am Dach montiert. Durch diese Konstruktion ist es möglich eine größere Anzahl an Modulen zu installieren, als es bei einer üblichen Aufständering möglich wäre. Gleichzeitig ergeben sich aber auch weitere Vorteile der Konstruktion. Einerseits kann das Flachdach dadurch gewartet und auf Schäden kontrolliert werden, bleibt so weiterhin begehbare und nutzbar (z.B. für die Lüftungszentralen), andererseits dient die Konstruktion als Witterungsschutz für Balkone und Laubengang sowie als Verschattungselement, das die Wohnungen des 3. Obergeschoßes im Sommer vor der Sonne schützt (Abbildung 19).

### Schnitt

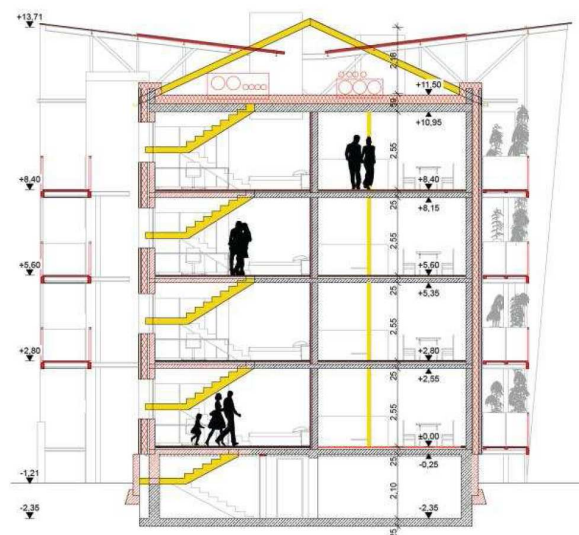


Abbildung 19: Schema PV-Segel am Dach (Quelle: Nussmüller Architekten ZT GmbH und AEE INTEC)

### Neugestaltung Grundriss:

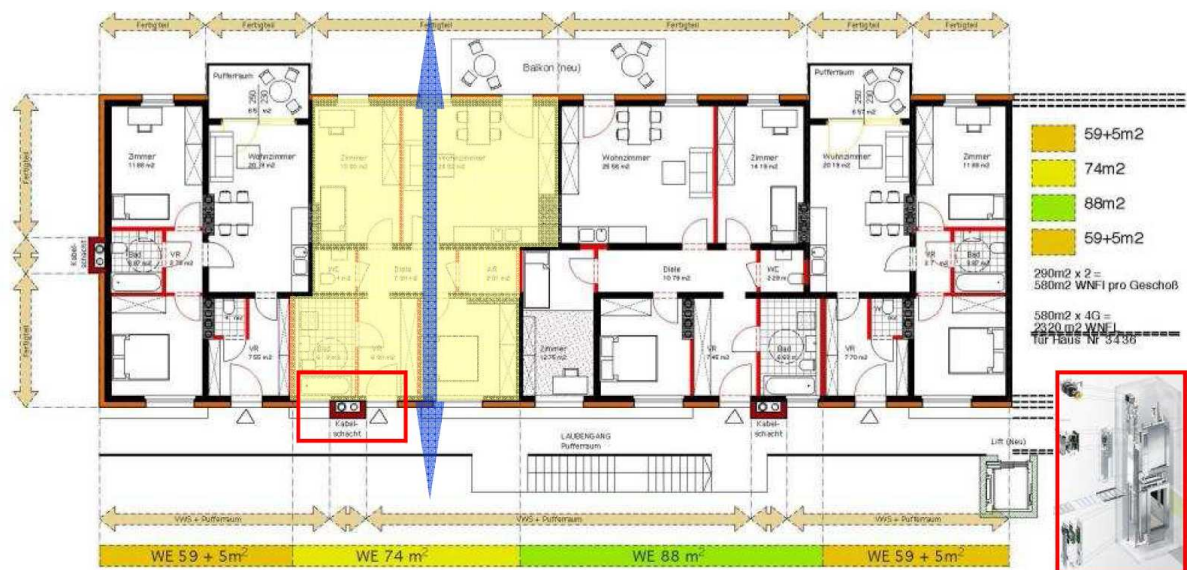
Eine hochwertige und innovative Sanierung der Hülle stellt für die Architektur eine 2. Chance dar. Innovation soll und muss sichtbar werden. Die Bewohnerinnen und Bewohner müssen stolz auf ihr Gebäude und dessen Aussehen sein.

Gleichzeitig zu einer thermisch hochwertigen Sanierung und Modernisierung mussten daher die zeitgemäße Grundrissgestaltung und die Vorgaben für ein behindertengerechtes Bauen mitgeplant werden. Die Einplanung eines energieeffizienten Aufzuges war unumgänglich. Durch die baulichen Gegebenheiten der sogenannten Halbstockstiegenhauslösungen, wurde die Einplanung einer Laubenganglösung seitens des Architekten in Angriff genommen.

Die bestehenden Balkone stellten eine massive Wärmebrücke dar. Zudem waren diese zu klein dimensioniert. Es macht daher Sinn, im Zuge einer umfassenden Sanierung diesen Aspekt mit zu planen und den Bewohnerinnen und Bewohnern mehr Außenfläche zur Verfügung zu stellen. Als wirtschaftlichste Lösung stellte sich die Entfernung der alten Balkonplatte und die Erneuerung bzw. Vergrößerung durch eine wärmebrückenfreie Konstruktionen dar.

Eine wirtschaftliche und somit leichter leistbare hochwertige Sanierungslösung für die Bauherrin / den Bauherrn ist dann gegeben, wenn sich die Möglichkeit einer Erweiterung der Wohnnutzfläche durch Aufstockung bzw. Nachverdichtung ergibt. Durch die ausgeführte Laubenganglösung wurden die Aufschließungsflächen, wie Stiegenhaus und Gänge frei und konnten der Nutzfläche zugeschlagen werden. Eine behindertengerechte Lösung und die Einsparung eines zweiten Aufzuges waren somit gegeben.

Abbildung 20 zeigt einen Auszug des neu gestalteten Grundrisses.



## Grundriss - Sanierung

Abbildung 20: Grundrissneugestaltung neu – Auszug (Quelle: Nussmüller Architekten ZT GmbH und AEE INTEC)

### Haustechnikkonzept und -modul:

Aus energetischen, sowie Behaglichkeits- und Komfortgründen wurde eine mechanische Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung als auch zu Test- und Demonstrationszwecken eine reine Abluftanlage mit WRG über eine Wärmepumpe eingebaut. Die Einbindung der neuen Lüftungsanlagen in die alte Bausubstanz war eine Herausforderung für Planer und Ausführende.

Die veralteten Haustechnikanlagen, wie Heizung, Warmwasser und Sanitärinstallationen wurden komplett erneuert bzw. modernisiert.

Das Heizungssystem und deren Wärmeabgabe waren nicht mehr zeitgemäß und nicht auf die neuen Erfordernisse eines Niedrigstenergiehauses abgestimmt. Die Einbindung bzw. der Einsatz von erneuerbaren Energiequellen ist bei diesem Bauvorhaben eine gute Möglichkeit für eine ressourcenschonende zukünftige Betriebsweise.

Ein wesentlicher Punkt eines ganzheitlichen Ansatzes in der Sanierung besteht in der Qualitätssicherung schon während der Planungsphase, während der Sanierung und im Betrieb. Nur so war es möglich, ein optimiertes und in den einzelnen Gewerken abgestimmtes Sanierungskonzept umzusetzen. Eine Optimierung der Haustechnikanlage erfolgt durch ein begleitendes Monitoring während der Einregelungsphase in den ersten Monaten bzw. im ersten Jahr. Diese Maßnahme ist Voraussetzung für eine hochwertige und wirtschaftliche Sanierung eines Altbestandes.

Die Integration von Ver- und Entsorgungsleitungen in die Gebäudehülle (über vorgefertigte Versorgungsmodule) ermöglicht die Erneuerung der Haustechnik in der umfassenden Sanierung und Modernisierung.

Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Auswahl und Art der Materialien gelegt. Ökologische Baumaterialien und trennbare und recyclebare Konstruktionen wurden bevorzugt. Die Wartung der Bauteile sollte dabei ein Minimum darstellen.

Zusammengefasst kann das Haustechnikkonzept durch folgende Punkte werden:

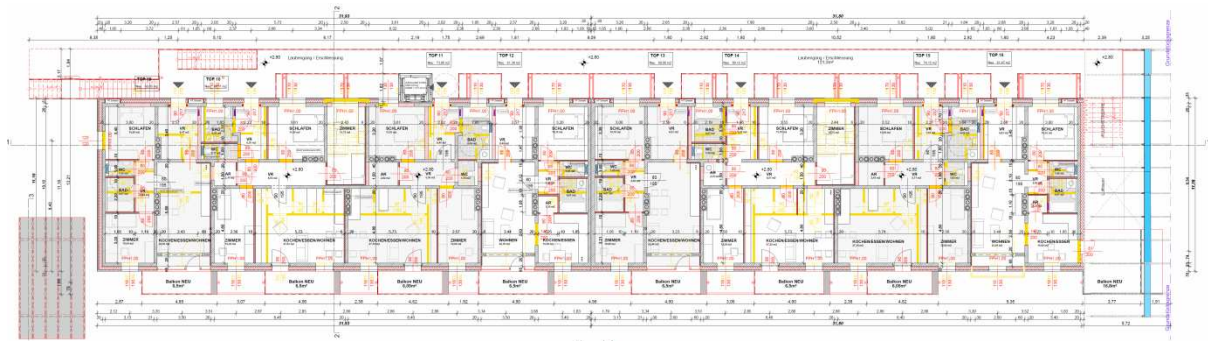
- Heizungs- u. Warmwasser Zuleitungs- bzw. Verteilsystem über die Fassade (über Haustechnikmodule)
- Wärmeabgabe mit Niedertemperatur-Heizkörper
- 2-Leitersystem mit Warmwasserboiler in jeder Wohnung
- Zentrale Komfortlüftung mit WRG (1.BA) + zentrale Abluftanlage mit WRG über Wärmepumpe (2. BA)
- Wärmespeicherung über Pufferspeicher (7.500 l)
- Produktion von Strom u. Wärme vor Ort mittels Solarkomponenten u. Restwärmenutzung von Fernwärme (Abwärme)

## **Baubewilligung**

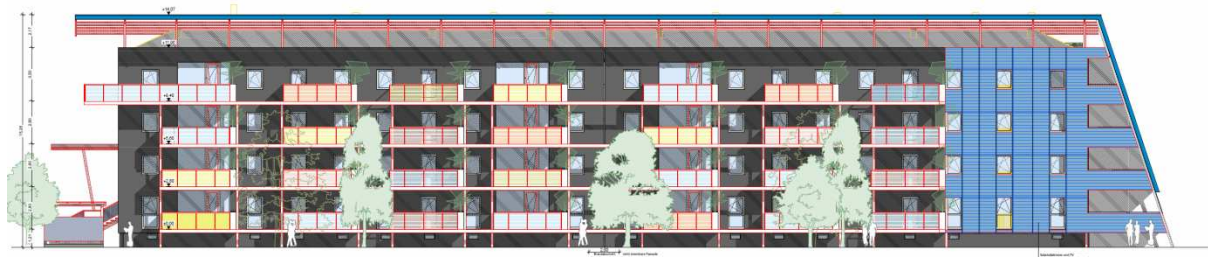
Im ersten Schritt wurden sämtliche Unterlagen für die Baueinreichung des innovativen Sanierungsvorhabens vor- und aufbereitet. Dies umfasste sämtliche erforderlichen Pläne des Gebäudes aber auch die erforderlichen bauphysikalischen Berechnungen, wie z.B. Berechnung der sommerlichen Überwärmung und des Schallschutzes sowie die Energieausweisberechnung lt. OIB Richtlinie 6.

### Einreichpläne

Nachfolgende Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen Auszüge aus den Einreichplänen des Gebäudes.



**Abbildung 21: Einreichplan - Grundriss 1. OG (Quelle: Nussmüller Architekten ZT GmbH)**




**Abbildung 22: Einreichplan - Ansicht West (Quelle: Nussmüller Architekten ZT GmbH)**

### Bauphysikalische Berechnungen und Nachweise

Der bauphysikalische Nachweis für die Einreichung beinhaltetete sowohl den schall- und wärmeschutztechnischen Nachweis als auch die Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes für das Demonstrationsprojekt. Dabei mussten sowohl die Anforderungen des Steiermärkischen Baugesetzes als auch die Anforderungen der relevanten Normen (z.B. ÖNORM B 8110-1/-2/-3 und ÖNORM B 8115-2/-4) eingehalten werden. Gleichzeitig erfolgte eine Optimierung der Aufbauten der wärmeübertragenden Bauteile.

Die Berechnungen erfolgten dabei für sämtliche Bauteile des Gebäudes (sowohl Innen- als auch Außenbauteile). Das Ergebnis ist auszugsweise in nachfolgender Abbildung 23 ersichtlich.



Typ: AD DA01	Bauteil: Dachdecke (Flachdach) Sanierung	Verfasser der Unterlagen:  Technisches Büro f. Physik - Bauphysik Gleisdorfstraße 4, 8010 Graz Tel.: +43(0)316 84 44 00-0, Fax: -40 e-mail: office@dietsuphysiker.at, web: www.dietsuphysiker.at	GZ: Bauvorhaben: Kapfenberg Johann-Böhmstr.	Formblatt WBF 6a
--------------------	--	--	---	---------------------

Aufbau:	Baustoff:		berücksichtigen	Dicke d	Raumgewicht des Baustoffes $\rho$	Flächengewicht des Baustoffes $\rho * d$	$\lambda \cdot \alpha$	$d / \lambda$ ( $1/\alpha$ )	
Graphische Darstellung	Nr.	Pos. Nummer		Bezeichnung	[m]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[W/m K]	[m <sup>2</sup> K/W]
O			Außerer Wärmeübergangskoeffizient $\alpha_a$				25,000	0,040	
		1	Schüttung (Kies 16/32)	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0500	1.800	90,0	0,700	0,071
		2	Samafil TG 66	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0000	1.000	0,0	0,200	0,000
		3	EPS F - Plus Gefälledämmpl. (I.M. 14cm)	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1400	17	2,3	0,031	4,516
		4	EPS F - Plus	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1600	17	2,7	0,031	5,161
		5	Samavap 2000 E	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0002	930	0,2	0,350	0,001
		6	Hohlkörperdecke ohne Aufbeton	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1400	2.400	336,0	2,300	0,061
	7	Deckenputz	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0200	2.000	40,0	1,400	0,014	
U	M 1:20		Innerer Wärmeübergangskoeffizient $\alpha_i$				10,000	0,100	
			Flächenbezogene Masse m'			471,3			
			Summe		0,510		$1/k = 1/\alpha_a + \sum d/\lambda + 1/\alpha_i$	9,964	

Wärmeschutznachweis gemäß Wärmedämmverordnung		Planwert	erforderlich	Nachweis des Schallschutzes: bewertetes Schalldämm-Maß Nachweis nach Ö-Norm B 8115-4 bewertetes Schalldämm-Maß Nachweis nach Ö-Norm B 8115-4 equiv. bew. Normtrittschallpegel Nachweis nach Ö-Norm B 8115-4
Wärmedurchlasswiderstand	D(R) [m <sup>2</sup> K/W]	9,824		
Wärmedurchgangskoeffizient	k(U) [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,100	0,20	

Schallschutznachweis gemäß DVO zum Steier. WBFGes.		Planwert	erforderlich
Bewert. Schalldämm-Maß	R <sub>w</sub> [dB]	57	43
Bewert. Standard-Schallpegeldiff.	D <sub>nT,w</sub> [dB]		
Bewert. Standard-Trittschallpegel	L <sub>nT,w</sub> [dB]		48

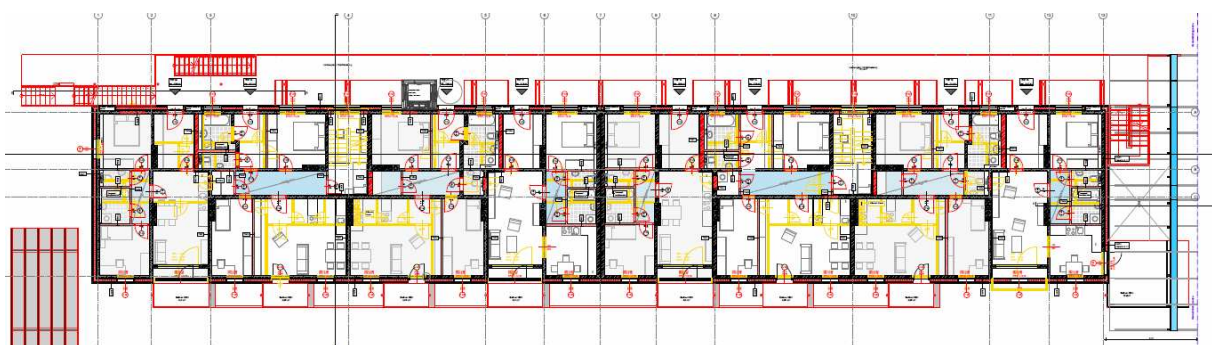
Statische Energieeintragungs- und Wärmeschutzverordnung, LGB/Nr. 61/2008  
Bauphysikalischer Nachweis

**Abbildung 23: Bauphysikalische Berechnung – Auszug**  
(Quelle: rosenfelder & höfler consulting engineers GmbH & Co KG)

## Ausführungs- und Detailplanung

Neben der Einreichplanung waren die Ausführungs- und Detailplanung, sowie die Erstellung der Leistungsverzeichnisse ebenso Inhalt des ersten Projektzeitraums. Abbildung 24 zeigt einen Auszug aus dem Ausführungsplan.

### Polierplan:

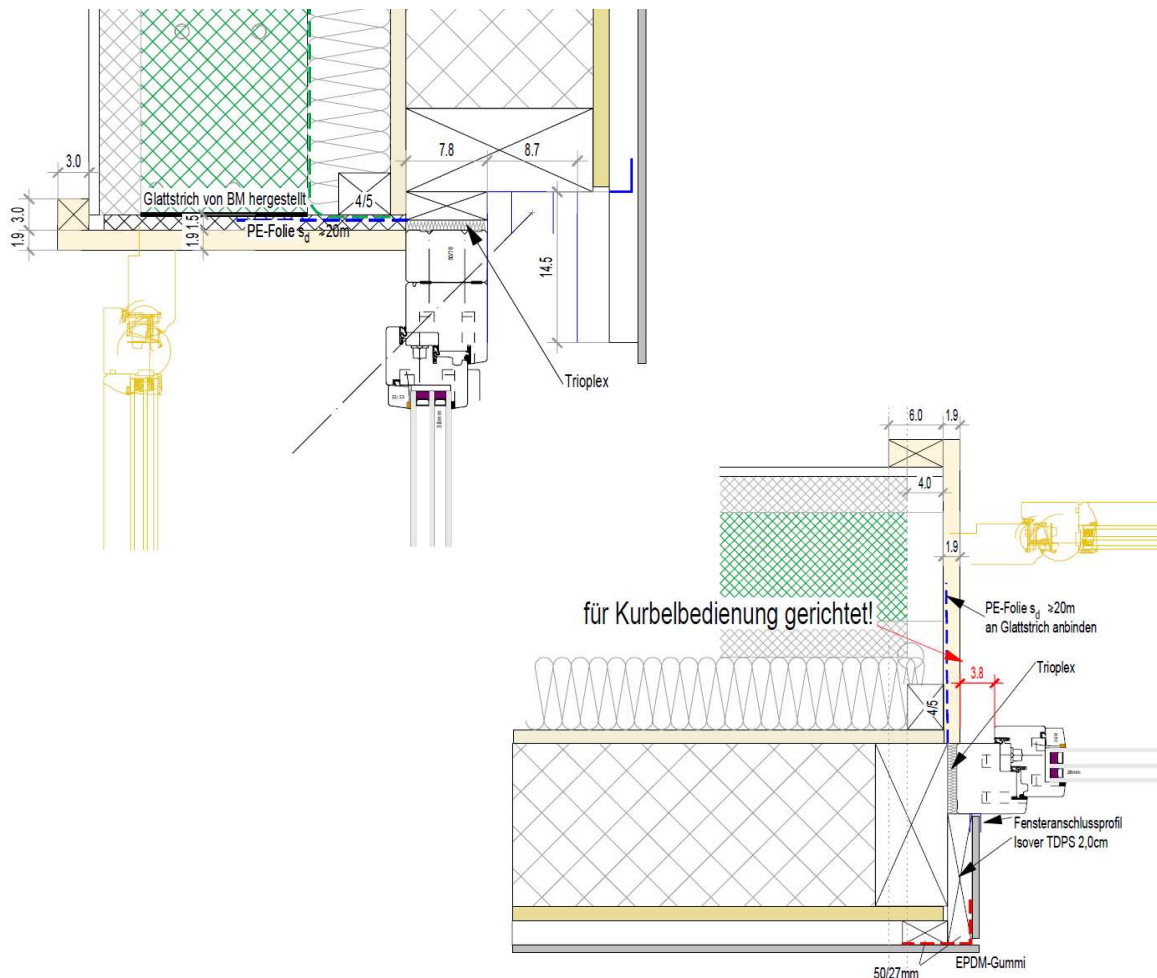


**Abbildung 24: Ausführungsplan – Grundriss 1. OG** (Quelle: Nussmüller Architekten ZT GmbH)

### Detailplanung:

Mit den Projektpartnerinnen wurden die relevanten Details der Fassaden- und Haustechnikmodule gemeinsam entwickelt und optimiert, sowie für die Ausführung freigegeben. Sämtliche Schnittstellen der unterschiedlichen Gewerke wurden miteinbezogen.

Auszugsweise wird der obere und seitliche Fensteranschluss dargestellt (Abbildung 25).



**Abbildung 25: Detail Fensteranschluss seitlich und oben (Quelle: Holzbau Kulmer GmbH)**

### Wärmebrückenberechnungen:

Neben der Darstellung sämtlicher Details der Gebäudehülle wurde auch die Ausführungsplanung durchgeführt.

So wurden in der Detailplanung einzelne wichtige Anschlüsse, wie z.B. Fensteranschluss, Kellerdecke, Flachdach und Anschluss des Haustechnikschachtes genauestens geplant und gezeichnet.

Um eine möglichst wärmebrückenfreie Konstruktion auszuführen, war es erforderlich die relevanten Details mittels mehrdimensionaler Wärmebrückenberechnungen zu bemessen (siehe Abbildung 26).



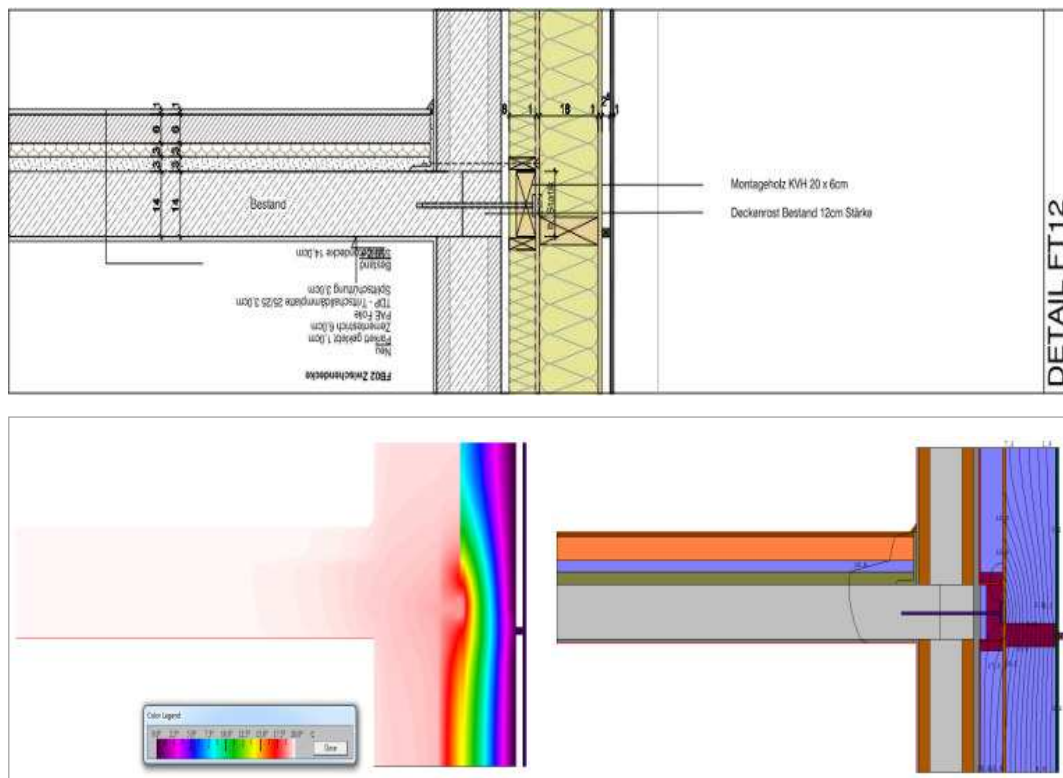


Abbildung 26: Wärmebrückenberechnung Deckenanschluss – Auszug (Quelle: AEE INTEC)

### Haustechnikplanung:

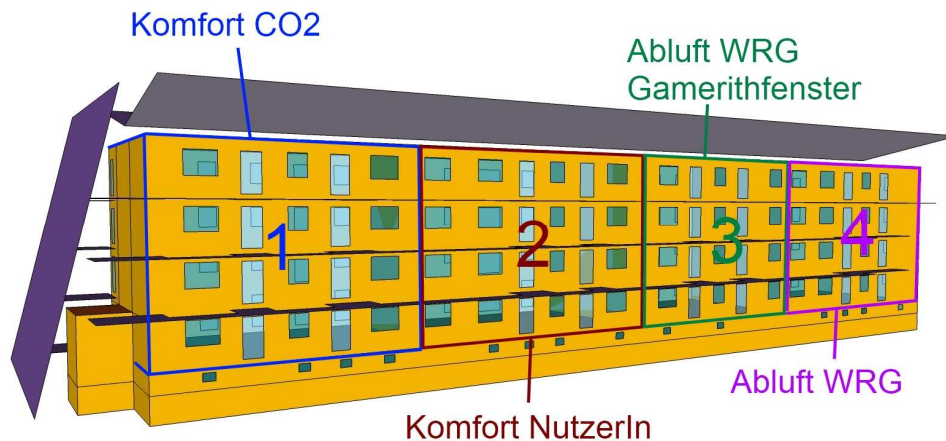
Neben der bautechnischen Planung wurden in dieser Phase auch die erforderlichen haustechnischen Planungen durchgeführt. Dies betraf dabei die Lüftungsanlage, die Heizung und Brauchwarmwasserbereitung und die Planung der Photovoltaikanlage bzw. der Elektroinstallationen im Gebäude. Nachfolgend eine kurze Beschreibung der wesentlichen Ziele und Aufgaben bei der haustechnischen Planung:

#### ❖ Lüftung

Auf die Lüftung im Demonstrationsgebäude wurde ein besonderes Augenmerk gelegt. Erstmals nämlich werden in einem Gebäude gleichzeitig vier verschiedene Varianten einer mechanischen Lüftungsanlage installiert, vermessen und analysiert. Dadurch sind konkrete Aussagen zu deren Betrieb mit sämtlichen Vor- und Nachteilen möglich, wobei der größte Gewinn sicherlich darin besteht alle vier Varianten in einem Gebäude gleichzeitig zu testen. Somit sollte die Aussagekraft der Ergebnisse sicherlich höher sein als beim Vergleich unterschiedlicher Gebäude (da normalerweise pro Gebäude nur eine Variante installiert wird).

Bei den vier verschiedenen Varianten handelt es sich um zwei mechanische Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung über einen Luft-Luft-Gegenstromwärmetauscher, wobei die Regelung für acht Wohneinheiten über einen CO<sub>2</sub>-Sensor und für acht

Wohneinheiten über einen 3-stufigen Wohnraumregler durch die BewohnerInnen erfolgt. Die restlichen 16 Wohneinheiten werden hingegen mit einer mechanischen Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung über eine Wärmepumpe ausgestattet, wobei in vier Wohnungen die Zuluftzufuhr über eine neuartige Fensterkonstruktion (das sogenannte „Gamerithfenster“) und in den restlichen 12 Wohneinheiten über standardmäßige Fensterzuluftelemente erfolgt. Das Demonstrationsgebäude kann somit in vier verschiedene „Lüftungszonen“ eingeteilt werden. Nachfolgende Abbildung 27 zeigt eine vereinfachte Darstellung des Gebäudes samt Zuordnung der einzelnen Lüftungstechnologien.



**Abbildung 27: Vereinfachte Darstellung der vier verschiedenen „Lüftungszonen“ inkl. Zuordnung der eingesetzten Technologien – Ostansicht des Gebäudes (Quelle: AEE INTEC)**

Tabelle 1 zeigt dazu einen Vergleich der vier eingesetzten Lüftungssysteme im Demonstrationsgebäude. Eine genauere Beschreibung der Systeme erfolgt im Anschluss an die Tabelle.

**Tabelle 1: Vergleich der vier eingesetzten Lüftungssysteme (Quelle: AEE INTEC)**

	<b>1</b> Komfort CO <sub>2</sub>	<b>2</b> Komfort NutzerIn	<b>3</b> Abluft WRG Gamerithfenster	<b>4</b> Abluft WRG
Beschreibung	Mechanische Be- und Entlüftung mit WRG und CO <sub>2</sub> -Regelung / Fan Optimizer	Mechanische Be- und Entlüftung mit WRG - Standardregelung	Mechanische Abluftanlage in Kombination mit Gamerithfenster und indirekter WRG mittels Wärmepumpe	Mechanische Abluftanlage mit indirekter WRG mittels Wärmepumpe
Position Lüftungsgerät	1 Gerät am Dach unter PV-Siegel	1 Gerät am Dach unter PV-Siegel	1 gemeinsames Gerät für Varianten 3 und 4 am Dach unter PV-Siegel	
Frischluf-ansaugung	Am Dach über der Ostfassade	Am Dach über der Ostfassade	Über Luftspalt im Gamerith-Kastenfenster („Vorwärmung“ der Außenluft)	Über Schlitz im Fensterrahmen – „herkömmliche“ Variante
Philosophie	Luftmenge wird automatisch auf die Belegung der Wohnung angepasst. (Grundlüftung bleibt bei Abwesenheit der BewohnerInnen gewährleistet)	Luftmenge wird in drei Stufen (1 = Grundlüftung, 2 = Komfort-Luftmenge, 3 = Partytaste mit erhöhtem Luftwechsel) durch die/den BewohnerIn selbst angepasst.	Mindestfrischluftmenge (Grundlüftung) wird eingebracht.	Mindestfrischluftmenge (Grundlüftung) wird eingebracht.
Regelung	Die Luftmenge wird über die Höhe der gemessenen CO <sub>2</sub> -Konzentration in der zentralen Abluft je	Die/der BewohnerIn kann zwischen drei Stufen wählen und damit fix voreingestellte Luftmengen am	Eine Grundlüftung wird unregelt mit ca. 35 m <sup>3</sup> pro Raum und Stunde angeboten. Zusätzlich können einzelne Räume	Eine Grundlüftung wird unregelt mit ca. 35 m <sup>3</sup> pro Raum und Stunde angeboten. Zusätzlich können einzelne Räume

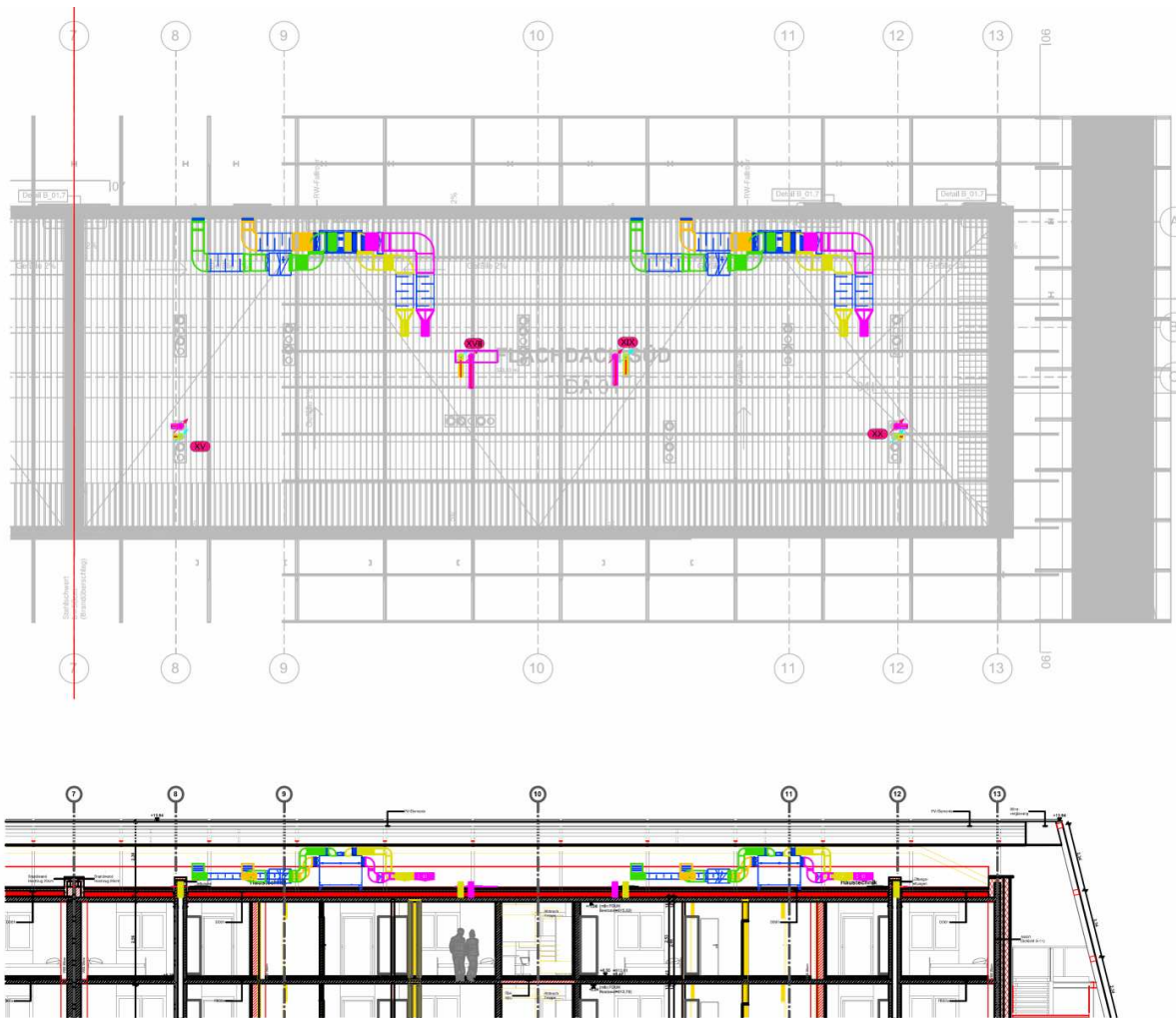
	<b>1</b> Komfort CO <sub>2</sub>	<b>2</b> Komfort NutzerIn	<b>3</b> Abluft WRG Gamerithfenster	<b>4</b> Abluft WRG
	Wohnung gemessen und über den Volumenstromregler sowie als Rückmeldung an das Lüftungsgerät selbst angepasst.	Volumenstromregler und in weiterer Folge im Lüftungsgerät selbst abrufen.	per Schalter kurzfristig auf ca. 60 m <sup>3</sup> /h erhöht werden.	per Schalter kurzfristig auf ca. 60 m <sup>3</sup> /h erhöht werden.

Beschreibung der Lüftungsvarianten:

**a. BA 1 - mechanische Zu- und Abluftanlage mit WRG (System 1 und 2)**

Die mechanische Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über einen Luft-Luft-Gegenstromwärmetauscher soll nicht nur zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs, sondern auch zu einer kontrollierten Versorgung der Räumlichkeiten mit Frischluft führen. Denn neben der energetischen Verbesserung der Gebäudehülle soll auch gleichzeitig die Behaglichkeit im Gebäude erhöht werden. Die mechanische Lüftungsanlage soll ihren Teil dazu beitragen.

Bei der Planung der mechanischen Lüftungsanlage mit WRG mussten unterschiedliche Kriterien berücksichtigt werden. So sollten durch den Aufstellungsort und die gewählte Leitungsführung die Rohrlängen kurz und somit die Wärmeverluste aber auch die Kosten klein gehalten werden. In verschiedenen Varianten wurden daher unterschiedliche Aufstellungsorte der Lüftungszentrale (Dach oder Keller) sowie unterschiedliche Varianten der Rohrleitungsführung (komplette Verlegung in den neuen Haustechnikschächten und/oder Ausnutzung der vorhandenen Kamine/Schächte) überprüft. Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten wurden abgewogen und anschließend der Fokus auf die optimierte Variante gelegt. So z.B. hat die Aufstellung der Lüftungszentrale am Dach die Vorteile der einfacheren Montage, der kürzeren und einfacheren Leitungsführung sowie die direkte Anbindung an die Steigstränge. Abbildung 28 zeigt ein Schema der Lüftungszentrale am Dach.

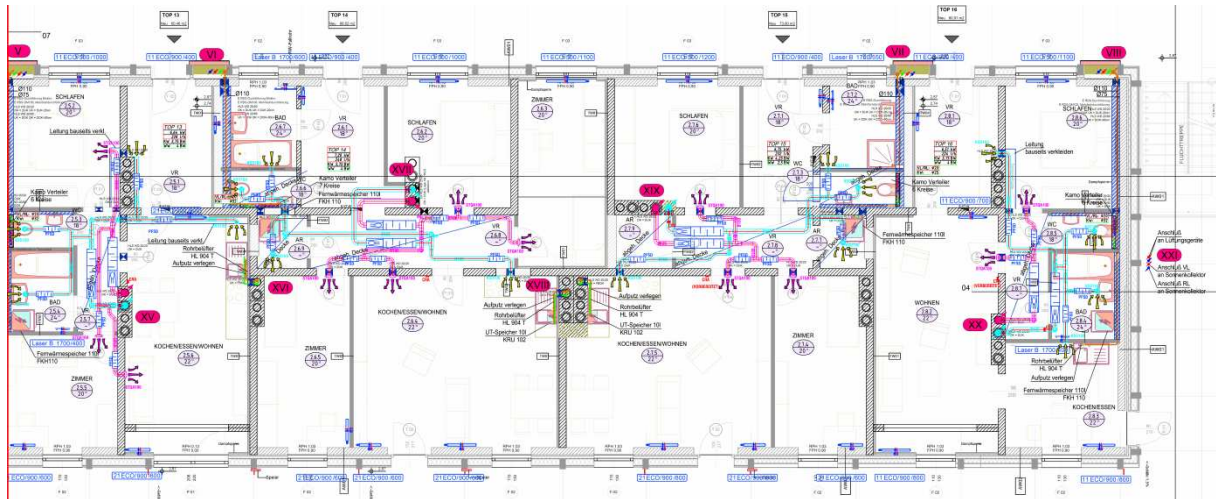


**Abbildung 28: Schema Dachaufstellung Lüftungszentralen (Quelle: Fa. TB Ing. Bernhard Hammer GmbH)**

Bei der Auswahl der Lüftungszentrale musste anschließend auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden. D.h. das Gerät muss wetterfest sein um den unterschiedlichen Außenbedingungen Stand zu halten. Neben der Wetterfestigkeit waren weitere Kriterien bei der Auswahl der Lüftungszentrale entscheidend. So z.B. der Volumenstrombereich des Gerätes, vorhandener Sommerbypass, hoher Wärmebereitstellungsgrad, usw.

Dieser Planung gingen u.a. auch die Auslegung der Volumenströme in den einzelnen Wohnungen und die Regelung des Zuluftvolumenstroms voraus.

Abbildung 29 zeigt einen Auszug der Leitungsführung der Zu- und Abluftkanäle in den Wohnungen des 1. Obergeschoßes des 1. BA.



**Abbildung 29: Luftleitungsführung in den Wohnungen im 1.OG des 1.BA – Auszug (Quelle: Steinwender Installations-Gesellschafts m.b.H.)**

Wie schon erwähnt wurden im Demonstrationsgebäude zwei verschiedene Regelungsstrategien installiert:

- Bedarfsgerechte Regelung des Volumenstroms über CO<sub>2</sub>-Sensor

In acht Wohneinheiten wird der Volumenstrom bedarfsgerecht über CO<sub>2</sub>-Sensoren geregelt. Dazu wurden in jeder Wohnung für die Zu- und Abluft variable Volumenstromregler / Umlenkschalldämpfer vorgesehen. Über einen CO<sub>2</sub>-Sensor, welcher im Wohnzimmer der jeweiligen Wohneinheit installiert ist, wird in Abhängigkeit des CO<sub>2</sub>-Wertes der variable Volumenstromregler mit einem Steuersignal von 0-10 V beaufschlagt. D.h. der variable Volumenstromregler regelt über den Istwert des CO<sub>2</sub>-Sensors den Volumenstrom.

- Regelung des Volumenstroms über 3-stufigen Wohnraumregler

In acht Wohneinheiten wird der Volumenstrom über einen 3-stufigen Wohnraumregler geregelt. Dazu wurden wiederum in jeder Wohnung für die Zu- und Abluft variable Volumenstromregler / Umlenkschalldämpfer vorgesehen. Über den 3-stufigen Wohnraumregler, welcher ebenfalls im Wohnzimmer der jeweiligen Wohneinheit installiert ist, hat der/die BewohnerIn die Möglichkeit den Volumenstrom in drei Stufen zu regeln:

- Stufe 1 – Abwesenheitsbetrieb (minimaler Volumenstrom)
- Stufe 2 – Betriebsvolumenstrom
- Stufe 3 – Stoßlüftung / „Partylüftung“ (maximaler Volumenstrom)

Abbildung 30 zeigt den 3-stufigen Wohnraumregler, der in acht Wohnungen zur Regelung des Volumenstroms eingebaut ist.



**Abbildung 30: 3-stufiger Wohnraumregler (Quelle: AEE INTEC)**

#### **b. BA 2 – mechanische Abluftanlage (System 3 und 4)**

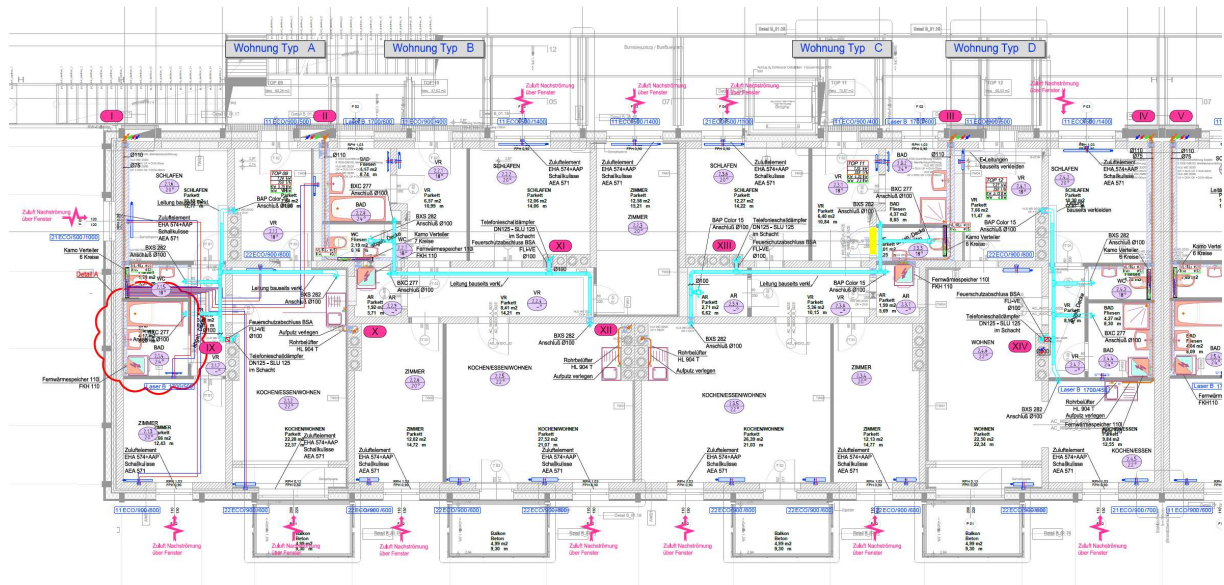
Ergänzend zu den bisher geplanten Varianten (Be- und Entlüftung) ist die Erprobung einer Abluftanlage mit Wärmepumpe im mehrgeschossigen Wohnbau interessant. Diese wird im 2. BA des Demonstrationsgebäudes realisiert und vermessen werden.

Die Zuluft wird dabei ohne zusätzliche Luftleitungen über die Fensterkonstruktionen strömen.

Eingesetzt werden dabei einerseits konventionelle Fenster mit Lüftungsschlitze im Fensterrahmen und andererseits eine neuartige Fensterkonstruktion, das sogenannte „Gamerithfenster“ mit ebenfalls herkömmlichen Lüftungsschlitzen im Fensterflügel (Fensterzuluftelemente).

Somit ist ein weiterer Vergleich des Energieverbrauches und der Behaglichkeit möglich.



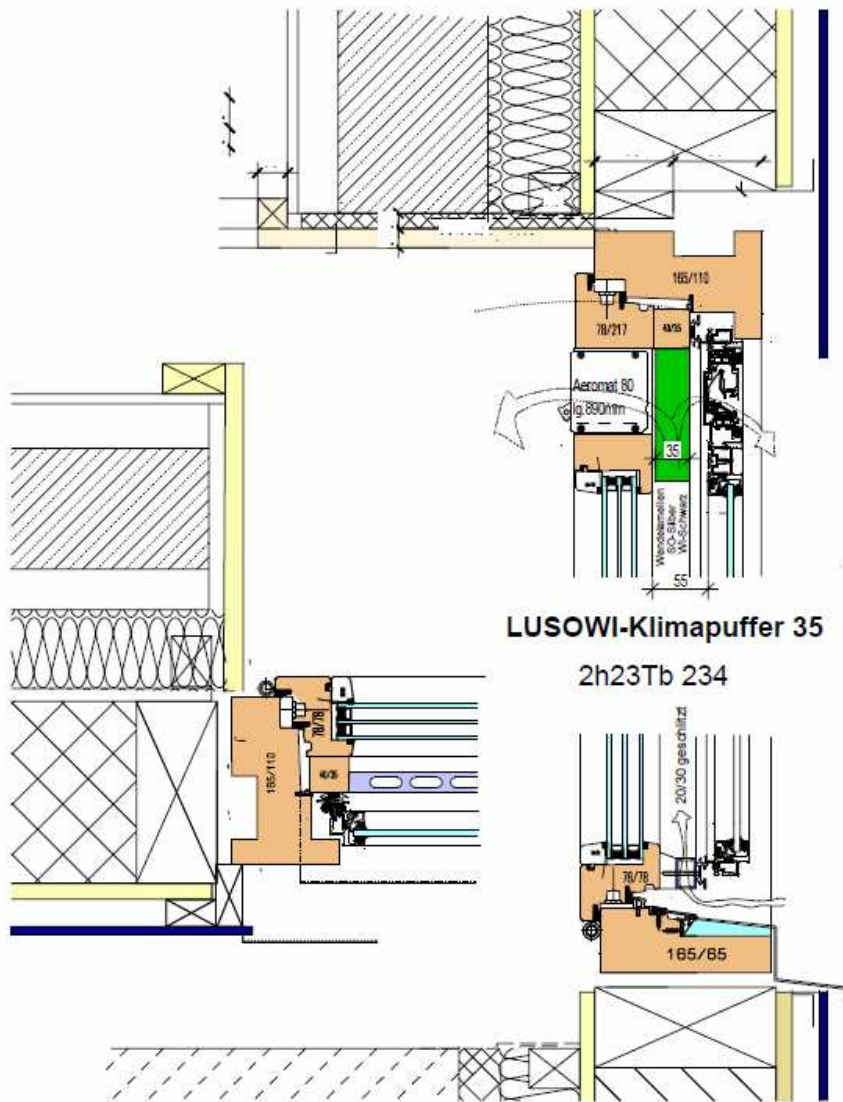


**Abbildung 31: Luftleitungsführung in den Wohnungen im 1.OG des 2.BA – Auszug (Quelle: Steinwender Installations-Gesellschafts m.b.H.)**

Beim „Gamerithfenster“ handelt es sich um ein Verbundfenster, wobei der Innenflügel eine 3-fach-Verglasung und der Außenflügel eine Einfachverglasung besitzt. Der dazwischenliegende Raum wird für die Unterbringung des Sonnenschutzes genutzt. Somit ist dieser vor den äußeren Wetterbedingungen (Regen, Schnee, Wind) bestmöglich geschützt und zudem noch wärmebrückenfrei in die Fensterkonstruktion integriert. Durch die 3-Scheiben-Verglasung des Innenflügels können beste Wärmedämmwerte erreicht werden.

Dem Luftraum zwischen Innen- und Außenflügel kommt im „Gamerithfenster“ allerdings noch eine weitere besondere Rolle zu. Dieser Luftraum wird nämlich von der Außenluft durchströmt. Dafür sorgt eine kleine Zuluftöffnung im unteren Bereich des Fensters. Durch diese Zuluftöffnung gelangt Außenluft zwischen die beiden Fensterflügel und wird dort durch die Sonneneinstrahlung erwärmt. Im oberen Bereich des „Gamerithfensters“ befindet sich ein Schalldämmlüfter (AEROMAT 80) durch den die erwärmte Außenluft in den Wohnbereich gelangen kann. Durch diese Konstruktion sollte eine Vorwärmung der kalten Außenluft in Wintermonaten durch die Sonneneinstrahlung möglich sein, welches sich positiv auf die Behaglichkeit in der Wohnung aber auch auf deren Energieverbrauch auswirken sollte.

Nachfolgende Abbildung 32 zeigt eine Detailzeichnung des Fensters.



**Abbildung 32: Detailzeichnung Gamerithfenster (Quelle: Prof. Horst Gamerith)**

In den Sommermonaten, in dem eine zusätzliche Erwärmung der Außen- bzw. Zuluft nicht gewünscht wird, kann der Schalldämmlüfter über einen Hebel geschlossen werden. Dabei verschließt eine Lüfterklappe die Öffnung der Frontplatte und verhindert so den ungewollten Luftaustausch mit der Außenumgebung. Die Wohnungen werden somit von einem zusätzlichen Wärmeeintrag durch die Zuluft bewahrt.

Nachfolgende Abbildung 33 zeigt drei Aufnahmen des Prototyps, welcher von der Fa. Gaulhofer und Fa. Schüco hergestellt wurde.

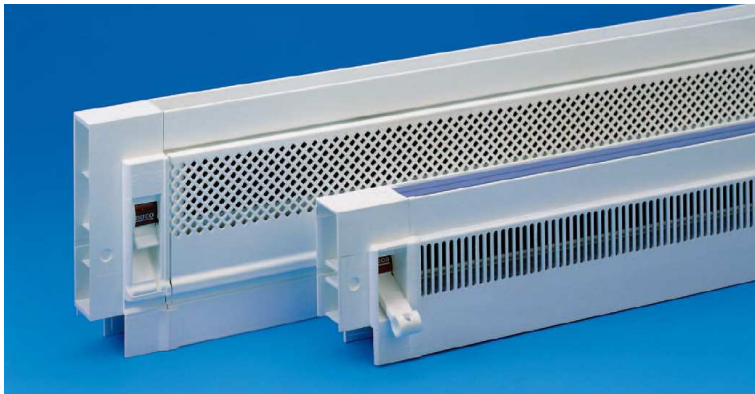




**Abbildung 33: Prototyp des „Gamerithfenster“ (Quelle: AEE INTEC)**

Dieses Fenster wird großteils in den Wohnungen des Lüftungsvariantenabschnittes 3 eingesetzt. In den Nassräumen kommt kein Lüftungselement zum Einsatz, da es ansonsten zu einem „Kurzschluss“ der Lüftung kommen kann.

Bei den Fensterzuluftelementen handelt es sich um Zuluftelemente des Typs Ducoflat (siehe Abbildung 34).



**Abbildung 34: Zuluftelement für Fenstermontage (Quelle: Fa. Ducoflat)**

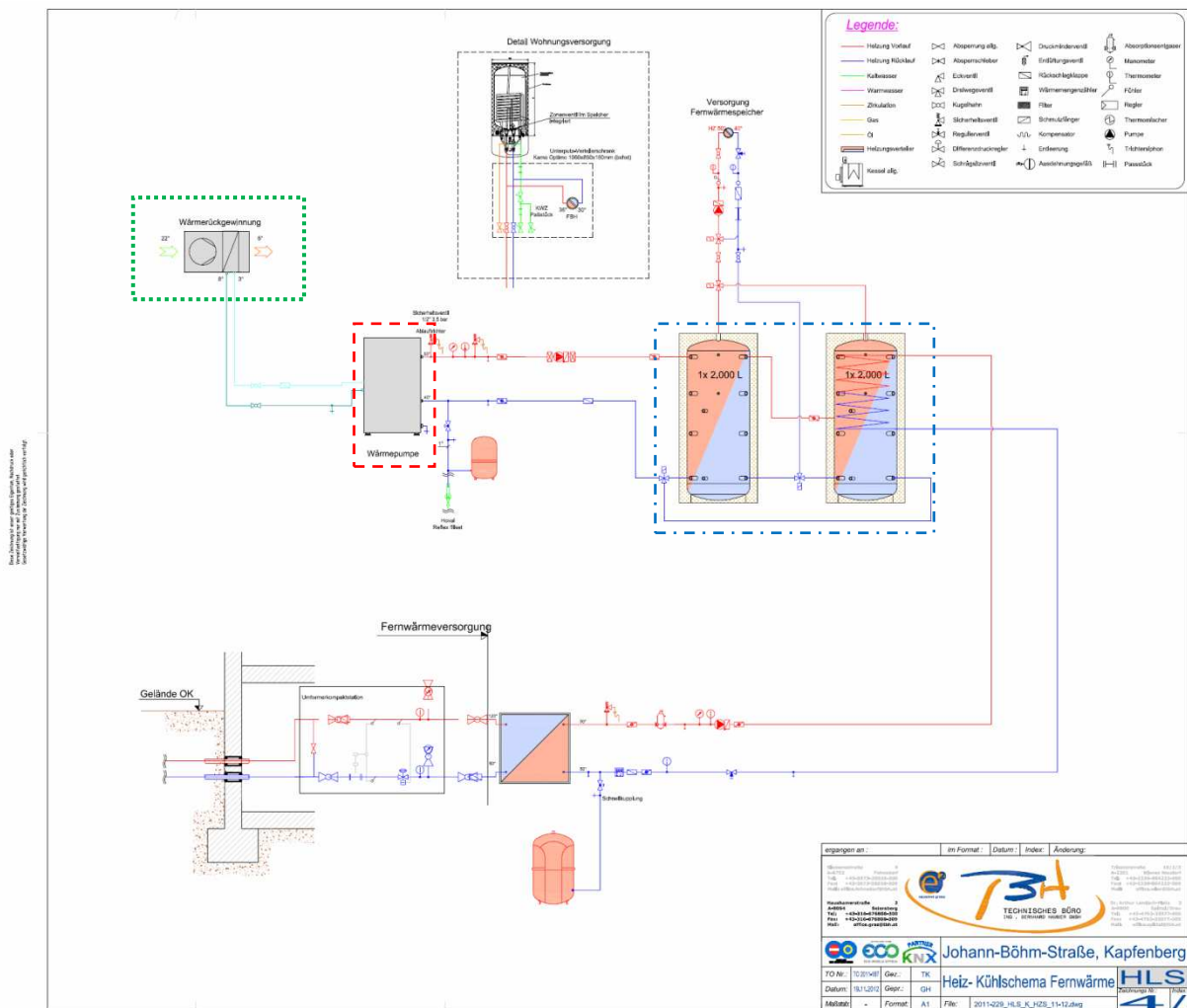
Die Aufgabe dieser Zuluftelemente besteht darin, den Zuluftvolumenstrom in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit in den Wohnungen zu regeln. Dies geschieht über in die Elemente integrierte Nylonbänder, die jede Feuchtigkeitsänderung wahrnehmen und über eine Mechanik eine Klappe verändern, die anschließend eine Veränderung des Zuluftvolumenstroms bewirken.

In den Badzimmern der Wohnungen des 2. BA werden keine Zuluftöffnungen montiert. Dies bedeutet, dass weder ein Gamerithfenster eingebaut noch ein herkömmliches Zuluftelement installiert wird. Dies ist notwendig um eine direkte Verbindung („Kurzschluss“) zwischen Zuluft von außen und abgesaugter Luft zu vermeiden. Da die mechanische Abluftanlage neben der Küche auch in den Nassräumen die Raumluft absaugt, würde es dadurch zu

Fehlströmungen im Badezimmer kommen. Durch den Verzicht auf eine Zuluftöffnung im Badezimmer wird sichergestellt, dass die abgesaugte Luft aus den restlichen Räumen der Wohnung stammt und somit die schadstoffhaltige Luft effektiv beseitigt werden kann.

Die in den Nassräumen und den Küchen abgesaugte Raumluft wird anschließend über einen Luft-Wasser-Wärmetauscher geführt und anschließend das Energiepotenzial daraus genutzt eine Wärmepumpe zu betreiben. Die gewonnene Energie wird anschließend über 2 x 1.000 Liter Speicher dem 7.500 Liter Pufferspeicher zugeführt und kann so für die Warmwassernutzung und zur Heizungseinbindung genutzt werden.

Abbildung 35 zeigt dazu ein Heizungsschema der Einbindung der aus der Wärmepumpe gewonnenen Energie in das restliche Heizungssystem. Der Luft-Wasser-Wärmetauscher ist grün punktiert, die Wärmepumpe rot strichliert und die 2 mal 1.000 Liter Speicher sind blau strich-punktiert umrandet.



**Abbildung 35: Schema der Einbindung der Abluft-Wärmepumpe in das Heizungssystem (Quelle: Technisches Büro Ing. Bernhard Hammer GmbH)**

Diese Variante der Energieversorgung mit relativ geringem Investitionsaufwand in Wohngebäuden, wo eine solarthermische Versorgung nicht oder nur eingeschränkt möglich ist, soll in diesem Teilprojekt der e80<sup>3</sup>-Sanierung demonstriert und untersucht werden. Ein entsprechendes Monitoring wird die Auswertung von Daten nach Umsetzung möglich machen. Die Auswirkungen in den Wohnungen wie eine Einschränkung/ Erhöhung der Behaglichkeit, Raumkonditionen (Temperatur und Feuchte) sowie Energieverbrauch können größtmäßig erfasst werden.

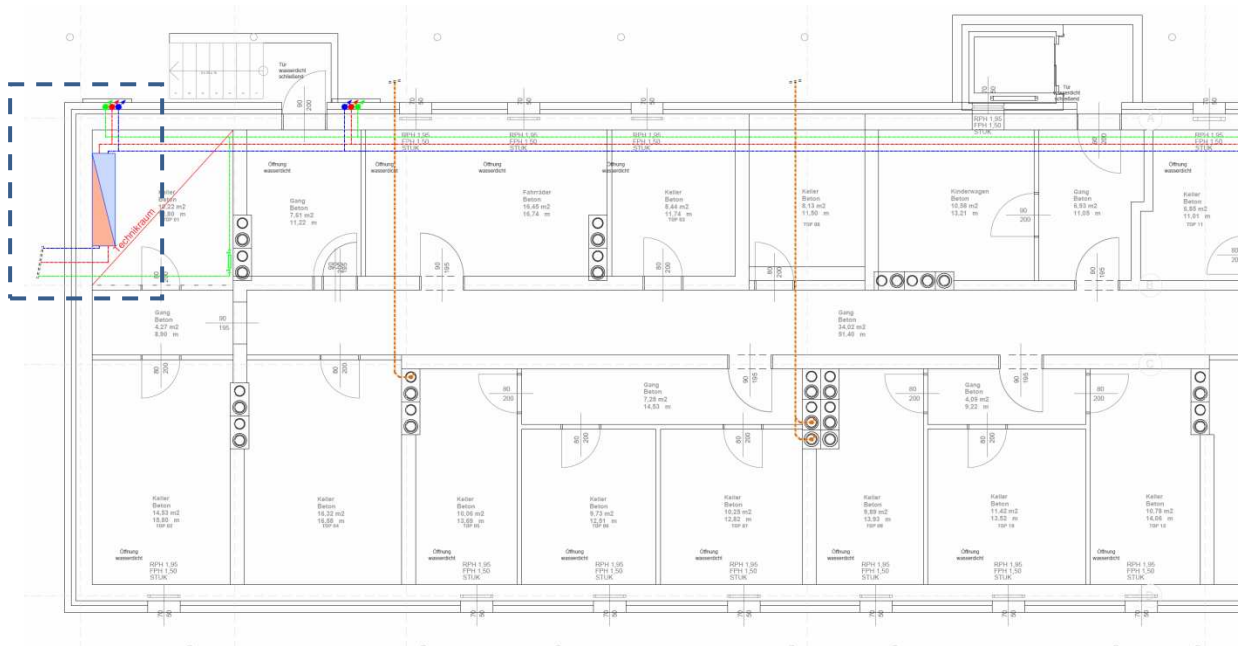
#### ❖ Heizung / Brauchwarmwasser

Die bisher im Leitprojekt (vor allem im SP2) durchgeführten Untersuchungen zum Thema Heizungs- und Brauchwarmwasserversorgung haben gezeigt, dass prinzipiell eine Wärmeversorgung über solarthermische Kollektoren sowie als Restwärmeversorgung über die Fernwärme am Gebäude die beste Lösung darstellt. In SP4 wurden diese Überlegungen nun konkretisiert und eine gezielte Planung der Wärmeversorgung des Demonstrationsprojektes durchgeführt.

Als Grundlage für die konkreten Planungstätigkeiten dienten zum einen die Berechnung des Energiebedarfs (Energieausweis nach OIB Richtlinie 6) und zum anderen die Heizlastberechnung (nach ÖNORM EN 12831 und ÖNORM H 7500) des Demonstrationsprojektes.

Das darauf aufbauende Konzept der Heizungs- und Brauchwarmwasserversorgung kann durch folgende Eckpunkte beschrieben werden:

- **Fernwärme** – Die Grundwärmeversorgung des Gebäudes erfolgt über das Fernwärmenetz der Stadtwerke Kapfenberg. Dabei wird zu einem großen Teil die Abwärme der nahe gelegenen Böhler-Werke (Stahlerzeugung der voestalpine AG) genutzt, was grundsätzlich als sehr positiv beurteilt werden kann. Die errechnete Leistung des Wärmetauschers der Fernwärmeübergabestation beträgt 115 kW. Situieret wird diese Übergabestation nicht im Technikraum, sondern im Kellergeschoß, nahe der Hauptfernwärmeleitung (siehe Abbildung 36).



**Abbildung 36: Fernwärmeanschluss im Kellergeschoß (Quelle: Technisches Büro Ing. Bernhard Hammer GmbH)**

- **Solarthermie** – Neben der Fernwärmeversorgung werden zusätzlich solarthermische Kollektoren auf einem extra errichteten Solarsegel an der Südseite des Gebäudes zur aktiven Wärmeproduktion vor Ort errichtet. Insgesamt werden 144 m<sup>2</sup> Kollektoren installiert. Diese Kollektoren besitzen eine ideale Ausrichtung nach Süden und eine Neigung von 72°. Somit kann ein rechnerischer Ertrag von 39.500 kWh/a generiert werden. Abbildung 37 zeigt ein Schema der Heizungsanlage.
- **Wärmepumpe** – wie schon im Kapitel „Lüftung“ erwähnt wird als zusätzlicher Wärmebereitsteller auch eine Wärmepumpe mit einer thermischen Leistung von 8 kW installiert. Diese nutzt dabei das relativ konstante und hohe Temperaturniveau der Abluft um Wärme zur Brauchwarmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung bereitzustellen. Die abgesaugte Raumluft wird dazu zuerst über einen Luft-Wasser-Wärmetauscher geführt und anschließend wird die dabei übertragene Energie der Wärmepumpe auf der Verdampferseite zur Verfügung gestellt. Die auf der Kondensatorseite der Wärmepumpe abgegebene Energie wird zunächst in zwei 1.000 Liter Speicher und anschließend bedarfsgerecht in den zentralen Wärmespeicher gemeinsam mit der solarthermischen Wärme und der Fernwärme eingespeist. Ein Schema davon ist in Abbildung 35 auf Seite 62 ersichtlich.

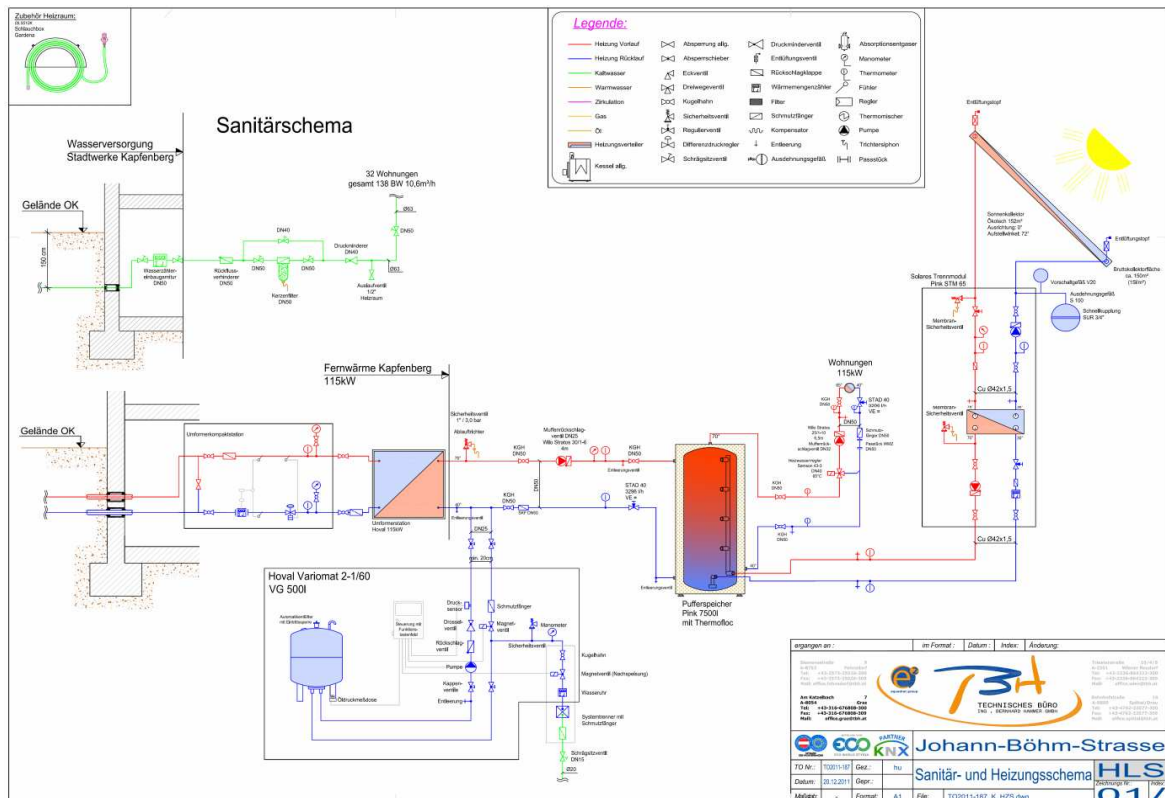


Abbildung 37: Heizungs- und Sanitärechema (Quelle: Technisches Büro Ing. Bernhard Hammer GmbH)

- Wärmespeicherung** – Wie zuvor beschrieben, werden sowohl die Wärme der Fernwärmeversorgung als auch die Wärme der solarthermischen Anlage direkt in einen zentralen Pufferspeicher geladen. Dieser Speicher besitzt ein Fassungsvermögen von 7.500 Liter und wird über ein Schichtladerrohr in unterschiedliche Temperaturniveaus geteilt. Platziert wird der Wasserspeicher direkt unterhalb der solarthermischen Kollektoren im Haustechnikraum. Dadurch können die erforderlichen Rohrleitungen zwischen Kollektoren und Pufferspeicher kurz und die Wärmeverluste somit gering gehalten werden. Des Weiteren werden durch diese gewählte Platzierung die Montage und die Wartung des Speichers erleichtert, da die Zugänglichkeit höher ist als beispielsweise bei einer Aufstellung im Kellergeschoß.
- Wärmeverteilung** – Die Wärmeverteilung im Gebäude erfolgt vom Pufferspeicher ausgehend über ein Zwei-Leiter-Netz. Bei diesem System werden nur ein gemeinsamer Vor- und Rücklaufstrang durch das Gebäude geführt, wobei Heizungswasser als Wärmeträgermedium verwendet wird. Die Brauchwarmwassererwärmung erfolgt anschließend dezentral in den einzelnen Wohnungen über WW-Boiler. Bei Bedarf werden zu fixen Ladezeiten (zweimal am Tag) die WW-Boiler in den Wohnungen geladen. Dadurch können die Wärmeverluste des Wärmeverteilsystems reduziert werden, da nur in diesen Ladezeiten die Höchsttemperatur (55-60°C) im Verteilnetz erforderlich sind. In der restlichen Zeit bestimmt die HeizungsVorlauftemperatur (max. 45°C) die Temperatur im Netz und

somit auch die Wärmeverluste. Nachteilig ist die Wärmeabgabe der WW-Boiler im Sommer, da diese zu einer Erhöhung der inneren Lasten führen können, im Winter wirkt diese als zusätzlicher innerer Wärmegewinn und hat somit einen positiven Effekt. Durch die Neugestaltung der Wohnungsgrundrisse kann auch auf den zusätzlichen Platzbedarf der WW-Boiler Rücksicht genommen werden.

- **Wärmeabgabe** – Die Wärmeabgabe in den Wohnungen erfolgt schlussendlich über Heizkörper. Weitere Wärmeabgabearten, wie Sockelleistenheizung, Flächenheizungen wurden in Betracht gezogen, jedoch aufgrund zu hoher Herstellkosten verworfen. Wichtig ist zukünftig bei Sanierungsprojekten, dass durch die Installation bzw. Modernisierung des neuen Wärmeabgabesystems eine möglichst geringe NutzerInnenbelastung gewährleistet wird.

#### ❖ Photovoltaik

Wie aus den bisherigen Untersuchungen, sowohl im SP2 als auch im SP4, hervorging ist zur Erreichung einer positiven Plus-Energiebilanz die Installation einer Photovoltaikanlage notwendig. Auf Grund des erforderlichen elektrischen Ertrags war eine großflächige Installation am Dach notwendig. Die PV-Anlage wurde dabei architektonisch in das Gesamtkonzept eingefügt und so geplant, dass sowohl eine Teil- (75,20 kWp / 515,55 m<sup>2</sup>) als auch eine Vollbelegung (131,60 kWp / 902,21 m<sup>2</sup>) möglich sind. Beide Varianten wurden schließlich auch im Zuge der Planung kalkuliert.

Abbildung 38 zeigt einen Auszug aus der Kalkulation der PV-Vollbelegung des Daches.



Projektname: Sanierung Johann Böhm Strasse 17.10.2011  
Variantenbezeichnung: Vollbelegung  
Bearbeiter/-in: prattes

Projektname: Sanierung Johann Böhm Strasse 17.10.2011  
Variantenbezeichnung: Vollbelegung  
Bearbeiter/-in: prattes



Anlage im netzgekoppelten Betrieb  
Standort: Kapfenberg PV-Leistung: 131,60 kWp  
Klimatdatensatz: Kapfenberg PV-Brutto-/Bezugsfläche: 902,2 m<sup>2</sup> / 900,0 m<sup>2</sup>  
Anzahl der Teilgeneratoren: 1

**Sanierung Johann Böhm Strasse Vollbelegung**  
Leistung: 131,60 kW  
Brutto- / Bezugsfläche: 902,2 m<sup>2</sup> / 900,0 m<sup>2</sup>  
PV-Modul: 560 x  
Hersteller: PV Products GmbH  
Typ: PVP-A235P  
Nennleistung: 235 W  
Abweichung der Nennleistung: 0 %  
Wirkungsgrad (STC): 14,6 %  
Anz. der Module in Reihe: 14 | 13 | 13  
MPP-Spannung (STC): 416 | 386 | 386 V  
Ausrichtung: 90,0 °  
Aufstellwinkel: 7,0 °  
Einbau: hinterlüftet  
Verschattung: nein

Bodenreflexion: 20,0 %  
Leistungsverluste durch Abweichung vom AM 1.5: 1,0 %  
Abw. Herstellerangaben in Dioden: 2,0 %  
durch Verschmutzung: 0,5 %  
Wechselrichter: 14 x  
Hersteller: Kostal  
Typ: PKO 10,1  
Leistung: 10,00 kW  
europ. Wirkungsgrad: 95,4 %  
Anzahl MPP-Tracker: 3  
MPP-Tracking: 180 V bis 850 V

Standort: Kapfenberg  
Klimatdatensatz: Kapfenberg (1981-1990)  
PV-Leistung: 131,60 kWp  
PV-Brutto-/Bezugsfläche: 902,21 / 899,95 m<sup>2</sup>

Einzelverbraucher Gesamtverbrauch: 0 kWh  
Einzelverbraucher 1 Typ: nutzerunabhängig 0 kWh

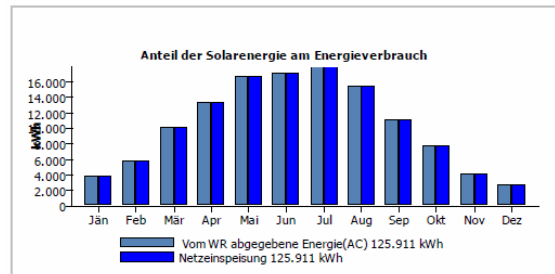
PV-Generator Einstrahlung: 1.015.713 kWh  
PV-Gen. erzeugte Energie (wechselstromseitig): 125.911 kWh  
Netz Einspeisung: 125.911,0 kWh  
PV-Gen. Energie direkt genutzt: 0 kWh  
Netz Bezug: 61,9 kWh

**Simulationsergebnisse für das Gesamtsystem**  
Einstrahlung auf Horizontale: 1.021.274 kWh  
PV-Gen. Einstrahlung: 1.015.713 kWh  
Einstrahlung abzl. Reflexion: 948.521 kWh  
Vom WR abgegebene Energie(AC): 125.911 kWh  
Netz Einspeisung: 125.911 kWh  
Verbrauch Bedarfs: 0 kWh  
PV-Gen. direkt genutzt: 0 kWh  
Netz Bezug: 62 kWh

Eigenverbrauch: 61,9 kWh  
PV-Gen. erzeugte Energie: 135.373 kWh  
Solarer Deckungsanteil: 0,0 %  
Systemnutzungsgrad: 12,4 %  
Performance Ratio: 84,7 %  
Final Yield: 2,6 kWh/d  
spez. Jahresertrag: 956 kWh/kWp  
Generator Nutzungsgrad: 13,3 %

Systemnutzungsgrad: 12,4 %  
Performance Ratio (Anlagennutzungsgrad): 84,7 %  
Wechselrichter Nutzungsgrad: 93,0 %  
PV-Generator Nutzungsgrad: 13,3 %  
spez. Jahresertrag: 956,3 kWh/kWp  
Vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen: 111.519 kg/a

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Photovoltaikanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichter und anderer Faktoren abweichen. Das obige Anlagenschema ersetzt nicht die fachtechnische Planung der Photovoltaikanlage.



## Abbildung 38: Kalkulation der PV-Anlage - Auszug (Quelle: E-Werk Gleinstätten GmbH)

Durch die derzeitige Nicht-Erlangung einer ÖMAG-Förderung durch die Projektpartnerin Stadtwerke Kapfenberg (Tarifförderung seitens des Bundes) ist eine Vollbelegung aus wirtschaftlichen Gründen derzeit nicht möglich. Derzeitig geplant ist eine PV-Anlage mit insgesamt 92,16 kWp Leistung und einer Fläche von rund 619 m<sup>2</sup>. Des Weiteren ist vorgesehen bei der nächsten Möglichkeit um eine ÖMAG-Förderung anzusuchen, um anschließend die restlichen Module hin zur Vollbelegung zu installieren.

## Ausschreibungsunterlagen

Neben den gesamten Planungstätigkeiten und den diversen Berechnungen erfolgte gleichzeitig auch die Erstellung der Leistungsverzeichnisse für die Gewerke Elektro, Haustechnik (Heizung, Brauchwarmwasser, Lüftung), Fassade sowie die Bautätigkeiten wie Trockenbauarbeiten, Schwarzdecker-Bauspengler, Schlosserarbeiten, Malerarbeiten, Holzfußböden, Fliesenlegerarbeiten, Bautischlerarbeiten, Baumeisterarbeiten, Aufzugsanlage.

Diese Erstellung erfolgte dabei permanent in Abstimmung mit den Anforderungen aus AP5. Darin wurden die Kriterien zur Qualitätssicherung in der Planung festgelegt und die TQB-

Planungszertifizierung durchgeführt (siehe Kapitel AP5: Qualitätssicherung in der Planung ab Seite 81).

### **3D-Vermessung:**

Voraussetzung für eine hochwertige Sanierung mit großformatigen vorgefertigten Fassadenelementen ist eine exakte Bauaufnahme des Gebäudes mittels 3D-Vermessung.

Das Laserscanning ermöglicht die schnelle und kostengünstige 3D Vermessung bestehender Gebäude, Bauwerke und deren Einrichtungen.

Diese wurde im Rahmen der Planung vorweg durchgeführt. Jeder für die Planung relevante Punkt wurde in seiner Lage 3-dimensional erfasst, und der Werkplanung zugrunde gelegt.



### 3.4.4 AP4: Umsetzung und Realisierung des Projektes

#### Start der Umsetzung – 1. BA:

Zum offiziellen Start der Sanierung des Demonstrationsvorhabens wurde am 28. März 2012 eine Startveranstaltung mit VertreterInnen des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, des Landes Steiermark, der Stadt Kapfenberg sowie BewohnerInnen, Fachinteressierte und dem Projektteam durchgeführt.

Dabei wurde das Sanierungsprojekt der breiten Öffentlichkeit vorgestellt und erste Fassaden- und Haustechnikmodule montiert. Presseberichte zeugten von einer gelungenen Veranstaltung (siehe Abbildung 39).



Abbildung 39: links: gemeinsames Foto des Projektteams mit VertreterInnen des Landes Steiermark, der Stadt Kapfenberg, des BMVIT und der Gebäudeeigentümerin (Quelle: AEE INTEC); rechts: Zeitungsbericht in der Kleinen Zeitung Mürztal (Quelle: Kleine Zeitung GmbH & Co KG)

#### Gleichenfeier – 1. BA:

Das Richtfest bzw. die Gleichenfeier wurde zusammen mit VertreterInnen vom Land Steiermark, der Stadt Kapfenberg, der Gebäudeeigentümerin, der beteiligten ausführenden Unternehmen sowie dem Projektteam am 27. November 2012 gefeiert (siehe Abbildung 40).

Gleichzeitig wurde das ÖGNB-Planungszertifikat der Bauherrin überreicht (siehe Kap. AP5: Qualitätssicherung in der Planung ab Seite 81).



**Abbildung 40: Fotos des Richtfests am 27. November 2012 (Quelle: AEE INTEC)**

### **Realisierung und Umsetzung – 1. BA:**

Nach der Umsiedelungsphase der BewohnerInnen wurden die Wohnungen ausgeräumt und die Zwischenwände, Fußböden und Fenster entfernt. Danach wurde das Steildach entfernt und die Vorbereitungen für das neue Flachdach getroffen. Die thermische Sanierung der Kellerwände und die Vorbereitung der Auflager für die Fassadenmodule durch Stahlkonsolen erfolgten zeitgleich.

Gleichzeitig wurde mit dem Bau des neuen südseitigen Technikraumes begonnen und der Pufferspeicher eingehoben.

Als nächster Schritt wurden die passiven und aktiven Fassadenmodule angeliefert und innerhalb von drei Tagen auf die vorbereiteten horizontalen Ausgleichshölzer montiert. Danach erfolgten die Adaptierungsarbeiten der Anschlüsse und Detailpunkte.

Auf der Ostseite wurden die eingeplanten Haustechnikschächte jeweils geschoßhoch montiert und mit den raumseitigen Leitungen durch vorbereitete Wandbohrungen miteinander verbunden.

Zwischenzeitlich wurden die Wohnungsgrundrisse auf einen zeitgemäßen Standard lt. Einreichplan adaptiert und der Fußbodenaufbau wiederhergestellt. Verputzarbeiten und die Montage von Trockenbauwänden wurden laut Bauzeitplan durchgeführt.

Mittels Blower-Door-Messungen und Rauchversuchen wurden während der Umsetzungsphase die Luftdichtheit der Fassade und Haustechnikschächte geprüft und bei Bedarf die Ausführung entsprechend verbessert.

Abbildung 41 zeigt ein Foto der Blower-Door-Messung beim 1. BA des Demonstrationsobjektes.



**Abbildung 41: Blower-Door-Messung des 1. BA (Quelle: AEE INTEC)**

Der ostseitige Laubengang und die westseitigen Balkone des 1. BA wurden in den Wintermonaten 2012/2013 montiert. Ebenso das südseitige Solarsegel aus Stahlelementen mit den thermischen Kollektoren.

Die Bäder und WC's wurden Ende Jänner 2013 verfliest.

Die nachfolgende Fotodokumentation soll kurz den Baufortschritt bildlich zeigen.

<b>06.07.2012</b>				
<b>21.08.2012</b>				



<p><b>06.09.2012</b></p> 			
<p><b>27.09.2012</b></p> 			
<p><b>10.10.2012</b></p> 			
<p><b>22.10.2012</b></p> 			
<p><b>13.11.2012</b></p> 			

18.12.2012			
			
22.01.2013			
			
26.02.2013			
			
21.03.2013			
			
23.04.2013			
			



## Fertigstellung – 1. BA:

Die Fertigstellung des 1. BA des Demonstrationsgebäudes in Kapfenberg konnte im April 2013 gefeiert werden. Abbildung 42 zeigt Auszüge des fertiggestellten 1. Bauabschnitts.



**Abbildung 42: Auszüge des fertiggestellten 1. BA des Demonstrationsgebäudes (Quelle: AEE INTEC)**

Durch die Teilung des Sanierungsvorhabens in zwei Bauabschnitte werden nicht nur die Unterschiede zwischen Bestand und Sanierung außen sichtbar, sondern auch der Vergleich der Wohnungen im Gebäude weist auf eine deutliche (Wohn-)Qualitätssteigerung durch die Sanierung hin. Nachfolgende Abbildung 43 zeigt dazu einen Vergleich einer bestehenden Wohnung (Fotos links) mit einer fertiggestellten, bereits bezogenen Wohnung des 1. BA. (Fotos rechts).





**Abbildung 43: Vergleich Bestandswohnungen (links) mit neu sanierten Wohnungen des 1. BA (rechts) (Quelle: AEE INTEC)**

Gleich im Anschluss an die Fertigstellung wurde mit der Umsiedelung der BewohnerInnen vom Bestandsteil (2. BA) in den neu sanierten Gebäudeteil (1. BA) begonnen. Ebenso konnten jene Personen, die während der Bauphase des 1. BA ersatzweise in anderen Wohnungen in Kapfenberg untergebracht wurden, in ihre neue Wohnung übersiedeln. Siehe auch Kapitel „Umsiedelung und Begleitung der BewohnerInnen“ auf Seite 42.

Die offizielle Wohnungsübergabe an die neuen BewohnerInnen des 1. BA fand Ende April 2013 statt.

Nachdem sämtliche BewohnerInnen ihre neue Wohnung im 1. BA des Demonstrationsgebäudes bezogen hatten, erfolgte am 06. Juni 2013 eine Einschulung und Information aller Haushalte durch Mitarbeiter von AEE INTEC. Dabei wurden die BewohnerInnen in ihren Wohnungen über die Besonderheiten des Gebäudes informiert und ihnen die wesentlichen Punkte zur Bedienung der Heizung / Brauchwarmwasserbereitung und der mechanischen Lüftungsanlage mitgeteilt. Als Hilfestellung wurde ihnen ebenso ein 2-seitiges Informationsblatt überreicht. Dieses Informationsblatt ist in nachfolgender Abbildung 44 ersichtlich. Fotos der BewohnerInneneinschulung sind Abbildung 45 dargestellt.

## BENUTZERINNENINFO

Kurzinformation für Ihre neue Wohnung

### Ansprechpersonen

Für Fragen stehen Ihnen unsere MitarbeiterInnen gerne zur Verfügung!

Hausverwaltung:  
Mag. Verena Isaltich  
0664 / 60 273 517

Stabstelle Energie:  
Mario Rappold  
0664 / 60 273 423

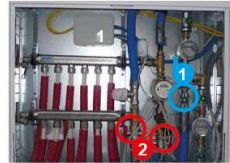
Homepage mit Infos Hausverwaltung:  
www.wohnbaugruppe.at

Informationen zur Lüftung:  
www.komfortluftung.at



### Heizung und Wasser

Kurzinformation Heizung/Wasser



1 Wasserabspernung

2 Heizungsabspernungen



Einstellung der Wunschtemperatur:

0 = Abspernung des Heizkörpers

☉ = ca. 7°C Frostschutzstellung

1 = ca. 12°C

2 = ca. 16°C (Dielen, Schlafzimmer)

● = Grundeinstellung Kinderzimmer

3 = ca. 20°C

● = Wohnzimmer, Esszimmer

4 = ca. 24°C (Bad)

5 = ca. 26°C

wohnbaugruppe.at

## BENUTZERINNENINFO

Kurzinformation für Ihre neue Wohnung

### Lüftung

Regelung der Lüftung:

Auf Ihrem Bedienelement für die Lüftung sind folgende Stufen abgebildet:

- Betriebsart „COMF“: COMF leuchtet grün, bei normaler Raumluftbelastung im Winter und in der Übergangszeit sowohl am Tag als auch in der Nacht.
- Betriebsart „MIN“: MIN leuchtet orange, Minimalluftwechsel, nur bei längerer Abwesenheit (z.B. Urlaub) in der Heizperiode und tagsüber im Sommer.
- Betriebsart „MAX“: MAX leuchtet rot, bei stark erhöhter Raumluftbelastung oder kurzfristig erhöhtem Luftbedarf (z.B. beim Kochen oder einer Party)



1 Stufenanzeige

2 Bedienelement

Richtiges Verhalten während der Winter-/Heizperiode:

- Fensterlüftung ist in dieser Zeit, außer bei besonders erhöhtem Lüftungsbedarf (z.B. Party mit vielen Gästen, Anstricharbeiten, etc.), in der Regel nicht notwendig und im Sinne der Energieeinsparung auch nicht ratsam.
- Fenster möglichst nicht verschatten, um die Erwärmung durch die Sonne zu erhöhen.
- Raumtemperatur auch bei längerer Abwesenheit (z.B. Urlaub) nur geringfügig absenken. Die Energieeinsparung ist in diesem Gebäude nur minimal. Da das Heizungssystem entsprechend klein und energiesparend dimensioniert ist, kann das Aufwärmen der Wohnung nach Rückkehr zu lange dauern.

Filterwechsel

Der Filterwechsel der mechanischen Zu- und Abluftanlage wird automatisch von der Hausverwaltung organisiert und beauftragt. Für Sie sind keine Tätigkeiten nötig.

Richtiges Verhalten während der Sommerperiode:

- Bitte schließen Sie die händisch bedienbaren Außenjalousien zur Vermeidung von Überbelichtung. Hinweis: ab einer Windgeschwindigkeit von 45 km/h kann der außen liegende Sonnenschutz beschädigt werden.
- Nachlüftung über die Fenster ist natürlich möglich, dann aber bitte die Lüftungsanlage in der Nacht auf die niedrigste Stufe stellen.
- Wir empfehlen den Einsatz von Strom sparenden Haushaltsgeräten und energiesparenden Lampen. So können Sie noch energiebewusster wohnen und reduzieren zusätzliche Wärmeentwicklung im Raum.

**HINWEIS**

Zuluftöffnungen, Überströmöffnungen wie z.B. der Spalt unter dem Türblatt und Abluftöffnungen bitte immer frei halten und nicht abdecken oder durch Möbel und Gegenstände verstellen. Die Grundeinstellungen der Lüftungsventile dürfen nicht verändert werden.

wohnbaugruppe.at

Abbildung 44: Überreichtes BenutzerInneninformationsblatt (Quelle: AEE INTEC)





















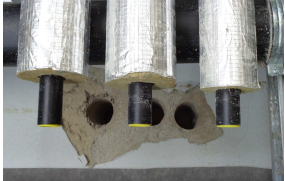





Abbildung 45: Einschulung und Information der BewohnerInnen in ihren Wohnungen (Quelle: AEE INTEC)

## Baubeginn – 2. BA:

Der offizielle Baubeginn des 2. Bauabschnitts war am 06. Mai 2013. Zu diesem Zeitpunkt wurde mit den Abbrucharbeiten im Dachbereich begonnen. Im Anschluss daran wurden die Abbrucharbeiten in den Wohnungen fortgesetzt sowie die alten Stiegenhäuser und die Fenster des Gebäudes entfernt. Bei der Sanierung des 2. BA des Demonstrationsgebäudes kann auf die Erfahrungen und Erkenntnisse aus den Sanierungsarbeiten des 1. BA zurückgegriffen und diese genutzt werden.



So z.B. stellte sich im 1. BA die Herstellung der Luftdichtheit als z.T. schwierig heraus, da bei der Bauausführung einige Details nicht beachtet wurden. Dies wurde im 2. BA z.B. dadurch verhindert, indem beim Abbruch der Fenster und auch bei den neuen Durchbrüchen sorgfältiger vorgegangen und auf die korrekte Ausführung ein besonderes Augenmerk der Bauaufsicht gelegt wurde. Nachfolge Fotodokumentation zeigt die Baufortschritte im 2.BA.

<b>06.06.2013</b>			
			
<b>19.06.2013</b>			
			
<b>11.07.2013</b>			
			
			
<b>12.08.2013</b>			
			
<b>20.10.2013</b>			
			

## Hausübergabe und feierliche Eröffnung

Bei der feierlichen Hausübergabe der Plus-Energie-Sanierung konnte das Projektteam rund um „Hausherren“ VDir. Ing. Wolfram Sacherer (Geschäftsführer SG Ennstal), DI Dr. Karl Höfler (AEE INTEC) und Architekt DI Werner Nussmüller (Nussmüller Architekten ZT GmbH) Frau Bundesministerin Doris Bures (BMVIT) sowie Bürgermeister Ing. Manfred Wegscheider (Stadt Kapfenberg) vor Ort begrüßen.

Frau Bundesministerin Doris Bures betonte in ihrer Festrede dabei die Wichtigkeit und ihr persönliches Anliegen und Einsatz für ein zeitgemäßes und leistbares Wohnens. Technologie müsse dabei für alle Menschen zugänglich sein und nicht nur für diejenigen, die es sich auch leisten können. Des Weiteren betonte die Frau Ministerin, dass die Sanierung in Kapfenberg für das BMVIT auf jeden Fall ein Leuchtturmprojekt darstelle, das zeigt, dass es möglich sei auch Utopien zu realisieren. Vor 20 Jahren wäre so ein Plus-Energiegebäude wie jenes in Kapfenberg noch völlig unvorstellbar gewesen. Um dem Klimawandel entgegen zu wirken sei eine breite Anwendung der entwickelten Technologien von Nöten. Das Haus der Zukunft Programm habe jedenfalls dazu beigetragen dieses umzusetzen.



**Abbildung 46: Bundesministerin Doris Bures bei ihrer Festrede zur feierlichen Eröffnung und Hausübergabe in Kapfenberg (Quelle: AEE INTEC)**

Für Ing. Manfred Wegscheider haben ebenfalls die BewohnerInnen einen sehr hohen Stellenwert. Das Ziel müsse sein, neuen Lebensraum zu schaffen und die Wünsche der Bevölkerung zu berücksichtigen um eine „hier wohne ich gerne“-Mentalität entstehen zu lassen. Dies sei mit der Realisierung der Plus-Energie-Sanierung in Kapfenberg sehr gut gelungen. Ein gemeinsamer Tenor aller RednerInnen war jedenfalls, dass für die erfolgreiche Planung und Umsetzung eines solchen außergewöhnlichen Sanierungsprojektes ein gut zusammenarbeitendes (Projekt-)Team erforderlich sei. Nur dann ist ein Projekt in diese Qualität und Hochwertigkeit möglich.





**Abbildung 47: Bürgermeister Ing. Manfred Wegscheider bei seiner Begrüßungsrede  
(Quelle: AEE INTEC)**

Im Zuge der feierlichen Eröffnung und Hausübergabe wurden vom Frau Bundesministerin Bures auch Urkunden als Glückwunsch zur erfolgreichen Umsetzung der ersten Plus-Energiesanierung eines Wohnbaus in Österreich ausgestellt. Zusätzlich konnten sich alle Anwesenden im Zuge einer Wohnungsbesichtigung ein eigenes Bild vom Ergebnis der Sanierung und Modernisierung machen.



**Abbildung 48: Urkundenübergabe durch Bundesministerin Doris Bures an das Projektteam  
(Quelle: AEE INTEC)**

## **Fazit:**

Bei der Holzfertigteilfeassade handelt es sich um ein ökologisches Dämmsystem aus großformatigen Holzrahmen- und Plattenelementen mit sehr hohem Vorfertigungsgrad. Die äußere Oberfläche kann frei nach Wunsch des Bauherrn oder Architekten gestaltet werden. Ebenso ist der Einsatz von aktiven Elementen, wie PV oder Solarthermie jederzeit möglich.

Die gebäudehohen Elemente (3,0 x 12m) können mit Fenstern und Türen, sowie weiteren Einbauten komplett vorgefertigt hergestellt werden. Dank der hohen Vorfertigung im Werk lässt sich eine Ausführungspräzision in den Details erreichen, die erforderlich ist, um die Potenziale zur energetischen Verbesserung und Qualitätssteigerung mit einer solchen Konstruktion auszuschöpfen.

Weiters lassen sich mit den vorgefertigten Holzfassadenelementen die Baukosten exakt definieren, Bauzeiten vor Ort verkürzen und Fassaden in hoher technischer Qualität verwirklichen.

Die witterungsunabhängige Vorfertigung in der Werkhalle erlaubt den passgenauen Einbau von allen Komponenten wie Fenstern, Türen, Haustechnik und Aktivelementen, wie PV und Solarmodulen. Vorteilhaft sind dabei auch die durchgehende geplanten und aufeinander abgestimmten Bauabläufe, die hohe Präzision und Qualität der vorgefertigten Elemente sowie die vorbildliche Ökobilanz. Wesentlich ist dabei – um die Wirtschaftlichkeit darzustellen, dass die Fertigteilfeassade einen Mehrwert aufweist, dämmen alleine ist zu wenig. Sie kann auch gleichzeitig die wärmebrückenfreie Unterkonstruktion für Balkone und Laubengänge bieten, sowie die Reinigungs-, Wartungs- und Entsorgungskosten reduzieren.

### **Factbox**

- 65 vorgefertigte Fassadenmodule und 6 vorgefertigte Haustechnikmodule wurden montiert
- 11 Sattelschlepperfahrten waren notwendig um die Module von der Fertigungshalle zum Gebäude zu transportieren
- 8 Tage waren vonnöten, um die vorgefertigten Fassadenmodule vor Ort zu montieren
- 130 m<sup>3</sup> Holz und 1.140 m<sup>2</sup> Eternitplatten wurden dabei verwendet
- Rund 32 Firmen waren am gesamten Sanierungsprozess beteiligt, begonnen bei der Planung bis hin zur Fertigstellung des Gebäudes.

### 3.4.5 AP5: Qualitätssicherung in der Planung

Parallel zur Entwicklung des innovativen Plus-Energiekonzeptes wurde in Arbeitspaket 5 ein Augenmerk auf die wissenschaftliche Begleitung der Gesamtkonzeption des Demonstrationsbauvorhabens gelegt. Durch eine permanente Projektbegleitung der FachplanerInnen und durch Unterstützung in der Entwicklungs- und Planungstätigkeit soll dies erreicht werden.

Wie schon vorhin erwähnt wurden im Zuge der Ausführungsplanung auch die Leistungsverzeichnisse für sämtliche Sanierungsarbeiten erstellt. Dabei wurde auch ein besonderes Augenmerk auf die Ökologie und Baubiologie gelegt. So wurden Anforderungen dahin gehend für die einzelnen Gewerke definiert.

Ein Auszug der Ökologische und baubiologische Anforderungen / Kriterien lautet wie folgt:

*„Maler:*

*Als Innenwandfarben (incl. Latexfarben) dürfen ausschließlich lösungsmittel-, weichmacher-, phthalat- und formaldehydfreie Produkte (Produkte werden marktüblich als ELF-Qualität vermarktet, Herstellerbestätigung) eingesetzt werden. Als Tapetenkleber sind ausschließlich lösungsmittelfreie Produkte zulässig. Blei oder chromathältige Produkte (z.B. Rostschutzanstriche) sind ausgeschlossen. PVC-Anstriche sind ebenfalls nicht zulässig. Versiegelungen von Beton oder Estrich sind grundsätzlich lösemittelfrei (VOC-frei) auszuführen. Beschichtungen auf Epoxibasis sind nur in extrem stark beanspruchten Bereichen zulässig.*

*Bei Metall- und Holzbeschichtungen im Innenbereich darf ein Lösemittel bzw. VOC-Gehalt von maximal 5 Masseprozent nicht überschritten werden. Aromatische Kohlenwasserstoffe sind ausgeschlossen.*

*Bei Metall- und Holzbeschichtungen im Außenbereich ist ebenfalls Lösungsmittelminimierung umzusetzen. Acryldichtmassen müssen phthalatfrei sein.“*

Da die Sanierung mit vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikelementen derzeit noch nicht Standard ist, und darüber hinaus das Ziel Plus-Energie erreicht werden soll, muss bei der Planung dieser ein besonderes Augenmerk auf die Qualitätssicherung gelegt werden. Nur so kann erreicht werden, dass die Sanierung den Vorgaben folgt und die Sanierung sowohl aus energetischer als auch aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht ein Erfolg wird.

Um die Qualitätssicherung im Planungsstadium auch zu verifizieren bzw. für die Öffentlichkeit auch sichtbar zu machen, wurde eine ÖGNB-Bewertung mit TQB durchgeführt.

Bei dieser Bewertung werden unterschiedliche Kategorien mit Punkten bewertet, wobei eine gesamtheitliche Betrachtung durchgeführt wird. Nachfolgende Kategorien und Unterkategorien werden dabei überprüft:

- **Standort & Ausstattung** – *Infrastruktur, Standortsicherheit und Baulandqualität, Ausstattungsqualität, Barrierefreiheit*
- **Wirtschaft & technische Qualität** – *Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus, Baustellenabwicklung, Flexibilität und Dauerhaftigkeit, Brandschutz*
- **Energie & Versorgung** – *Energiebedarf, Energieaufbringung, Wasserbedarf und Wasserqualität*
- **Gesundheit & Komfort** – *thermischer Komfort, Raumluftqualität, Schallschutz, Tageslicht und Besonnung*
- **Ressourceneffizienz** – *Vermeidung kritischer Stoffe, Regionalität, Recyclinganteil, zertifizierte Produkte, Umwelteffizienz des Gesamtgebäudes, Entsorgung*

Pro Kategorie können maximal 200 Punkte erreicht werden, was zusammen eine maximale Punktzahl von 1000 ergibt. Zur erfolgreichen Zertifizierung des Gebäudes sind insgesamt 700 Punkte erforderlich.

Die TQB-Zertifizierung wurde für das Demonstrationsprojekt zusammen mit der TU Graz (Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung) durchgeführt. Insgesamt konnten bei der Bewertung der Qualität in der Planungsphase 867 Punkte erreicht werden.

Die feierliche Übergabe des TQB-Planungszertifikats an die Gebäudeeigentümerin, die Gemeinnützige Wohn- und Siedlungsgenossenschaft Ennstal reg. Gen.m.b.H, fand am 27. November 2012 im Zuge des Richtfests statt. Überreicht wurde das Zertifikat von ÖGNB Geschäftsführerin Frau Dr. Susanne Geissler (Abbildung 49).



**Abbildung 49: links: Übergabe des Zertifikats durch Frau Dr. Susanne Geissler; rechts: TQB-Planungszertifikat des Demonstrationsprojektes (Quelle: AEE INTEC)**

Zur Qualitätssicherung in der Bauphase wurden neben den zahlreichen Baubesprechungen und der TQB-Planungszertifizierung auch diverse Messungen zum nachweislichen Beleg der Erfüllung der definierten Anforderungen herangezogen. Dabei wurden Blower-Door-Tests zur Feststellung der Luftdichtheit der Gebäudehülle, Untersuchungen der Raumluft auf Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen (VOC) sowie Schallmessungen durchgeführt:

Die erste Blower-Door-Messung fand am 05. Dezember 2012 in der Rohbauphase des 1. Bauabschnitts des Demonstrationsgebäudes statt. Zum Zeitpunkt der Messung war die luftdichte Gebäudehülle fertiggestellt. Die Messanordnung wurde in die Wohnungseingangstüre eingebaut. Die Kanalleitungen und sämtliche Durchführungen nach außen wurden vor Ort provisorisch verschlossen. Es wurden keine weiteren Abdichtungen vorgenommen.

Gemessen wurden dabei in der Wohnung Nr. 06 und in der Wohnung Nr. 32. Folgende Ergebnisse konnten dabei festgestellt werden:

- Top 06:  $n_{50} = 3,50 \text{ h}^{-1}$  bei einem Raumvolumen von ca.  $226 \text{ m}^3$
- Top 32:  $n_{50} = 3,58 \text{ h}^{-1}$  bei einem Raumvolumen von ca.  $150 \text{ m}^3$

Der definierte Zielwert von einem  $n_{50}$ -Wert von  $1,50 \text{ h}^{-1}$  nach der Sanierung wurde somit deutlich verfehlt.

Gleichzeitig wurde versucht Luftundichtheiten festzustellen, um diese im Anschluss beheben zu können und somit die Luftdichtheit der Gebäudehülle zu verbessern. So konnte z.B. hinter der Vorsatzschale im Wohnzimmer ein starker Luftzug festgestellt werden. Weitere

Erkenntnisse der genaueren Untersuchung sind dem Messprotokoll in Anhang 2 zu entnehmen.

Die zweite Blower-Door-Messung fand dann am 23. April 2013 statt. Dabei wurden die Wohnung Nr. 23 in der Endphase der Fertigstellung und die Wohnung Nr. 02-03 in der Bestandphase vermessen. Die Messanordnung wurde wiederum in die Wohnungseingangstüre eingebaut. Die Kanalleitungen und sämtliche Durchführungen nach außen wurden vor Ort provisorisch verschlossen. Weitere Abdichtungen wurden wie bei der ersten Messung nicht vorgenommen.

Folgende  $n_{50}$ -Werte konnten bei dieser zweiten Messung festgestellt werden:

- Top 23:  $n_{50} = 1,85 \text{ h}^{-1}$  bei einem Raumvolumen von ca.  $193 \text{ m}^3$  (Endphase)
- Top 02-03:  $n_{50} = 1,74 \text{ h}^{-1}$  bei einem Raumvolumen von ca.  $226 \text{ m}^3$  (Bestand)

Der definierte Zielwert von  $n_{50} = 1,50 \text{ h}^{-1}$  konnte somit wiederum nicht erreicht werden. Denn erneut wurden bei der genaueren Begutachtungen der Wohnung Undichtheiten festgestellt. So z.B. starker Luftzug im WC und bei den Elektrodoesen in den Außen- und Innenwänden. Das vollständige Messprotokoll der zweiten Blower-Door-Messung ist **Fehler!**

**Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu entnehmen.

Eine Untersuchung der Raumluft auf Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen (VOC) fand am 11. April 2013 in den Wohnungen Nr. 31 und Nr. 23, jeweils im Wohnzimmer, statt. Die mechanische Lüftungsanlage befand sich dabei vor und während der Messung außer Betrieb. Des Weiteren wurden die untersuchten Räume mindestens acht Stunden vor den Probenahmen verschlossen und anschließend nicht über die Fenster gelüftet. Die Probennahmen erfolgten in Raummitte in einer Höhe zwischen 1,20 und 1,50 m.

Anhang 2 beinhaltet das vollständige Messprotokoll der Raumluftuntersuchung.

Als weitere Qualitätssicherungsmaßnahme wurden Schallmessungen am 24. April 2013 durchgeführt. Dabei wurden Messungen zur Bestimmung der bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz  $D_{nT,w}$  horizontal zwischen zwei ausgewählten Wohneinheiten (Trennbauteil: Wohnungstrennwand) und des bewerteten Standard-Trittschallpegels  $L'_{nT,w}$  vertikal zwischen zwei Wohneinheiten (Trennbauteil: Geschoßdecke) durchgeführt.

Eine kurze Übersicht der Ergebnisse dieser Schallmessungen ist in nachfolgender Tabelle 2 (Luftschallmessung) und Tabelle 3 (Trittschallmessung) ersichtlich. Der komplette Bericht zu den durchgeführten Messungen findet sich in Anhang 5.

**Tabelle 2: Messergebnisse der Luftschallmessung (Quelle: Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie)**

Messrichtung	Senderraum	Empfangsraum	Normanforderung	Messwert
Horizontal	Top 23, Wohnküche	Top 22, Wohnküche	$\geq 55 \text{ dB}$	58 dB
Vertikal	Top 23, Wohnküche	Top 15, Wohnküche	$\geq 55 \text{ dB}$	59 dB
Horizontal	Top 30, Zimmer	Top 29, Wohnküche	$\geq 55 \text{ dB}$	57 dB
Vertikal	Top 30, Wohnküche	Top 22, Wohnküche	$\geq 55 \text{ dB}$	59 dB



**Tabelle 3: Messergebnisse der Trittschallmessung (Quelle: Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie)**

<b>Messrichtung</b>	<b>Senderraum</b>	<b>Empfangsraum</b>	<b>Normanforderung</b>	<b>Messwert</b>
Vertikal	Top 23, Wohnküche	Top 15, Wohnküche	≤ 48 dB	45 dB
Vertikal	Top 30, Wohnküche	Top 22, Wohnküche	≤ 48 dB	47 dB

Die Erstellung des TQB-Zertifikates für das fertige Demonstrationsgebäude erfolgt im SP5-Monitoring und Qualitätssicherung des Leitprojektes e80^3 und ist Ende des Jahres 2014 zu erwarten.

## 4 Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms

### 4.1 Einpassung in das Programm

Die Einpassung in die Programmlinie „Haus der Zukunft plus“ erfolgt durch die Umsetzung der Ergebnisse aus SP3 in einem richtungsweisenden Demonstrationsprojekt.

„Leitprojekte: auf dem Weg zum Demonstrationsvorhaben“

- „Gebäude im Verbund – Siedlung“
- „Plus-Energie-Siedlungen“ – Entwicklung und Umsetzung von Gebäudeverbänden bzw. Siedlungen auf höchstem Effizienzstandard und unter Einbeziehung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie (insbesondere Solarenergie)

Somit konnte mit diesem Subprojekt (SP4) ein wichtiger Beitrag zum Erreichen der Ziele der Programmlinie „Haus der Zukunft plus“ geschaffen werden.

### 4.2 Beitrag zum Gesamtziel des Programms

Im Subprojekt 3 – Technologie- und Komponentenentwicklung wurde die Basis für die Umsetzung des Demoprojektes in Kapfenberg geschaffen, um die Erreichung der Programmziele des gesamten Leitprojektes einzuhalten.

Durch den Wandel des Gebäudes vom Energiekonsumenten zum Produzenten müssen die Funktionen und Aufgaben der einzelnen passiven und aktiven Komponenten als vorgefertigte großflächige Fertigteile neu orientiert werden.

Plus-Energie in der Sanierung kann nur erreicht werden, wenn die Konzeption der thermischen Gebäudehülle und das Energieversorgungssystem optimiert und aufeinander abgestimmt sind.

Ziel des Subprojektes SP4-Demoprojekt Kapfenberg war es, die entwickelten Prototypen für Fassaden- und Haustechnikmodule umzusetzen, zu testen und zu evaluieren, welche serienreif für zukünftige hochwertige Sanierungen zum Plus-Energiegebäude wirtschaftlich eingesetzt werden können.

Zusätzlich wird durch den Einsatz von Passivhaustechnologie in der Sanierung und den Einsatz von erneuerbarer Energie, wie PV, Solarthermie und Abwärme versucht, ein PLUS-Energiegebäude der 60er Jahre umzusetzen.

### **4.3 Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt**

Die frühzeitige und vollständige Einbindung aller ExpertInnen bildete die Voraussetzung für einen erfolgreichen Projektablauf und Zielerreichung. Die Einbindung dieser erfolgte durch Abhaltung von Workshops und Projekttreffen bzw. Planungssitzungen mit aller im Projekt beteiligten Personen.

Eine enge Zusammenarbeit erfolgte dabei nicht nur mit sämtlichen ProjektpartnerInnen sondern auch mit jenen Fachplanern (Bsp. Technische Büros → Bauphysik, Haustechnikplaner, Statiker, etc.).

Präsentationen bzw. Diskussionen der (Zwischen-)Ergebnisse erfolgten laufend im Rahmen der Leitprojektmanagement-Sitzungen in Wien sowie im Zuge von Vorträgen und nationalen und internationalen Verbreitungsmaßnahmen.

### **4.4 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse**

Zur Zielgruppe für dieses Projekt gehören alle an der Planung und an der Sanierung eines hocheffizienten und intelligenten Gebäudes Beteiligten. Diese sind also Bauherrn, Planer, Architekten, Bauausführende, Haus- und Energietechniker. Durch die mögliche Serienfertigung der Fassaden- und Haustechnikmodule ist volkswirtschaftlich ein enormer Nutzen für die Zukunft zu erwarten. Hochwertige Sanierungen zum Gebäude 2020 als Energieerzeuger und somit zum Plusenergiegebäude können dadurch wirtschaftlich durchgeführt werden.

Mit der hochwertigen Sanierung zum Plusenergiehaus wurde gezeigt, dass zukünftig eine wirtschaftliche Umsetzung für sämtliche Gebäude der 60er und 70er Jahre möglich ist. Somit wird das Demonstrationsgebäude unter Umsetzung eines innovativen Gesamtkonzeptes als Vorbild für alle Gebäude dieser Epochen dienen und potenzielle Nachfolgeprojekte werden folgen.

Die Ergebnisse dieses innovativen Sanierungsobjektes bzw. der Weg zum Plusenergiehaus steht sämtlichen Wohnbaugenossenschaften, Bauherrn, Planern etc. zur Verfügung.

Hierzu wurden die Ergebnisse zielgruppengerecht für die Darstellung im Internet und für den technischen Endbericht aufbereitet.

Die ProjektpartnerInnen, sowie auch alle WerkvertragsnehmerInnen werden die Projektergebnisse und die Erfahrungen aus der Projektarbeit auch bei entsprechenden Folgeaktivitäten einfließen lassen. Weiterführende Forschungsarbeiten sind geplant bzw. schon in Arbeit.

Durch die Veröffentlichung auf nationaler und internationaler Ebene durch entsprechende Vorträge und Einbindungen in internationale Projekte (IEA, IEE etc.) ist für die Projektbeteiligten ein verstärktes Auftragsvolumen und Werbeeffekt zu erwarten.

## 5 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

### 5.1 Erkenntnisse für das Projektteam

Durch die Bearbeitung und die gewonnenen Erkenntnisse des Subprojektes SP4 durch das Projektteam wurden neue innovative und wirtschaftliche vorgefertigte Fassaden-, und Haustechnikmodule entwickelt und im Demoprojekt Kapfenberg umgesetzt, welche wesentliche Vorteile zu bestehenden traditionellen Sanierungslösungen bieten.

Die entwickelten passiven und aktiven Fassaden- und Haustechnikmodule stellen eine wirtschaftliche Lösung und große Einsatzmöglichkeit für die Sanierung der 60er und 70er Gebäude dar. Somit ist eine witterungsunabhängige und zügige hochwertige thermische Sanierung mit unterschiedlicher Oberflächengestaltungen gegeben.

Die Umsetzung einer hoch wertigen thermischen Sanierung und Erneuerung der Haustechnik mit geringen Belästigungen der BewohnerInnen ist so möglich.

Durch den Einsatz von großteils ökologischen Materialien, speziell die Tragstruktur aus Holz ist eine Nachhaltigkeit der Sanierungsmethode gegeben.

Durch die Möglichkeit des Einsatzes von außenliegenden Leitungsführungen und -verteilungen ist die Zugänglichkeit der Leitungen für Wartung und Modernisierung jederzeit möglich.

Ziel des Subprojektes SP4 war die Umsetzung von neuen innovativen und wirtschaftlichen vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodulen, welche wesentliche Vorteile zu bestehenden Sanierungslösungen bieten. Die Möglichkeit einerseits die Oberflächengestaltung der neuen Fassade trotz Vorfertigung zu wählen und andererseits die Haustechnik von außen zugänglich zu machen stellt somit einen wesentlichen Schritt in der Zukunft dar.

Ein harmonisiertes Gesamtkonzept, welches sowohl die Reduktion des Energieverbrauchs als auch die Energieerzeugung vor Ort umfasst, war notwendig um ein Plus-Energiegebäude in der Sanierung zu erreichen. Nur ein ganzheitlicher und innovativer Ansatz, welcher auf technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Ebene optimiert ist, bildet die Grundlage für die Umsetzung von Plus-Energie-Sanierungen in der Zukunft.

Das Plus-Energiegebäude in Kapfenberg mit seinen vorgefertigten großformatigen Fassadenmodulen, seinen vorgefertigten Haustechnikmodulen und der Energieerzeugung vor Ort durch Solarthermie, Photovoltaik und Abwärme demonstriert die Machbarkeit von Plus-Energie-Sanierungen und stellt somit sicherlich ein österreichisches Vorzeigeprojekt dar.

Folgende Erkenntnisse können von den bisherigen Projektergebnissen abgeleitet werden:

- Eine ganzheitliche Betrachtung der Sanierung ist definitiv erforderlich und stellt die Basis für den Erfolg des Projektes dar.
- Der Standort des bestehenden Gebäudes muss geeignet sein, sowohl für das Ziel „Plus-Energie-Sanierung“ als auch für die Verwendung von vorgefertigten Modulen.
- Unter österreichischen Klimabedingungen ist eine hochwertige thermische Sanierung der Gebäudehülle Voraussetzung zur Erreichung eines Plus-Energiegebäudes.
- Die vorgefertigten aktiven und passiven Fassadenmodule müssen noch kosteneffizienter werden, um die Marktdurchdringung solcher Systeme in der Sanierung bestehender Gebäude forcieren zu können.
- Gebäudeverbände sind zukünftig notwendig, um Plus-Energiegebäude kosteneffizient umzusetzen. Einzelgebäude sind eher eine Ausnahme.

Weitere Erkenntnisse können zur gegebenen Zeit aus der begleitenden messtechnischen Analyse des Gebäudes und den BewohnerInnenbefragungen abgeleitet werden können. Sowohl das Monitoring als auch die Befragungen sind derzeit noch in Gange und werden im Laufe des nächsten Jahres abgeschlossen werden.

Veröffentlichungen dazu wird es unter anderem auf der Homepage von AEE INTEC ([www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)) als auch auf der Homepage des Haus der Zukunft Plus Programms geben ([www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at)).

## **5.2 Weitere Vorgangsweise**

Die Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Subprojekt SP4 werden von den Projektpartnerinnen als Basiswissen in weiteren nationalen und internationalen Forschungsanträgen eingebracht.

Zusätzlich wird versucht, die vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodule in Zusammenarbeit mit Industriepartnerinnen serienreif zu machen. Somit ist eine großflächige Umsetzung dieser nachhaltigen Sanierungsmethode für Gebäude der 60er und 70er Jahre möglich.

Weiters wurden und werden die Erkenntnisse in zahlreichen Veranstaltungen und nationalen und internationalen Vorträgen vorgestellt und diskutiert.

### **5.3 Weitere Zielgruppen**

Die erarbeiteten Projektergebnisse sind für sämtliche Wohnbauträger, Eigentümer, Bauherrn, Architekten und Behörden interessant. Es wird mit dieser Entwicklung einer nachhaltigen Sanierungsmethode eine Variante zum herkömmlichen Wärmedämmverbundsystem aufgezeigt.

## 6 Ausblick und Empfehlungen

Die entwickelten Fassaden- und Haustechnikmodule stellen eine wirtschaftliche/ökologische Lösung und große Einsatzmöglichkeit für die Sanierung der 60er und 70er Gebäude dar. Die Umsetzung einer hochwertigen thermischen Sanierung und Erneuerung der Haustechnik mit geringen Belästigungen der Bewohner ist möglich.

Weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten sich mit der Wirtschaftlichkeit und Optimierung der Fassaden- und Haustechnikmodule beschäftigen. Dies ist Voraussetzung für einen zukünftigen großflächigen Einsatz. Durch die Umsetzung weiterer Demonstrationsvorhaben wird diese innovative Sanierungsmethode einer noch größeren Öffentlichkeit zugeführt.

Wirtschaftlich wird eine Sanierung für den Bauherrn durch eine mögliche Nachverdichtung durch Aufstockungen. Diese Nachverdichtungsmöglichkeit durch einen hohen Vorfertigungsgrad ist eine wichtige Ergänzung zu den vorgefertigten Fassaden- und Haustechnikmodulen. Hier herrscht aus Sicht der Verfasser noch großes Forschungspotential.

Ebenso ist eine Optimierung der Energiesysteme und Verteilmöglichkeiten der Leitungsführung an der Fassade ein zukunftsweisendes Thema für die Sanierung der Zukunft. Die Integration von weiteren haustechnischen Einrichtungen in die Fassade weist aus Sicht der Verfasser ebenso ein großes Potential auf.

Technologien aus dem Passivhausbereich in der Sanierung umzusetzen, aber dabei auch die Neuorientierung des Gebäudes hin zum Energieproduzenten zu berücksichtigen, ist durch diese neuen Fassadenkonzepte ermöglicht worden.

Durch die Entwicklung neuer, innovativer Sanierungskonzepte mit teilweise bereits bewährten Technologien aus dem Neubaubereich und die im weiteren Projektverlauf unmittelbare Umsetzung bietet sich die Chance, die Umsetzbarkeit in der Praxis zu beweisen und die Vorteile und Nutzen aufzuzeigen.

Durch weitere ständig Veröffentlichungen der Ergebnisse auf nationaler und internationaler Ebene durch entsprechende Vorträge und Einbindungen in internationale Projekte (IEA, IEE etc.) lässt ein für die Projektbeteiligten verstärktes Auftragsvolumen und Werbeeffect erwarten.



## 7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

### 7.1 Literaturverzeichnis

Höfler et al. (2006): Vorschläge für künftige Sanierungskonzepte unter Berücksichtigung energetischer Einsparpotentiale; Forschungsprojekt GZ: RA 15-14 Fo2/125-2004; Förderer Land Stmk A15

Geier, S. (2011): Retrofit Strategies - Design Guide; Advanced Retrofit Strategies & 10 Steps to a Prefab Module; Part B - Design Guide - 10 Steps to a Prefab Module; Publikation im Zuge des Projektes IEA ECBCS Annex 50 Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings, Gleisdorf

ÖNORM B 8110-2, (2003): Wärmeschutz im Hochbau - Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz; Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM B 8110-3, (2012): Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung; Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM B 8115-2, (2006): Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz; Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM B 8115-4, (2003): Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen; Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM EN 15643-2, (2011): Nachhaltigkeit von Bauwerken; Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden - Teil 2: Rahmenbedingungen für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität, Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM EN 15978, (2010): Nachhaltigkeit von Bauwerken; Bestimmung der Umweltleistung von Gebäuden – Berechnungsmethode; Entwurf; Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM IEN ISO 14040, (2006): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen; Österreichisches Normungsinstitut

ÖNORM EN ISO 14044, (2006): Umweltmanagement – Ökobilanz Anforderungen und Anleitungen; Österreichisches Normungsinstitut

Passer, A. (2010): Zur Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden; Dissertation TU Graz

Ökobau.dat (2009) – siehe <http://www.nachhaltigesbauen.de>

Swiss Centre for Life Cycle Inventories – Ecoinvent Database v2.2 (2010)

ÖNORM B 1801: Kosten im Hoch- und Tiefbau; Wien (2009)

Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz (2007, 2011)

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ERGEBNIS DER ENERGIEAUSWEISBERECHNUNG FÜR DAS DEMONSTRATIONSPROJEKT NACH OIB RICHTLINIE 6 (2011) (QUELLE: AEE INTEC).....	27
ABBILDUNG 2: THERMISCHE ZONIERUNG DES DEMONSTRATIONSPROJEKTES – OSTANSICHT DES GEBÄUDES (QUELLE: AEE INTEC) .....	28
ABBILDUNG 3: HEIZWÄRMEBEDARF UND MAXIMALE HEIZLAST DES DEMONSTRATIONSGEBÄUDES (QUELLE: AEE INTEC) .....	29
ABBILDUNG 4: HEIZ HEIZLASTVERTEILUNG DER VIER THERMISCHEN ZONEN (Z1 – Z4) ÜBER DIE GESAMTJAHRESSTUNDEN (QUELLE: AEE INTEC) .....	30
ABBILDUNG 5: KÜHLBEDARF UND MAXIMALE KÜHLLAST DES DEMONSTRATIONSGEBÄUDES (QUELLE: AEE INTEC) .....	30
ABBILDUNG 6: THERMISCHE ZONIERUNG – MESSWOHNUNG (SÜD-OST-ANSICHT) (QUELLE: AEE INTEC).....	31
ABBILDUNG 7: SIMULIERTE RAUMTEMPERATUREN ABSTEIGEND SORTIERT - VARIANTE 1 (QUELLE: AEE INTEC) .....	34
ABBILDUNG 8: SIMULIERTE RAUMTEMPERATUREN ABSTEIGEND SORTIERT - VARIANTE 2 (QUELLE: AEE INTEC) .....	34
ABBILDUNG 9: SIMULIERTE RAUMTEMPERATUREN ABSTEIGEND SORTIERT - VARIANTE 3 (QUELLE: AEE INTEC) .....	35
ABBILDUNG 10: SIMULIERTE RAUMTEMPERATUREN ABSTEIGEND SORTIERT - VARIANTE 4 (QUELLE: AEE INTEC) .....	35
ABBILDUNG 11: REDUKTIONSPOTENZIALE HAUSHALTSSTROMVERBRAUCH (QUELLE: AEE INTEC).....	36
ABBILDUNG 12: MUSTERWOHNUNG TOP 15 - 1.OG (QUELL: NUSSMÜLLER ZT GMBH) .....	37
ABBILDUNG 13: ENERGIEEFFIZIENTER AUFZUG (QUELLE: THYSSENKRUPP AUFZÜGE GMBH) .....	38
ABBILDUNG 14: PLUS-ENERGIEBILANZ – 1. VERSION (QUELLE: AEE INTEC) .....	39
ABBILDUNG 15: PLUS-ENERGIEBILANZ – 2. VERSION (QUELLE: AEE INTEC) .....	40
ABBILDUNG 16: PLUS-ENERGIEBILANZ – 3. VERSION (QUELLE: AEE INTEC) .....	41
ABBILDUNG 17: PLUS-ENERGIEBILANZ – 4. VERSION (QUELLE: AEE INTEC) .....	42
ABBILDUNG 18: PRINZIPIELLES SCHEMA PLUSENERGIE (QUELLE: AEE INTEC).....	46
ABBILDUNG 19: SCHEMA PV-SEGEL AM DACH (QUELLE: NUSSMÜLLER ARCHITEKTEN ZT GMBH UND AEE INTEC).....	46
ABBILDUNG 20: GRUNDRISSNEUGESTALTUNG NEU – AUSZUG (QUELLE: NUSSMÜLLER ARCHITEKTEN ZT GMBH UND AEE INTEC).....	48
ABBILDUNG 21: EINREICHPLAN - GRUNDRISS 1. OG (QUELLE: NUSSMÜLLER ARCHITEKTEN ZT GMBH).....	50
ABBILDUNG 22: EINREICHPLAN - ANSICHT WEST (QUELLE: NUSSMÜLLER ARCHITEKTEN ZT GMBH).....	50

ABBILDUNG 23: BAUPHYSIKALISCHE BERECHNUNG – AUSZUG (QUELLE: ROSENFELDER & HÖFLER CONSULTING ENGINEERS GMBH & CO KG) .....	51
ABBILDUNG 24: AUSFÜHRUNGSPLAN – GRUNDRISS 1. OG (QUELLE: NUSSMÜLLER ARCHITEKTEN ZT GMBH) .....	51
ABBILDUNG 25: DETAIL FENSTERANSCHLUSS SEITLICH UND OBEN (QUELLE: HOLZBAU KULMER GMBH) .....	52
ABBILDUNG 26: WÄRMEBRÜCKENBERECHNUNG DECKENANSCHLUSS – AUSZUG (QUELLE: AEE INTEC) .....	53
ABBILDUNG 27: VEREINFACHTE DARSTELLUNG DER VIER VERSCHIEDENEN „LÜFTUNGSZONEN“ INKL. ZUORDNUNG DER EINGESETZTEN TECHNOLOGIEN – OSTANSICHT DES GEBÄUDES (QUELLE: AEE INTEC) .....	54
ABBILDUNG 28: SCHEMA DACHAUFGSTELLUNG LÜFTUNGSZENTRALEN (QUELLE: FA. TB ING. BERNHARD HAMMER GMBH) .....	56
ABBILDUNG 29: LUFTLEITUNGSFÜHRUNG IN DEN WOHNUNGEN IM 1.OG DES 1.BA – AUSZUG (QUELLE: STEINWENDER INSTALLATIONS-GESELLSCHAFTS M.B.H.) ..	57
ABBILDUNG 30: 3-STUFIGER WOHNRAUMREGLER (QUELLE: AEE INTEC) .....	58
ABBILDUNG 31: LUFTLEITUNGSFÜHRUNG IN DEN WOHNUNGEN IM 1.OG DES 2.BA – AUSZUG (QUELLE: STEINWENDER INSTALLATIONS-GESELLSCHAFTS M.B.H.) ..	59
ABBILDUNG 32: DETAILZEICHNUNG GAMERITHFENSTER (QUELLE: PROF. HORST GAMERITH) .....	60
ABBILDUNG 33: PROTOTYP DES „GAMERITHFENSTER“ (QUELLE: AEE INTEC) .....	61
ABBILDUNG 34: ZULUFTELEMENT FÜR FENSTERMONTAGE (QUELLE: FA. DUCOFLAT) .....	61
ABBILDUNG 35: SCHEMA DER EINBINDUNG DER ABLUFT-WÄRMEPUMPE IN DAS HEIZUNGSSYSTEM (QUELLE: TECHNISCHES BÜRO ING. BERNHARD HAMMER GMBH) .....	62
ABBILDUNG 36: FERNWÄRMEANSCHLUSS IM KELLERGESCHOß (QUELLE: TECHNISCHES BÜRO ING. BERNHARD HAMMER GMBH) .....	64
ABBILDUNG 37: HEIZUNGS- UND SANITÄRSCHHEMA (QUELLE: TECHNISCHES BÜRO ING. BERNHARD HAMMER GMBH) .....	65
ABBILDUNG 38: KALKULATION DER PV-ANLAGE - AUSZUG (QUELLE: E-WERK GLEINSTÄTTEN GMBH) .....	67
ABBILDUNG 39: LINKS: GEMEINSAMES FOTO DES PROJEKTTEAMS MIT VERTRETERINNEN DES LANDES STEIERMARK, DER STADT KAPFENBERG, DES BMVIT UND DER GEBÄUDEEIGENTÜMERIN (QUELLE: AEE INTEC); RECHTS: ZEITUNGSBERICHT IN DER KLEINEN ZEITUNG MÜRZTAL (QUELLE: KLEINE ZEITUNG GMBH & CO KG ) .....	69
ABBILDUNG 40: FOTOS DES RICHTFESTS AM 27. NOVEMBER 2012 (QUELLE: AEE INTEC) .....	70
ABBILDUNG 41: BLOWER-DOOR-MESSUNG DES 1. BA (QUELLE: AEE INTEC) .....	71
ABBILDUNG 42: AUSZÜGE DES FERTIGGESTELLTEN 1. BA DES DEMONSTRATIONSGEBÄUDES (QUELLE: AEE INTEC) .....	74

ABBILDUNG 43: VERGLEICH BESTANDSWOHNUNGEN (LINKS) MIT NEU SANIERTEN WOHNUNGEN DES 1. BA (RECHTS) (QUELLE: AEE INTEC) .....	75
ABBILDUNG 44: ÜBERREICHTES BENUTZERINNENINFORMATIONSBLETT (QUELLE: AEE INTEC) .....	76
ABBILDUNG 45: EINSCHULUNG UND INFORMATION DER BEWOHNERINNEN IN IHREN WOHNUNGEN (QUELLE: AEE INTEC) .....	76
ABBILDUNG 46: BUNDESMINISTERIN DORIS BURES BEI IHRER FESTREDE ZUR FEIERLICHEN ERÖFFNUNG UND HAUSÜBERGABE IN KAPFENBERG (QUELLE: AEE INTEC) .....	78
ABBILDUNG 47: BÜRGERMEISTER ING. MANFRED WEGSCHEIDER BEI SEINER BEGRÜßUNGSREDE (QUELLE: AEE INTEC) .....	79
ABBILDUNG 48: URKUNDENÜBERGABE DURCH BUNDESMINISTERIN DORIS BURES AN DAS PROJEKTTEAM (QUELLE: AEE INTEC) .....	79
ABBILDUNG 49: LINKS: ÜBERGABE DES ZERTIFIKATS DURCH FRAU DR. SUSANNE GEISSLER; RECHTS: TQB-PLANUNGSZERTIFIKAT DES DEMONSTRATIONSPROJEKTES (QUELLE: AEE INTEC) .....	83

### 7.3 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: VERGLEICH DER VIER EINGESETZTEN LÜFTUNGSSYSTEME (QUELLE: AEE INTEC) .....	54
TABELLE 2: MESSERGEBNISSE DER LUFTSCHALLMESSUNG (QUELLE: ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUEN UND ÖKOLOGIE) .....	84
TABELLE 3: MESSERGEBNISSE DER TRITTSCHALLMESSUNG (QUELLE: ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUEN UND ÖKOLOGIE) .....	85

### 7.4 Internetquellen

- <http://www.aee-intec.at/index.php?seitenName=projekte&themenId=2&projektkategorienId=>  
(abgerufen am 30.06.2014)
- [http://www.nussmueller.at/archiv/aktuelles\\_kapfenberg.htm](http://www.nussmueller.at/archiv/aktuelles_kapfenberg.htm) (abgerufen am 30.06.2014)
- <http://www.wohnbaugruppe.at> (abgerufen am 30.06.2014)
- <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5836> (abgerufen am 30.06.2014)

### 7.5 Anmerkung: Literaturangaben für Zitate

keine