

Gründerzeit mit Zukunft

Demonstrationsprojekt Eberlgasse

Dokumentation und Monitoring

Autoren:

Johannes Rammerstorfer, Walter Hüttler, Manuel Krempl (e7 Energie Markt Analyse)

Fritz Oettl (pos architekten)

Helmut Schöberl (Schöberl & Pöll)

Karin Sammer (ÖVI Österreichischer Verband Immobilientreuhändler)

Margarete Havel (Havel &Havel)

Eigentümer: **Ing. Andreas Kronberger, Dr. Robert Liska**

Generalplaner: **Ing. Andreas Kronberger**

März 2017

Leitprojekt „**Gründerzeit mit Zukunft**“, Subprojekt 5 „**Dokumentation und Monitoring**“

Leitprojektmanagement: **Walter Hüttler** (e7 Energie Markt Analyse)

Gründerzeit mit Zukunft

Gesamtheitliche Modernisierung
von Gründerzeitgebäuden

Haus der Zukunft Plus ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMVIT von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH und Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) abgewickelt.

Impressum

e7 Energie Markt Analyse GmbH
Walcherstraße 11
1020 Wien
Österreich

Telefon +43-1-907 80 26
Fax +43-1-907 80 26-10
office@e-sieben.at
<http://www.e-sieben.at>



Gründerzeit mit Zukunft

Demonstrationsprojekt Eberlgasse

Dokumentation und Monitoring



Abbildung 1: Demonstrationsprojekt Eberlgasse (Quelle: Kronberger)

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Einleitung.....	6
3	Dokumentation der umgesetzten Maßnahmen.....	7
3.1	Ausgangssituation und Zielsetzung	7
	3.1.1 Städtebau und Bauplatz.....	8
	3.1.2 Haus und Baustandard	9
3.2	Konzept der technischen Evaluierung	11
3.3	Basisdaten des Projektes	11
	3.3.1 Massen.....	11
	3.3.2 Kosten	12
3.4	Gestaltung.....	12
3.5	Funktionale Verbesserung.....	13
	3.5.1 Dichte	13
	3.5.2 Belichtung.....	14
	3.5.3 Freiräume für das Haus	14
	3.5.4 Wohnungsbezogene Freiräume.....	15
	3.5.5 Facilities	15
	3.5.6 Grundrisse modernisieren.....	15
	3.5.7 Dachausbau	16
3.6	Bautechnische Maßnahmen.....	17
	3.6.1 Gebäudehülle in Passivhaus-Standard	17
	3.6.2 Luftdichtheit intern	23
3.7	Haustechnische Maßnahmen.....	24
3.8	Energetische Kennwerte	29
3.9	Zusammenfassung und Lernerfahrungen.....	33
4	Ergebnis messtechnische Untersuchungen	35
4.1	Grundlegendes zum Monitoring.....	35
	4.1.1 Monitoringkonzept	36
4.2	Komfortparameter	38
	4.2.1 Komfortparameter der Referenzwohnungen	39
	4.2.2 Komfortparameter Wohnungsvergleich.....	44
4.3	Energiebilanz	46

4.3.1	Heizwärme.....	47
4.3.2	Stromverbrauch	49
4.3.3	Endenergie und Primärenergie	50
4.4	Evaluierung Haustechnik.....	52
5	Kostenmonitoring	54
5.1	Investitionskosten.....	54
5.2	Kosten im laufenden Betrieb	56
5.3	Gesamtkostenbetrachtung über den Lebenszyklus	56
6	Sozialwissenschaftliche Evaluierung	59
6.1	Begleitung Sanierungsprozess	59
6.2	Ergebnisse der Befragung der MieterInnen	65
6.3	Schlussfolgerungen.....	72
7	Rechtliche Rahmenbedingungen	74
8	TQB Gebäudezertifizierung	79
9	Verzeichnisse	82
9.1	Abbildungsverzeichnis.....	82
9.2	Tabellenverzeichnis.....	84

1 Zusammenfassung

Die Sanierung des Gründerzeithauses in der Eberlgasse ist eines von vier der im Rahmen des Haus der Zukunft Plus Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ umgesetzten Demonstrationsprojekte. Das innovativ sanierte Gebäude wurde 2014 fertiggestellt und wird über 2 Betriebsjahre messtechnisch begleitet. Neben dem Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring und der technischen Dokumentation der umgesetzten Maßnahmen erfolgt eine Kostenbetrachtung, die Evaluierung der NutzerInnenzufriedenheit, die Dokumentation der wohnrechtlichen Lösungsansätze und die Zertifizierung nach den Qualitätskriterien der ÖGNB.

▪ Architektur und Bautechnik

Das Projekt Eberlgasse ist ein gelungenes Beispiel für die Umsetzung des Passivhausstandards in kleinvolumigen Gründerzeithäusern. Die getroffenen Maßnahmen sind ein wohl ausgewogenes Bündel im Sinne der ökonomischen und technischen Machbarkeit und erzielen eine wesentliche Verbesserung der Wohnqualität.

Für die Planungsphase wird auf die genauen Überlegungen zur Auslegung der Gebäudehülle und Verbesserung des Lichteinfalls hingewiesen.

Für die Ausführungsphase wird insbesondere auf die gründliche und mehrstufige Optimierung der internen Luftdichtheit hingewiesen.

Die wichtigste Erkenntnis aus dem Projekt Eberlgasse ist, dass Passivhausstandard nach Standard Neubaukriterien auch im Gründerzeithaus umsetzbar ist.

Das erfolgreiche Management der Bestandswohnungen, der Umbau von belegten Wohnungen, zeigt die Wichtigkeit und Möglichkeit einer durchgreifenden Sanierung, selbst mit Bestandsmietern.

Bei der Lüftungsanlage wird die Planung hinsichtlich des Auslotens der besten Lösung für die Führung der großen Querschnitte für die Steigleitungen sehr gefordert. Aus der Eberlgasse kann abgeleitet werden, dass hier auf die jeweilige Situation reagiert werden muss und noch keine standardisierten Lösungen für den Typ Gründerzeithaus vorliegen. Bei der vorgelegten Lösung wurde die sonst kritische Frage durch gute Moderation gelöst, nämlich ob belegte Wohnungen für einen Eingriff durch Einfügen eines Steigschachtes zur Verfügung stehen.

▪ **Messtechnische Evaluierung**

Monitoringergebnis Demonstrationsobjekte Gründerzeit mit Zukunft Spezifische Energietechnische Kenngrößen	
Objekt	Eberlgasse
Anzahl Wohneinheiten	10
Gesamte Wohnnutzfläche inkl. DG Ausbau	832 m ²
Brutto-Grundfläche BGF lt. Energieausweis (inkl. DG Ausbau)	1.277 m ²
<i>Die BGF wird für alle folgenden spezifischen Kennwerte als Bezugsgröße herangezogen. Für die Berechnung von Primärenergieverbrauch und CO₂e- Emissionen wurden die Konversionsfaktoren entsprechend OIB Richtlinie 6 von 2011 herangezogen.</i>	
Messzeitraum	2014 - 2016
Heizwärmebedarf lt. Energieausweis	12,5 kWh/m ² a
Heizwärmeverbrauch	15,6 kWh/m ² a
Heizwärmeverbrauch (bereinigt)	16,8 kWh/m ² a
Warmwasser Verbrauch (inkl. Speicher und Verteilverluste)	20,1 kWh/m ² a
Heizenergieverbrauch inkl Hilfsstrom	47,2 kWh/m ² a
Haushaltsstromverbrauch	15,9 kWh/m ² a
Allgemeinstromverbrauch (ohne Hilfsstrom, ggfs. mit Aufzug)	7,3 kWh/m ² a
Stromverbrauch Aufzug [kWh/m ² a]	- kWh/m ² a
Hilfsstromverbrauch Heizung (Eberlgasse inkl. Wärmepumpe)	9,6 kWh/m ² a
Hilfsstromverbrauch Lüftung	6,8 kWh/m ² a
Endenergieverbrauch	39,6 kWh/m ² a
Primärenergieverbrauch gesamt	103,7 kWh/m ² a
CO ₂ e-Emissionen inkl Haushaltsstrom	16,5 kg/m ² a
Anzahl Referenzwohnungen mit Messung Komfortparameter	2
Mittlere Raumtemperatur in der Heizperiode (T außen < 12°C)	22,6 °C
Mittlere Raumtemperatur in den Sommermonaten (T außen > 12°C)	25,6 °C
Anteil der Überhitzungsstunden (T > 26°C) an der Gesamtjahresstundenanzahl	19,5 %
Anteil der CO ₂ Konzentration (CO ₂ > 1000ppm) an der Gesamtjahresstundenanzahl	1,2 %

▪ **Kostenbetrachtung**

Die gesamten Errichtungskosten für das Sanierungsprojekt betragen excl. USt. etwas unter 1.300.000 €. Davon entfallen knapp 1.140.000 € auf die Bauwerkskosten (Rohbau, Technik, Ausbau). Die Differenz von ca. 150.000 € beinhaltet sämtliche Honorare sowie die Baustelleneinrichtung. Das Verhältnis von Bauwerks- zu Errichtungskosten liegt bei 88%. Als Mehrkosten für die Sanierung im Passivhaus- Standard gegenüber einer konventionellen Sanierung wurden rund 165.000 €, bzw. 266 €/m²_{WNF} ermittelt [Quelle: Schöberl, 2014].

Die Bauwerkskosten gliedern sich in:

▪ Rohbau:	ca. 350.000 €	31 %
▪ Technik:	ca. 480.000 €	42 %
▪ Ausbau:	ca. 310.000 €	27 %

▪ **NutzerInnenzufriedenheit**

Die Innovation des sanierten Wohnhauses Eberlgasse wird von mehr als der Hälfte der befragten MieterInnen im Ambiente des Althauses mit den hohen Räumen verbunden mit der Technologie des Passivhauses gesehen. Für einige MieterInnen war das Passivhaus auch ein Hauptgrund für die Entscheidung für die Wohnung. Die energietechnische Ausstattung wird von allen sehr hoch beurteilt.

Mit der Erwärmung und Lüftung der Wohnungen besteht hohe Zufriedenheit. Es gibt keine Störungen durch Geräusche oder Luftzug. Die Regelung der Wohnraumlüftung dürfte keine Probleme machen, im Normalbetrieb läuft die Anlage in den meisten Wohneinheiten auf der zweiten bis dritten Regelstufe.

Positiv wird die persönliche Information durch den Eigentümer erwähnt. Die bei Bezug erhaltene Informationsbroschüre wurde von den MieterInnen mehrheitlich nur auszugsweise bzw. gar nicht gelesen. An einer nochmaligen Information besteht aber kein Interesse.

Trotz nachgewiesener engagierter Kommunikations- und Informationsbemühungen zwischen Eigentümer und AltmietlerInnen von Beginn der Sanierungsplanung an, konnten nicht alle Altmietler vom Sanierungsergebnis überzeugt werden. Die Unzufriedenheit mit teilweise mangelhaft ausgeführten Arbeiten überlagert alle positiven Aspekte.

Die beauftragten Fachfirmen waren mit der Umsetzung des Passivhaus-Standards teilweise überfordert. „Die Fachfirmen hätten hohen Lernbedarf“, meinte der Eigentümer. Das wirkte sich nicht nur auf das Arbeitsergebnis aus, sondern auch auf die Belastung der AltmietlerInnen während der Sanierungsphase. Das Bieterprinzip des wohnfonds_Wien hinsichtlich Billigstbieter-Prinzip sollte überdacht werden.

▪ **Gebäudezertifizierung**

Insgesamt wurden für das Demonstrationsprojekt in der Eberlgasse 3 805 von 1.000 möglichen Punkten laut ÖGNB Kriterien erreicht, was für ein Bestandsgebäude ein hervorragendes Ergebnis darstellt. Bei der Zertifizierung nach klima:aktiv Standard wurden 1000 von 1000 möglichen Qualitätspunkten erreicht.

2 Einleitung

Im Fokus des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ steht die forcierte gesamtheitliche Modernisierung von Gründerzeitgebäuden unter Anwendung innovativer technischer und organisatorischer Lösungen. Dadurch soll die thermisch-energetische Qualität von zukünftigen Sanierungen deutlich verbessert und damit ein Beitrag zur Schaffung eines CO₂-neutralen Gebäudesektors geleistet werden. Im Zuge des Projekts werden multiplizierbare Konzepte sowie innovative technische und organisatorische Lösungen an 4 Objekten demonstriert.

Im Vordergrund des Demonstrationsprojekts Eberlgasse stand die umfassende Sanierung des Gebäudes unter Anwendung innovativer Technologien zur Gewährleistung eines zeitgemäßen Wohnstandards mit hohem Wohnkomfort. Ziel war, mit der energetischen Sanierung des Bestandgebäudes und dem hocheffizienten Dachgeschoßausbau als Ganzes eine nachhaltige Systemlösung darzustellen, welche eine hohe Multiplizierbarkeit für eine Großzahl von Gründerzeithäusern aufweist.

Um Aussagen über die tatsächliche Performance des Gebäudes treffen zu können, wurde das Objekt im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ für die Dauer von 2 Jahren einem technischen Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring unterzogen. Ziel des Subprojekts ist die Dokumentation und das begleitende Monitoring der Demonstrationsprojekte hinsichtlich der umgesetzten Maßnahmen und deren Kosten im Bau sowie im laufenden Betrieb und im Hinblick auf die energetischen Effekte sowie die Komfortbedingungen. Die Demonstrationsprojekte wurden weiters auf die NutzerInnenzufriedenheit und die Erfahrungen mit den Sanierungsprozessen sozialwissenschaftlich begleitet. Darüber hinaus wurden die zur Umsetzung innovativer Sanierungsmaßnahmen erforderlichen wohnrechtlichen Lösungsansätze dokumentiert und Vorschläge für den Mietrechtsgesetzgeber und die Sanierungsförderung erarbeitet.

Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Begleituntersuchung sowie die Lernerfahrung bei der Umsetzung dargestellt und die Planungswerte mit der tatsächlichen Performance im Gebäudebetrieb verglichen. Der Monitoringbericht zeigt das breite Feld von technischen, rechtlichen und organisatorischen Maßnahmen auf, die bei der innovativen Sanierung der Eberlgasse umgesetzt wurden.

Der Bericht richtet sich an Planer, Hausverwaltungen, Eigentümer und Investoren, die im Bereich der Sanierung von Gründerzeitgebäuden tätig sind.

3 Dokumentation der umgesetzten Maßnahmen

Fritz Oettl (pos architekten), Manuel Krempl (e7)

3.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Im Rahmen dieses Leitprojektes sollten Demonstrationsgebäude umgesetzt werden, um in einem begleiteten Prozess Verbesserungen der Performance und im Anschluss Erkenntnisse für ähnlich gelagerte Sanierungsvorhaben zu gewinnen.

Die Grundlagen und technischen Aspekte hinsichtlich Passivhaussanierung sind bereits im Endbericht zum Demonstrationsgebäude von Schöberl, Schleger & Kronberger¹ ausführlich behandelt, sodass hier nur grundsätzliche und ergänzende Themen besprochen werden.

Das Projekt Eberlgasse war ergänzend zu den anderen Pilotvorhaben aus folgenden Gründen interessant:

1. Die Bautypologie und das relativ kleine Volumen gleichen einer großen Zahl an Gründerzeithäusern in den ehemaligen Vorstädten, das ist heute im Wesentlichen der Gründerzeit-Bestand außerhalb des Gürtels.
2. Der flexible Umgang mit den unterschiedlichen Belegungssituationen gibt gute Hinweise für das Projektmanagement und die Bauleistik und den angepassten Planungsansatz.
3. Das Haus in der Eberlgasse ist der erste Gründerzeitbau Österreichs, der bei der Sanierung Passivhaus-Standard² erreicht.
4. Technisch interessant ist der Einsatz einer Grundwasserwärmepumpe und von Photovoltaik im Kontext eines Gründerzeithauses.

Datenauszug des Projektes Eberlgasse:

Adresse: 1020 Wien, Eberlgasse 3

Eigentümer: Ing. Andreas Kronberger, Dr. Robert Liska.

Generalplaner: Ing. Andreas Kronberger

Baujahr Bestand: 1888 (1945 schwerer Bombenschaden, 1952 Wiederaufbau)

Planungsbeginn / Baubeginn / Fertigstellung: 2009 / Dez 2011 / Dez 2013

Wohnnutzfläche vor / nach der Sanierung: 585 / 832 m² (inkl. DG)

Wohneinheiten vor / nach der Sanierung: 10 / 10 (interne Umschichtungen)

¹ Schöberl, Schleger & Kronberger (2015): Sanierung Gründerzeitgebäude Eberlgasse auf Passivhausstandard. In: Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 3/2015, Herausgeber bmvit.

² Gilt für den Altbestand EG- OG3, die neuen DG1-2 wurden in Niedrigenergiestandard ausgeführt.

Heizwärmebedarf vor/ nach der Sanierung gerechnet: 178,0 / 7 kWh/m² (OIB), 15 kWh/m² (PHPP)

3.1.1 Städtebau und Bauplatz

Das Projekt liegt ca. 1800 m nördlich des historischen Zentrums von Wien in einer hochwertigen und in Aufwertung befindlichen Lage. Die großen Erholungsräume Augarten und Donauufer liegen 400 bzw. 800 m entfernt, also sehr gut erreichbar.

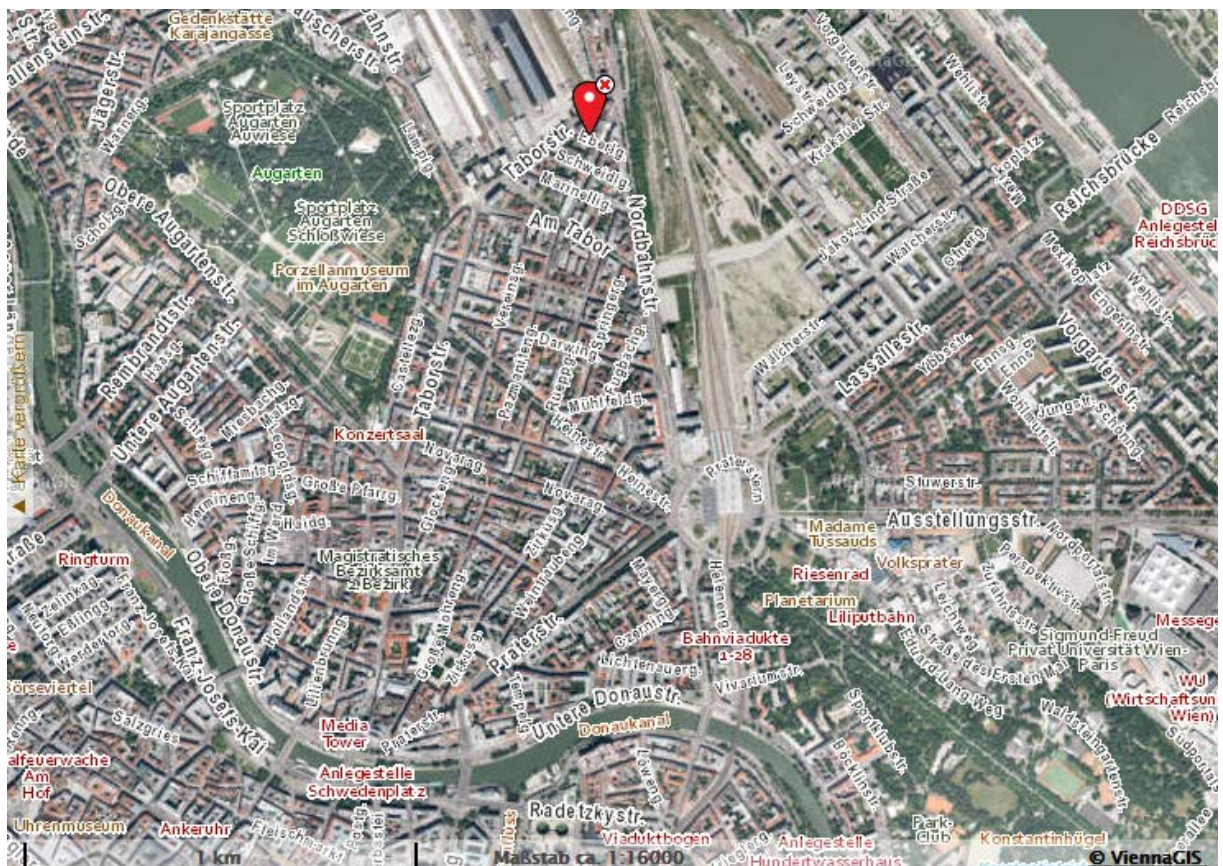


Abbildung 2: Lage im Stadtraum (Quelle: <http://www.wien.gv.at/stadtplan/>)

Das Objekt befindet sich in einem kleinformatigen und ungünstig geschnittenen Gründerzeitblock, eine Situation die in dicht bebauten Gründerzeitvierteln oft anzutreffen ist und vor allem Herausforderungen in Bezug auf hofseitige Belichtung und Wohnqualität stellt. Es handelt sich um ein typisches Mittelhaus mit 4 Geschößen und 6 Fensterachsen.

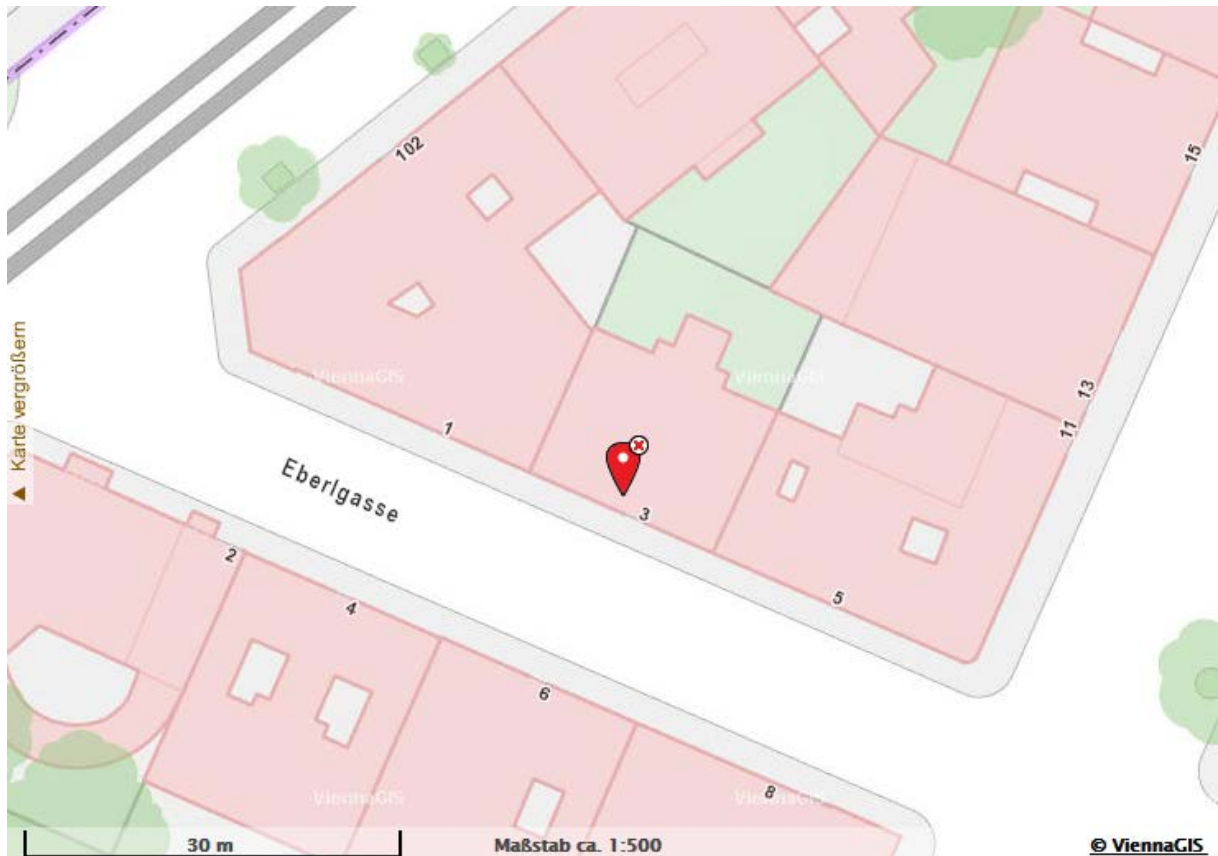


Abbildung 3: Eberlgasse 3, typischer Gründerzeit-Block (Quelle: <http://www.wien.gv.at/stadtplan>)

3.1.2 Haus und Baustandard

Die Straßenfassade mit den Hauptfensterflächen ist fast südseitig orientiert. Die Hofseite mit dem Stiegenhaus zeigt in eine für die dichte Gründerzeit-Bebauung typische und beengte Hofsituation.



Abbildung 4: Straßenfassade vor Sanierung (Foto: A. Kronberger)



Abbildung 5: Hofsituation vor Sanierung (Foto: A. Kronberger)

3.2 Konzept der technischen Evaluierung

Das Konzept der Evaluierung wurde von pos architekten in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern in einem mehrstufigen Zyklus entwickelt.

In einem ersten Schritt wurde in einer Basisliste ein umfassender Themenkatalog erstellt und inhaltlich so strukturiert, dass wesentliche technische Elemente einer Gründerzeithaus-Sanierung mit den Kennwerten erfasst werden.

Themengruppen	Spezifikationen			
Basisdaten				
Kosten		bei Entwurf	bei Vergabe	nach Abrechnung
Erhaltungs-/ Verbesserungsmaßnahmen, allgemein			geplant	ausgeführt
Bautechnische Maßnahmen, Detail				
Haustechnische Maßnahmen				
Kennwerte Energie, Umwelt		geplant	ausgeführt	ausgeführt
Monitoring		geplant	ausgeführt	

Abbildung 6: Struktur der technischen Dokumentation (Quelle: pos architekten)

Die Basisliste wurde dem Projektbetreiber zur Dateneingabe übergeben. Aus den Lücken und Ergänzungen des Rücklaufs ergaben sich Fragestellungen, die einerseits in einem persönlichen Interview geklärt wurden und andererseits auch Anpassungen der Tabelle bewirkten.

Die Checkliste wird als flexibles Werkzeug gesehen, das durch seine Grundstruktur eine weitgehende Vergleichbarkeit von Sanierungsprojekten ermöglicht. Gleichzeitig wird die Checkliste auf Grund der Spezifika von Einzelprojekten weiter entwickelt.

3.3 Basisdaten des Projektes

3.3.1 Massen

Tabelle 1: Eberlgasse, Vergleich der Massen (Quelle: A. Kronberger)

Massen	Bestand vor Sanierung	Altbau nach San.	Gesamt nach San.	Bestand/ Neu Gesamt
Grundstücksfläche, m2	336	336	336	0%
bebaute Grundstücksfläche, m2	221	225	225	2%
Bebauungsgrad	66%	67%	67%	2%
BGF, m2	901	901	1277	42%
Geschoßflächenzahl, GFZ	2,68	2,68	3,80	42%
Wohnnutzfläche	585	618	848	45%
WNF/BGF	0,65	0,69	0,66	2%

Die Aufstellung der Massen zeigt, dass vor allem die Ausnutzung des Grundstückes mit verwertbaren Nutzflächen stark erhöht wurde.

3.3.2 Kosten

Tabelle 2: Eberlgasse, Kostenvergleich (Quelle: A. Kronberger)

Kosten Teil Altbau (alles netto ohne Ust)		bei Vergabe	nach Abrechnung	Veränderung
Bauwerkskosten EUR		939.727	1.045.126	
Nebenkosten, Honorare in EUR netto		123.956	141.480	14%
Errichtungskosten		1.063.683	1.186.606	12%
Spezifische Kosten				
Bauwerkskosten in EUR / m2 WNF		1.520	1.690	11%
Nebenkosten in EUR / m2 WNF		200	229	14%
Errichtungskosten in EUR / m2 WNF		1.720	1.919	12%
NK, Planung in % der Bauwerkskosten	13%		14%	
NK, Planung in % der Errichtungskosten	12%		12%	

Die Kostensteigerung geht auf für den Altbau typische Komplikationen zurück, wie Befall mit Hausschwamm und Sanierung von Tramköpfen.

3.4 Gestaltung

Die gestalterische Durchführung ist Bestandteil einer Sanierung, weil hier nach außen wahrnehmbar die Aufwertung der Gesamtqualität vermittelt werden kann. Im Gründerzeitbereich fokussiert sich dieser Aspekt meist auf die Hausfassaden und hier insbesondere auf die Straßenfassaden.

Im Fall Eberlgasse wurde entschieden, weder die ursprüngliche gegliederte Fassade mit Zierteilen noch die ursprüngliche feingliedrige Fensterteilung wieder herzustellen. Die noch vorhandenen Zierteile zur Betonung des Eingangsbereiches wurden ebenfalls abgebrochen. Das Ergebnis ist eine schlichte Lochfassade. Das Kordongesims über dem Erdgeschoß und das Attikagesims wurden zur Gliederung der Fassade beibehalten. Das Erdgeschoß wurde mit horizontalen Fugen neu akzentuiert.

Insgesamt haben sich durch die hohe Dämmstärke auch die Tiefenwirkung und das Schattenbild in der Fassade stark verändert.



Abbildung 7: Straßenseitige Fassaden vor und nach der Sanierung (Foto: A. Kronberger)

Die Fenster wurden in den schmalen Öffnungen (Lichte Breite 96 zw. 104 cm) als einteiliges Fenster hergestellt, bei den breiteren Öffnungen als einfach vertikal geteiltes zweiteiliges Fenster. Eine originalnahe Lösung mit zweischichten Kastenfenstern wurde nicht verfolgt, sondern eine moderne einschalige Alu-Holzkonstruktion eingebaut. Die Architekturlichter wurden außen seitlich und oben abgeschrägt, was die Proportionen zwischen opaker Wand und Öffnung neu definiert³.

Im Ensemble Eberlgasse entsteht damit fast eine exemplarische Reihe der gestalterischen Möglichkeiten: das Haus Eberlgasse 1 mit sogenannter „abgeräumter“ Gründerzeitfassade ohne Zierteile, Eberlgasse 3 schlicht und mit neuen Proportionen, das Haus Eberlgasse 5 mit einfache Zierteilen. In allen 3 Häusern können die ästhetischen Qualitäten unterschiedlicher Fenstertypen beobachtet werden.

3.5 Funktionale Verbesserung

Das Ziel einer nachhaltigen Sanierung ist unter anderem die qualitative Aufwertung und das Heranführen an einen zeitgemäßen Wohnstandard. Das bedarf eines abgestimmten Bündels von Maßnahmen.

3.5.1 Dichte

Ein wesentliches Defizit von Gründerzeitvierteln ist oft die erhebliche Dichte der Bebauung mit allen Folgewirkungen für die Belichtung, Besonnung, Parkplatzsituation und das Mikroklima.

³ Darüber hinaus wird damit auch die Belichtung verbessert.

Ein grundsätzliches Ziel wäre also die Entspannung der Dichte, was aus ökonomischen Gründen praktisch derzeit nie realisiert wird. Da die Regelgeschoße oft durch bestehende Mietverhältnisse unterproportional zur Sanierung beitragen wird praktisch bei jeder Sanierung versucht, Dachausbauten zu errichten, die durch höhere Erträge zur Querfinanzierung der anderen Hausbereiche wesentlich beitragen.

In der Eberlgasse wurden 2 Dachgeschoße mit 214 m² Wohnnutzfläche errichtet. Damit wurde die vorhandene Dichte von 2,68 auf 3,80 erhöht⁴. Der Bebauungsgrad wurde durch den Liftanbau von 66 auf 67% erhöht.

3.5.2 Belichtung

Wie bereits im Punkt Dichte erwähnt herrschen in Gründerzeitbebauungen oft minderwertige Belichtungs- und Besonnungsverhältnisse, vor allem in den unteren Geschoßen. Verbesserung kann manchmal durch den Abbruch von Hofeinbauten geschaffen werden. Im Detail kann durch eine günstige Fensterausbildung eine Verbesserung erreicht werden.

Im Fall Eberlgasse wurde durch die hohe Dämmstärke die Gesamtmauerstärke um 32 cm erhöht und die außenliegende Fensterleibung um etwa 20 cm vertieft, was zu einer höheren Eigenverschattung führt. Zur Kompensation wurden die außenseitigen Fensterleibungen seitlich und oben abgeschrägt und die ursprünglichen Sprossenteilungen fallen gelassen. Somit wurden jene Maßnahmen ergriffen, die bei sehr ambitionierten Energiezielen mit vertretbarem Aufwand umsetzbar sind.

3.5.3 Freiräume für das Haus

In Gründerzeitvierteln sind durch die hohe Bebauungsdichte Freiräume oft nur als schlecht besonnte und unattraktive Restflächen im Erdgeschoßbereich vorhanden. Diese Freiräume haben als wohnungsnaher Erholungsraum besondere Bedeutung, da Gründerzeitwohnungen fast nie über einen privaten Balkon oder Terrasse verfügen. Die verfügbaren Potentiale wären eine Qualitätsanhebung der Erdgeschoßflächen und ein Ausbau der Dachflächen für hausallgemeine Nutzung.

Im Fall Eberlgasse wurde die Dachfläche durch den Ausbau privatisiert. Ebenso wurden Teile der ursprünglichen Freifläche im Erdgeschoß als Terrassen zu Wohnungen privatisiert und weitere Flächen für Radabstellplätze und Müllplatz konsumiert. Damit wurde die ursprünglich vorhanden hausallgemeine Freifläche im Gartenhof von ca. 90 m² auf letztlich nutzbare ca. 20 m² verkleinert. Diese Verkleinerung ist im Zusammenhang mit der Herstellung von direkt den Wohnungen zugeordneten neuen Freiflächen zu betrachten.

⁴ GFZ, Geschoßflächenzahl ist Brutto-Geschoßfläche / Grundstücksfläche

3.5.4 Wohnungsbezogene Freiräume

Gründerzeitwohnungen, insbesondere in den ehemaligen Vorstädten, waren praktisch nie mit direkt der Wohnung zugeordnetem Freiraum ausgestattet. Dieses wesentliche Defizit der Wohnqualität wird bei nachhaltigen Sanierungen tunlichst behoben.

Im Fall Eberlgasse wurden alle Altwohnungen mit einem privaten Freiraum in Form eines Balkons/Loggia oder einer Terrasse ausgestattet. Damit wurde die Wohnqualität grundsätzlich und allgemein erhöht. Durch die spezielle Geometrie und funktionale Notwendigkeiten gibt es partielle Beeinträchtigungen. So werden die westseitigen Balkone/Loggien durch den vorragenden Lifteinbau eingeschränkt und beschattet. Die ostseitige Terrasse im Erdgeschoß liegt am hausallgemeinen Zugang zum Müll und den Radabstellplätzen.

3.5.5 Facilities

Gründerzeithäuser weisen normalerweise große Defizite in den hausallgemeinen Einrichtungen auf, was bei nachhaltigen Sanierungen auf den Stand der funktionellen Notwendigkeiten zu bringen ist.

Im Fall Eberlgasse wurden nach den räumlichen Möglichkeiten erhebliche Verbesserungen eingeführt.

Generell wurde das gesamte Erdgeschoß behindertengerecht mittels Rampen adaptiert, so dass alle allgemeinen Einrichtungen stufenfrei erreichbar sind.

Im erdgeschossigen Hof wurden ein überdachter Müllplatz und eine gedeckte Radabstellanlage für 10 Räder errichtet.

Im Erdgeschoß wurde ein Abstellraum für einen Kinderwagen errichtet.

Ein Lift vom Erdgeschoß bis ins erste Dachgeschoß wurde eingebaut. Leider beeinträchtigt die Position und geometrische Ausbildung des Aufzugs die westseitigen Hofzimmer hinsichtlich Belichtung und Ausblick.

Die wohnungszugeordneten Kellerabteile wurden neu in besser nutzbarer Ausführung mit Estrich und Metalllamellenwänden errichtet.

Im Keller wurden die notwendigen Räume für die Lüftungsanlage und Grundwasser-Wärmepumpe errichtet.

3.5.6 Grundrisse modernisieren

Originale Gründerzeitwohnungen entsprechen in ihrer Aufteilung und Ausstattung nicht den zeitgemäßen Anforderungen, insbesondere die Nass- und Küchenbereiche erfordern normalerweise eine Adaptierung.

Im Fall Eberlgasse wurden frei stehende Wohnungen auch durch räumliche Eingriffe modernisiert.

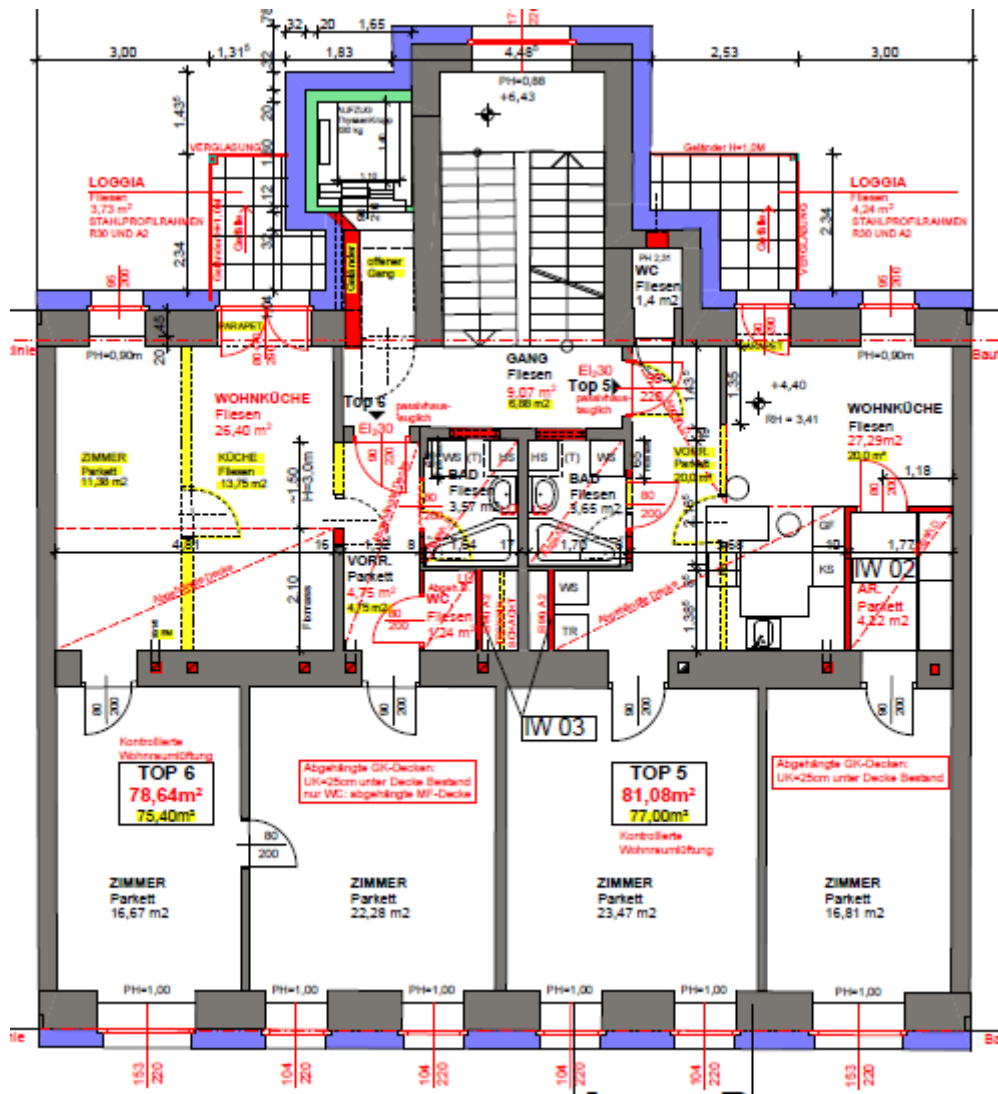


Abbildung 8: Eberlgasse, 1. Stock, Einreichplan, Abbruch gelb, Neubau rot (Quelle: Bmst. Lager)

In der Abbildung ist eine typische Strategie für die Grundrissentwicklung ablesbar. Die gut geschnittenen straßenseitigen Zimmer werden nicht verändert. Die straßenseitige Anordnung von Schlafräumen ist dank der kontrollierten Wohnraumlüftung gut möglich. Hofseitig schaffen neue Sanitärgruppen, ein großzügiger Wohn-Koch-Essbereich und der direkte Ausgang zum privaten Balkon/Loggia eine hochwertige Wohnsituation.

3.5.7 Dachausbau

Der Dachgeschoßausbau wurde in Niedrigstenergiebauweise errichtet und ist nicht Bestandteil des Passivhauskonzeptes.

In Gründerzeithäusern stellt der nicht ausgebaute Dachraum ein wesentliches Potenzial dar, das im Grunde zwei gegensätzliche Entwicklungsoptionen bietet:

Der Dachraum kann zu hausallgemeinen Räumen, wie Terrassen, Dachgärten, Gemeinschaftsräume ausgebaut werden, womit vor allem sehr schlechte Wohnsituationen in unteren Geschoßen ganz wesentlich kompensiert werden können und womit wesentliche Angebote für die vorteilhafte Entwicklung einer Hausgemeinschaft gemacht werden. Diese Variante wird bei Sanierungen mit einem ganzheitlich nachhaltigen Ansatz verfolgt⁵.

Die häufigste Variante ist die Privatisierung des Dachraumes und die volle Ausnutzung im Rahmen der zulässigen Bebauung. Mit den zusätzlich verfügbaren Mitteln aus dem Verkauf oder höheren Mieten wird in der Regel die Sanierung des restlichen Hauses querfinanziert. Diese Variante wurde auch im Fall Eberlgasse realisiert. Es wurden 2 Maisonetten mit insgesamt 214 m² Wohnnutzfläche und 28,5 m² Terrassen geschaffen.

3.6 Bautechnische Maßnahmen

3.6.1 Gebäudehülle in Passivhaus-Standard

Das Alleinstellungsmerkmal des Projektes Eberlgasse ist, dass hier erstmals im Altbestand eines Gründerzeithauses der Passivhaus-Standard für Neubauten erreicht wurde.

⁵ Die soziale Nachhaltigkeit in diesem Sinne spielt bei Sanierungen in Wien volumenmäßig praktisch keine Rolle.



Abbildung 9: Gebäudeschnitt mit der thermischen Gebäudehülle in Gelb
 (Quelle: Ageres Baumanagement, bearbeitet von Schöberl & Pöll GmbH)

Die Gebäudehülle bietet die notwendige technische Basis für die Erreichung des Passivhausstandards. Die Aufstellung der Bauteile, insbesondere die Vergleiche zwischen Normwerten und Ausführung, weisen bereits auf die speziellen Herausforderungen im Altbausebereich hin.

Bauteile	U-Werte [W/m ² K]			Dämmmaßnahmen
	Altbestand	Anforderung lt. OIB-RL 6	Ausführung Eberlgasse	
Außenwand				
Außenwand ca. 45 cm Bestandsmauerwerk mit Außendämmung (WDVS)	1,12	0,35	0,09	32 cm EPS-F (λ = 0,031 W/mK)
Außenwand ca. 60 cm Bestandsmauerwerk mit Außendämmung (WDVS)	0,93	0,35	0,09	32 cm EPS-F (λ = 0,031 W/mK)
Außenwand Aufzug Betonschalsteine mit Außendämmung (WDVS)	Neubau	0,35	0,09	32 cm EPS-F (λ = 0,031 W/mK)
Außenwand STGH gegen Erdreich Bestandsmauerwerk mit Außendämmung (Perimeter-Dämmung)	1,44	0,40	0,17	20 cm XPS-G (λ = 0,038 W/mK)
Innenwand				
Innenwand STGH gegen Keller Bestandsmauerwerk mit Außendämmung	1,44	0,60	0,23	17,5 cm Holzwolle-Dreischicht-Dämmplatte (λ = 0,046 W/mK)
Fußboden				
Fußboden Lift gegen Erdreich STB-Bodenplatte mit Außendämmung (Perimeter-Dämmung)	Neubau	0,40	0,15	24 cm XPS-G (λ = 0,038 W/mK)
Decke				
Decke zu unbeheiztem Keller Bestandsdecke mit abgehängter Decke (dazwischen MW-W)	Lt. OIB-LF zu RL6: 1,25	0,40	0,13	i.M. 29 cm MW-W (λ = 0,039 W/mK)
Fenster und Türen				
Fenster	Lt. OIB-LF zu RL6: 2,50	1,4	Mittelwert über alle Fenster: 0,73	
Eingangsportal	Lt. OIB-LF zu RL6: 2,50	1,7	1,3	
Kellertür	-	2,5	1,4	

Abbildung 10: Eberlgasse, Kennwerte der Bauteile vor und nach der Sanierung (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)

In der Dimensionierung und Ausgestaltung der einzelnen Bauteile, Dimensionen und Schnittstellen bedurfte es einiger Analysen und Abwägungen.

Fassade

Die Dämmung ist mit 32 cm höher als bei Passivhaus-Neubauten. Die Erhöhung ist bedingt durch Kompensationen von Wärmebrücken aus der Gründerzeitbauweise, die mit vertretbarem Aufwand nicht vermeidbar sind. Dies betrifft vor allem Transmissionsverluste von insgesamt ca. 12% beim Anschluss an die Nachbarhäuser und straßenseitig im Sockelbereich.

Der Gehsteig wird meist deshalb nicht abgegraben, weil damit erhebliche Aufwände für Genehmigungen und Wiederherstellung verbunden sind.

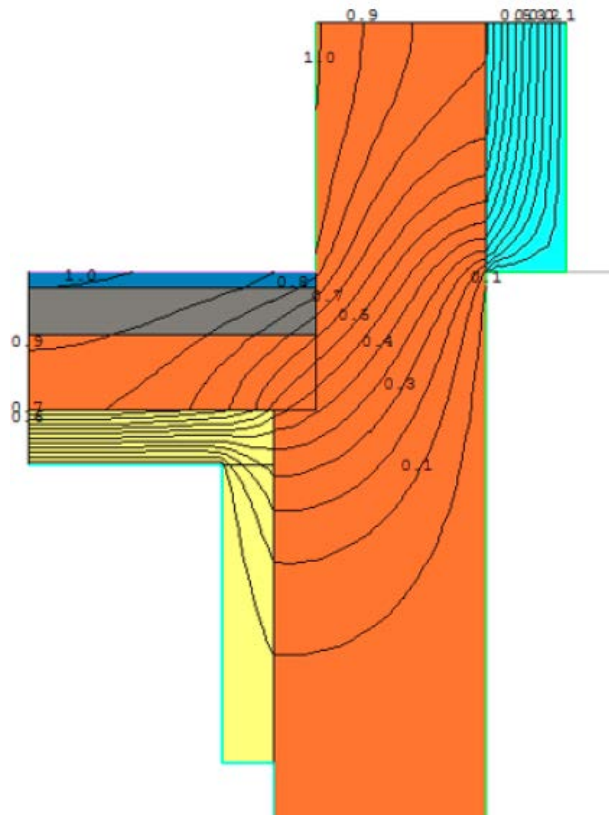


Abbildung 11: Eberlgasse, Sockelbereich straßenseitig, Isothermen (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)

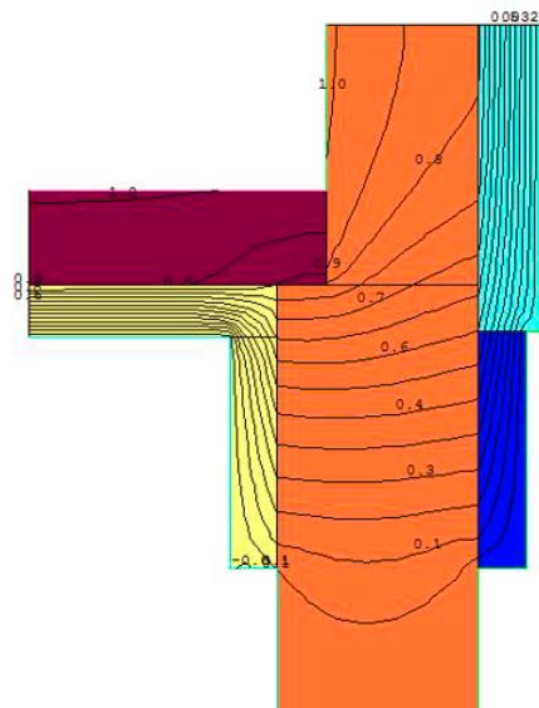


Abbildung 12: Eberlgasse, Sockel hofseitig mit Perimeterdämmung, Isothermen (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH)

Kellerdecke

Die vorhandenen Ziegelkappendecken wurden unterseitig mit Mineralwolle in abgehängter Decke gedämmt und zusätzlich eine vertikale Kragendämmung angebracht.



Abbildung 13: Eberlgasse, Dämmung Kellerdecke (Foto: e7 Energie Markt Analyse GmbH)

Stiegenhaus und Aufzug

Die nicht beheizten Teile Stiegenhaus und Aufzug wurden in die thermische Hülle einbezogen, was bei Gründerzeithäusern fast die Standardlösung ist, da eine thermische Trennung mit vertretbarem konstruktivem Aufwand kaum erreichbar ist.

Der neu errichtete Aufzugsturm wurde auf eine gedämmte Fundamentplatte gestellt und entspricht so den üblichen Passivhauskonstruktionen mit außen durchgehender Dämmhülle.

Fenster

Es wurden Alu-Holzfenster mit einem Gesamt-U-Wert von $0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ vor dem Mauerwerk in der Dämmebene eingebaut.

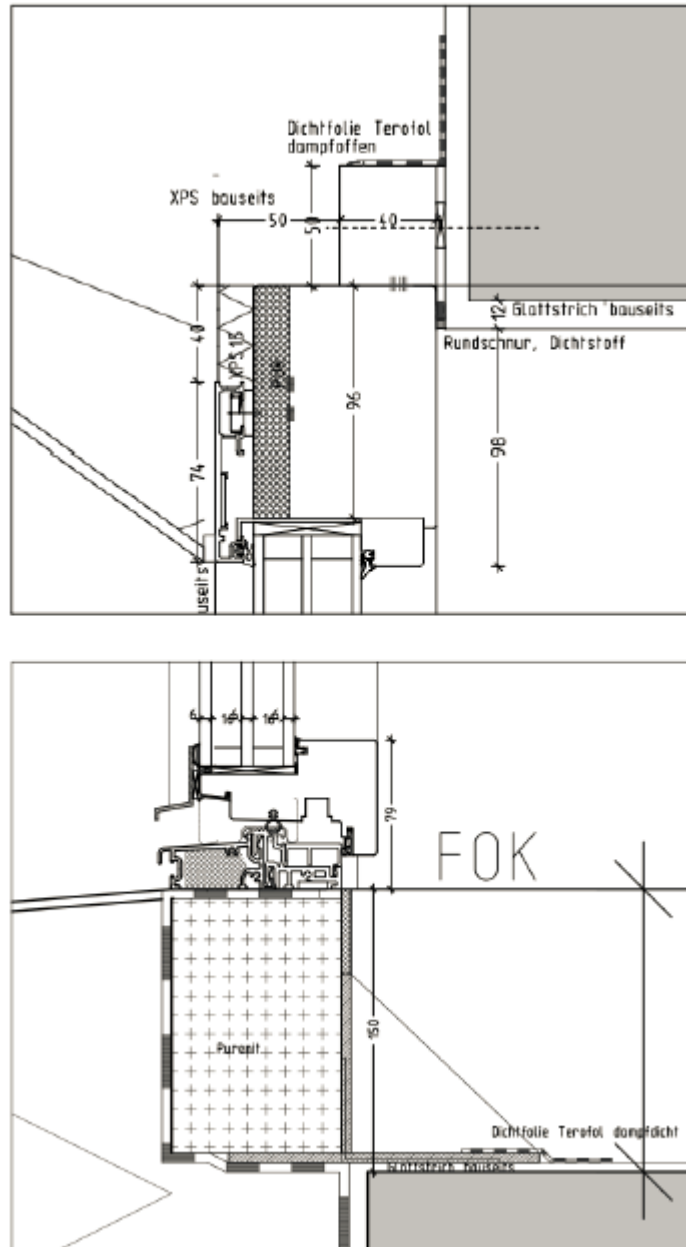


Abbildung 14: Eberlgasse, Fenstertür, Vertikalschnitt (Quelle: PSP Holz GmbH)

Die Dämmung wurde zweilagig ausgeführt. Die äußere Lage überdämmt den Fensterstock und wurde außerdem abgeschrägt, um die Belichtung und den solaren Eintrag zu verbessern.



Abbildung 15: Eberlgasse, Fensterüberdämmung und Abschrägung der Leibung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH)

3.6.2 Luftdichtheit intern

Bei Gründerzeithäusern stellt die historische Konstruktion besondere Herausforderungen an die modernen Anforderungen der Luftdichtheit. Insbesondere vorhandene Leckagen bei den Anschlüssen der Tramdecken an das Mauerwerk sind nur mit enorm erhöhtem Aufwand vollständig abzudichten.

Im Fall Eberlgasse wurde die Luftdichtheit in mehreren Durchgängen verbessert, wobei besonderes Augenmerk auf die beherrschbaren Maßnahmen wie den Durchbrüchen bei Installationen, abgehängten Decken und Estrichen gelegt wurde.

So konnte das Messergebnis für die Luftdichtheit in einer exemplarischen Wohnung vom angenommenen Bestandswert von 5 bis 8-fachem Luftwechsel je Stunde über die Erstmessung von 1,6 bis schließlich zum geforderten Zielwert von 0,6 verbessert werden.

Dies zeigt das enorme Potential und das durch den fachlichen Einsatz der örtlichen Bauaufsicht gehoben werden kann.



Abbildung 16: Eberlgasse, Lufteintritt im Bereich der Türzarge (Quelle: Ingenieurbüro Filos)

3.7 Haustechnische Maßnahmen

Energieversorgung

Im Zuge der umfassenden Modernisierung wurde eine zentrale Wärmeversorgung für Raumheizung und Brauchwarmwasser errichtet. Dazu wurde eine Grundwasser-Wärmepumpe im Kellergeschoß in Kombination mit einem 1.000 Liter Pufferspeicher für die Heizwärmeversorgung sowie einem 1.000 Liter Brauchwasserspeicher mit Frischwassermodule installiert. Zur Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle wurden ein Förder- und ein Schluckbrunnen gegraben, die wasserrechtlich bewilligt werden mussten.



Abbildung 17 Links: Grundwasserwärmepumpe, Rechts: Förderbrunnen. Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH

Die Nennleistung der Wärmepumpe liegt bei rund 32 kW.



Abbildung 18: Blick in den Haustechnikraum mit Wärmepumpe, Heizungs-Pufferspeicher und Brauchwarmwasserspeicher sowie Verteilung Quelle: Andreas Kronberger

Wärmeabgabe



Abbildung 19 Heizkörper über einer Innentüre. Quelle: Schöberl & Pöll GmbH

Die Wärmeübergabe erfolgt sowohl über die Konditionierung der Zuluft mittels Heizregister in der zentralen Lüftungsanlage, als auch unterstützend über Heizkörper in allen Räumen. Damit wird bewusst vom klassischen Passivhauskonzept abgewichen. Der Heizkreis wird zentral aus dem Pufferspeicher gespeist. Die Heizflächen sind in der Regel über den Innentüren angeordnet. Damit ergibt sich der Vorteil kurzer Anbindeleitungen aus dem zentralen Schacht. Eine Situierung im Parabetbereich ist aufgrund der Passivhausbauweise nicht zwingend erforderlich.

Warmwasser

Die Warmwasserversorgung erfolgt aus dem zentralen Speicher (1000 Liter) mit Frischwassermodul im Kellergeschoß. Die Verteilung erfolgt über eine Zirkulationsleitung zu den einzelnen Wohnungen. In den sanierten Wohnungen wurde zudem auf den Einsatz von wassersparenden Armaturen geachtet.

Lüftungsanlage

Ein ausreichender Luftwechsel wird bei bestehenden Gründerzeithäusern häufig durch natürliche Lüftung aufgrund von undichten Kastenfenstern gewährleistet, ein kontrollierter Luftwechsel liegt hier nicht vor. Für eine energieeffiziente Gebäudesanierung, insbesondere

bei einer Modernisierung auf Passivhausniveau, ist durch die erreichte Luftdichtheit der Gebäudehülle zur Minimierung der Infiltrationswärmeverluste ein kontrollierter Luftwechsel Voraussetzung. Die Einhaltung eines hygienisch erforderlichen Luftaustauschs wird durch eine kontrollierte Wohnraumraumlüftung gewährleistet. Die kontrollierte Be- und Entlüftung trägt zudem zur Reduktion gesundheitsschädigender Raumluftzustände sowie zur Vermeidung von Tauwasser- bzw. Schimmelpilzbildung bei. Speziell in städtischen Gebieten empfiehlt sich der Einsatz von Lüftungsanlagen aufgrund der zumeist hohen Staub- und Lärmbelastung besonders.

Die Lüftungsanlage wurde im Haustechnikraum im Kellergeschoß untergebracht. Die Frischluftansaugung sowie die Fortluftführung erfolgen an den gegenüberliegenden Ecken im Innenhof, um eine ausreichende Trennung zu gewährleisten.

Die Lüftungsanlage (Auslegungsvolumen 1240 m³/h) verfügt über einen Rotationswärmetauscher zur Wärmerückgewinnung. Von der Haustechnikplanung wurde eine spezifische Leistungsaufnahme $\leq 0,40$ W/(m³/h) und ein effektiver, trockener Wärmebereitstellungsgrad von ca. 82 % angegeben. Zudem wurde die Lüftungsanlage mit einem Nachheizregister zur Zuluftkonditionierung ausgestattet. Eingesetzt wurde ein Außenluftfilter der Klasse F7 und ein Abluftfilter der Klasse F5. Für die Dimensionierung der Lüftungsanlage wurde ein Frischluftbedarf von 30 m³/h je Person herangezogen.



Abbildung 20 Zentrales Komfortlüftungsgerät im Haustechnikraum. Quelle: Andreas Kronberger

Die Luftverteilung erfolgt über einen zentralen Steigschacht in die Wohnungen. Die Regelung der Luftmenge in den einzelnen Wohneinheiten erfolgt mittels einer zentralen Bedieneinheit.



Abbildung 21: Luftverteilung aus dem Schacht in die Wohneinheiten. Quelle: Ingenieurbüro Filos

Photovoltaikanlage

Auf der südseitig orientierten Dachfläche wurde eine 50 m² große PV- Anlage errichtet. Die Leistung der gesamten Anlage liegt bei 7,8 kWp.

Die Anlage ist aus fördertechnische Gründen zweigeteilt (5 kWp + 2,8 kWp) und ist direkt den beiden Dachgeschoßwohnungen zugeordnet. Es handelt sich um eine Überschusseinspeisung.

Der von der PV Anlage produzierte Strom wird nicht für den Stromverbrauch der Allgemeinteile herangezogen.



Abbildung 22: Photovoltaikanlage am Dach. Quelle: Andreas Kronberger

3.8 Energetische Kennwerte

Das Ziel des Vorhabens war die Sanierung des gründerzeitlichen Bestands auf Passivhausniveau.

Heizwärmebedarf:

Der Heizwärmebedarf des Bestandsgebäudes belief sich nach Energiekennzahlberechnung auf $177,6 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}} \cdot \text{a}$. Für das sanierte Gebäude (Bestandsgeschoße) ergibt sich ein Heizwärmebedarf von $\text{HBW}_{\text{St}} 6,3 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}} \cdot \text{a}$ nach Berechnung gemäß OIB-Richtlinie 6. Die Berechnung gemäß Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) weist einen Heizwärmebedarf von $14,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ auf. Gegenüber dem unsanierten Gebäudebestand entspricht dies einer Reduktion von über 90 %. Zudem wurde das Bauordnungsniveau um rund 80% unterschritten.

Das Dachgeschoß wurde in Niedrigstenergiebauweise mit einem HWB von knapp unter $30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ errichtet. Der DG-Ausbau ist in den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt (im Kapitel Monitoring ist die Energiebilanz inkl. DG dargestellt).

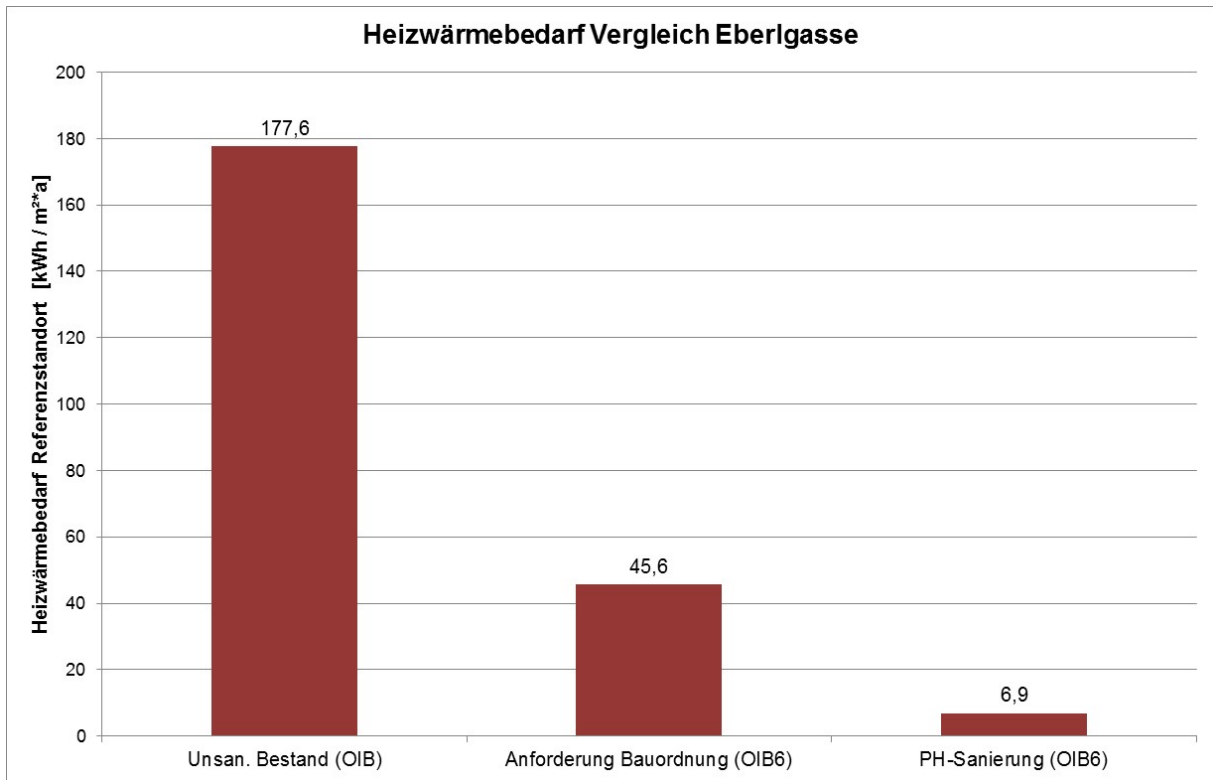


Abbildung 23: Vergleich Heizwärmebedarf [kWh/m²BGF*a] unsanierter Bestand, Anforderung gemäß OIB Richtlinien 6 (Ausgabe 2011) und saniertes Passivhaus Eberlgasse [Quelle: Schöberl & Pöll GmbH]

Die Erreichung des Passivhausstandards wurde durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Durchgängige Sanierung mit Passivhaus- Komponenten; Fenster in Passivhausqualität
- Konsequente Wärmebrückenoptimierung
- Luftdichte Gebäudehülle
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Endenergiebedarf / Heizenergiebedarf:

Der Endenergiebedarf gemäß der aktuellen OIB- Richtlinie setzt sich zusammen aus dem Heizenergiebedarf (HEB) sowie dem Haushaltsstromverbrauch. Der, in Abbildung 24 dargestellte HEB bildet die Summe aus Heizwärmebedarf (HWB), dem Wärmebedarf zur Warmwasserbereitung (WWWB) dem Heiztechnikenergiebedarf (HTEB) sowie dem Hilfsenergiebedarf (HE). Dargestellt sind die Werte aus der Energiekennzahlberechnung nach OIB 6.

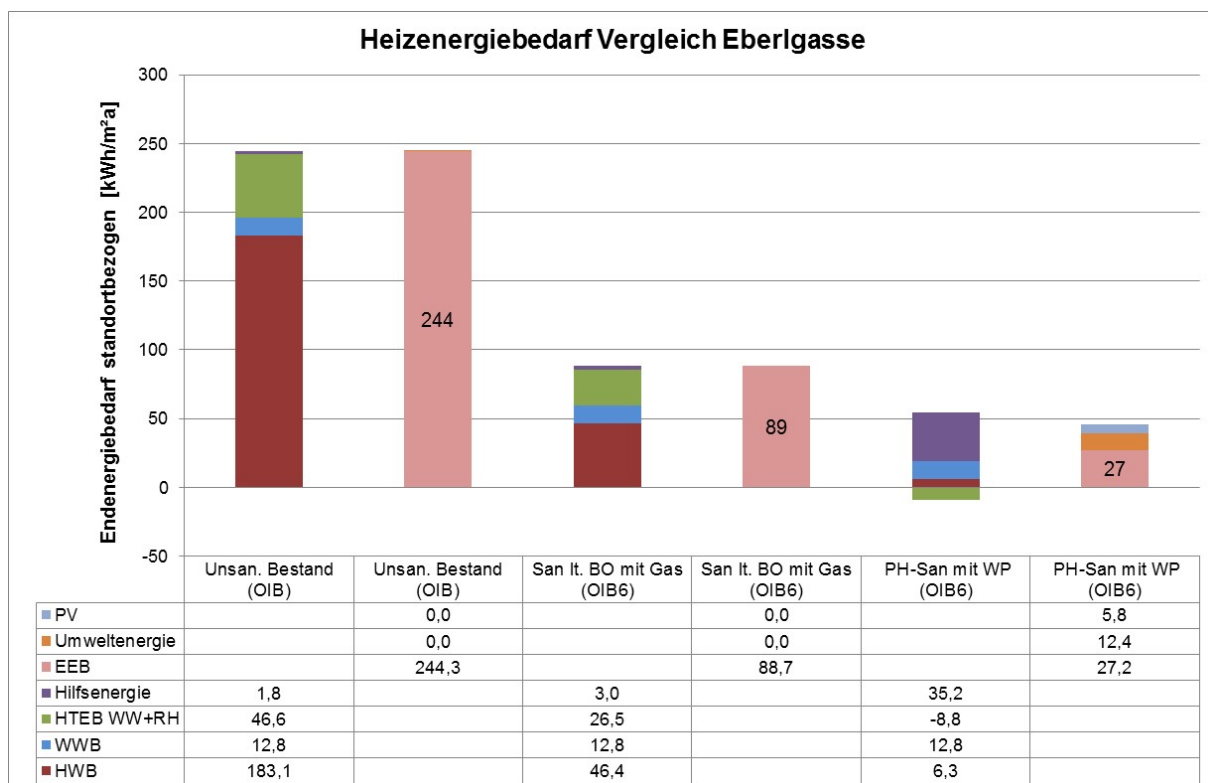


Abbildung 24: Heizenergiebedarf für den unsanierten Bestand, lt. Bauordnung sowie nach OIB 6

Primärenergiebedarf:

Der thermische Endenergiebedarf (Heizenergiebedarf) wird durch die Grundwasserwärmepumpe gedeckt. Der Konversationsfaktor für Strom wird entsprechend den Angaben der OIB- Richtlinie 6 (Strom – Österreich-Mix) herangezogen.

Tabelle 3: Primärenergie- Konversionsfaktoren

Energieträger	Primärenergiefaktoren [kWh/KWh]	Quelle
Strom	2,62	OIB- Richtlinie 6: 2011

Die primärenergetische Bilanz wird in Abbildung 25 dargestellt. Der höhere Bedarf an Hilfsenergie wirkt sich primärenergetisch aufgrund der aufwendigeren vorgelagerten Prozesse bei der Stromproduktion entsprechend negativ auf die Primärenergiebilanz aus. Insbesondere deshalb wurde bei der Auswahl des Lüftungsgeräts sowie der Haustechnik ein Augenmerk auf die Effizienz der eingesetzten Produkte wertgelegt.

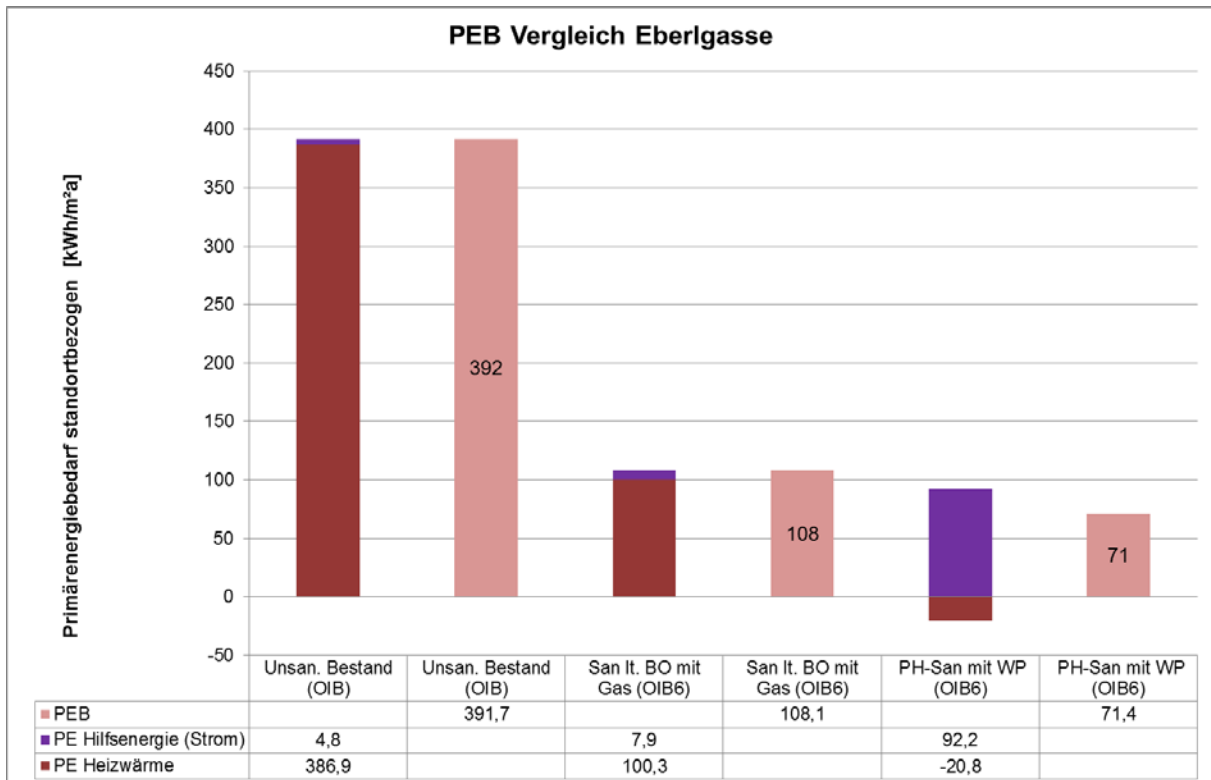


Abbildung 25 Primärenergiebedarf für den unsanierten Bestand, lt. Bauordnung sowie nach PHPP

CO₂- Emissionen:

Abbildung 26 zeigt den Vergleich der rechnerischen CO₂- Emissionen. Die dargestellten Rechenwerte wurden auf Basis des Heizenergiebedarfs sowie der CO₂- Konversionsfaktoren für Strom entsprechend den Angaben der OIB- Richtlinie 6 (Strom – Österreich-Mix) berechnet.

Tabelle 4: CO₂- Konversionsfaktoren

Energieträger	Emissionsfaktoren [g/KWh]	Quelle
Strom	417	OIB- Richtlinie 6: 2011

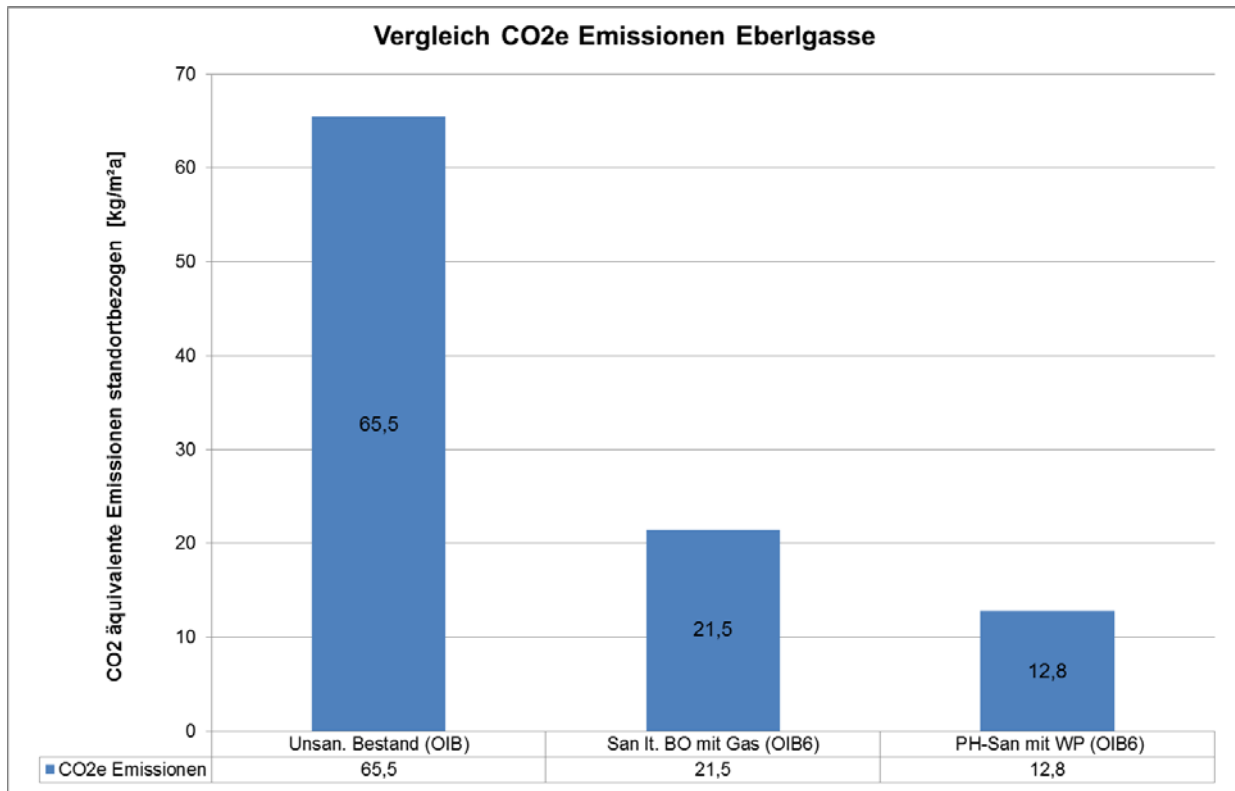


Abbildung 26 CO₂- Bilanzierung für den unsanierten Bestand, lt. Bauordnung sowie nach PHPP

Insgesamt konnten die spezifischen CO₂- Emissionen auf 12,8 kg/m²a (nach OIB6) reduziert werden. Bei Anwendung der Emissionsfaktoren nach PHPP liegen die CO₂- Emissionen auf 4,1 kg/m²a. Gegenüber der Referenzvariante nach Bauordnungsanforderung und Gaszentralheizung wird eine spezifische Einsparung von 17,4 kg/m²a, bzw. von über 80 % erreicht. Im Vergleich zum Bestand beträgt diese über 93 %.

3.9 Zusammenfassung und Lernerfahrungen

Das Projekt Eberlgasse ist ein gelungenes Beispiel für die Umsetzung des Passivhausstandards in kleinvolumigen Gründerzeithäusern. Die getroffenen Maßnahmen sind ein wohl ausgewogenes Bündel im Sinne der ökonomischen und technischen Machbarkeit und erzielen eine wesentliche Verbesserung der Wohnqualität.

Für die Planungsphase wird auf die genauen Überlegungen zur Auslegung der Gebäudehülle und Verbesserung des Lichteinfalls hingewiesen.

Für die Ausführungsphase wird insbesondere auf die gründliche und mehrstufige Optimierung der internen Luftdichtheit hingewiesen.

Die wichtigste Erkenntnis aus dem Projekt Eberlgasse ist, dass Passivhausstandard nach Standard Neubaukriterien auch im Gründerzeithaus umsetzbar ist.

Das erfolgreiche Management der Bestandswohnungen, der Umbau von belegten Wohnungen, zeigt die Wichtigkeit und Möglichkeit einer durchgreifenden Sanierung, selbst mit Bestandsmietern.

Bei der Lüftungsanlage wird die Planung sehr hinsichtlich des Auslotens der besten Lösung für die Führung der großen Querschnitte für die Steigleitungen gefordert. Aus der Eberlgasse kann abgeleitet werden, dass hier auf die jeweilige Situation reagiert werden muss und noch keine standardisierten Lösungen für den Typ Gründerzeithaus vorliegen. Bei der vorgelegten Lösung wurde die sonst kritische Frage durch gute Moderation gelöst, nämlich ob belegte Wohnungen für einen Eingriff durch Einfügen eines Steigschachtes zur Verfügung stehen⁶.

⁶ Einerseits die technischen Herausforderungen des Deckendurchbruchs in Tramdecken hinsichtlich Statik und Brandschutz, andererseits die mietrechtliche Problematik durch Verringerung von Nutzflächen.

4 Ergebnis messtechnische Untersuchungen

Johannes Rammerstorfer, Christoph Lugmeyer (e7)

4.1 Grundlegendes zum Monitoring

a) technischer Aufbau

Die Monitoringzentrale befindet sich im Technikraum der Lüftungszentrale im Keller. Der Monitoring-Schaltschrank beinhaltet die CPU (Prozessor), welche das Monitoring steuert und die Daten auf Ihrer Festplatte speichert.

b) Fühlereinsatz

Es wurden in diesem Monitoring sowohl aktive (0-10 V Eingänge) als auch passive (Widerstandsmessung) Fühler eingesetzt. Bei der Stromzählung wurden S/O Impulszähler verwendet. Es wurden Fühler der Firma Thermokon Sensortechnik GmbH (Deutschland) eingesetzt.

Typen:



Kabeltemperaturfühler:

passiv (Widerstand) /

Messelement PT1000 /

Genauigkeit +/-1% vom Messbereich /

verschiedene Messbereiche: -50°C - 50°C / -10°C - 120°C



Außenfühler und Kanalfühler:

aktiv (0-10 V Ausgänge) /

Spannungsversorgung 24 VDC oder 24 VAC /

Messelement kapazitiv /

Genauigkeit Temperatur +/-0,3% vom Messbereich (MB: -20°C bis +80°C)

Genauigkeit rel. Feuchte +/- 3% vom Messbereich (MB: 5%-95% / Arbeitsbereich 0-100%)



kombinierter Fühler : CO₂/Raumtemperatur/relative Feuchte:

aktiv (0-10 V Ausgänge) /

Spannungsversorgung 24 VDC oder 24 VAC /

CO₂: Messelement NDIR (non dispersive infrared) / Genauigkeit

: CO₂ +/-40ppm +4% vom Messwert (Messbereich 0-2000 ppm)

Temperatur: Genauigkeit: +/- 1% vom Messbereich (MB: 0-50°C)

relative Feuchtigkeit: Genauigkeit: +/- 3% vom Messbereich (MB: 20-80%)

Abbildung 27 : Eingesetzte Fühler (Quelle: Firma Thermokon)

c) Wärmemengenzählung:

Bei der Wärmemengenzählung wurden Splitwärmemengenzähler (Engelmann) eingesetzt. Diese bestehen aus einem Volumenmessteil, Rechenwerk und dem Temperaturfühlerpaar. In den Rücklauf des Heizkreises wird das Volumenmessteil montiert. Zur Messung der Vorlauftemperatur wird der Vorlauffühler in eine fest montierte Vorlauftauchhülse geschraubt und plombiert. Das Rechenwerk wird an einer geeigneten Position an der Wand angeschraubt.



Abbildung 28: Wärmemengenzähler Fa. Engelmann

4.1.1 Monitoringkonzept

In Abbildung 29 ist das Monitoringkonzept schematisch vereinfacht dargestellt. Zusammengefasst wurden folgende Parameter erfasst:

- Komfortparameter (T, rel.F., CO₂) in 2 Wohneinheiten
- Temperatur und rel. Feuchte bei zentraler Lüftungsanlage (ABL, FOL, AUL, ZUL)
- Wärmemenge gesamt Heizung und Warmwasser

- Hilfsstromverbrauch Lüftung und Heizung
- Wärmemenge Heizung und Warmwasser der Referenzwohnungen (Manuelle Auslesung)
- Stromverbrauch aller Wohneinheiten, Allgemeinstrom und Aufzug (Manuelle Auslesung)

Monitoringkonzept:
Eberlgasse

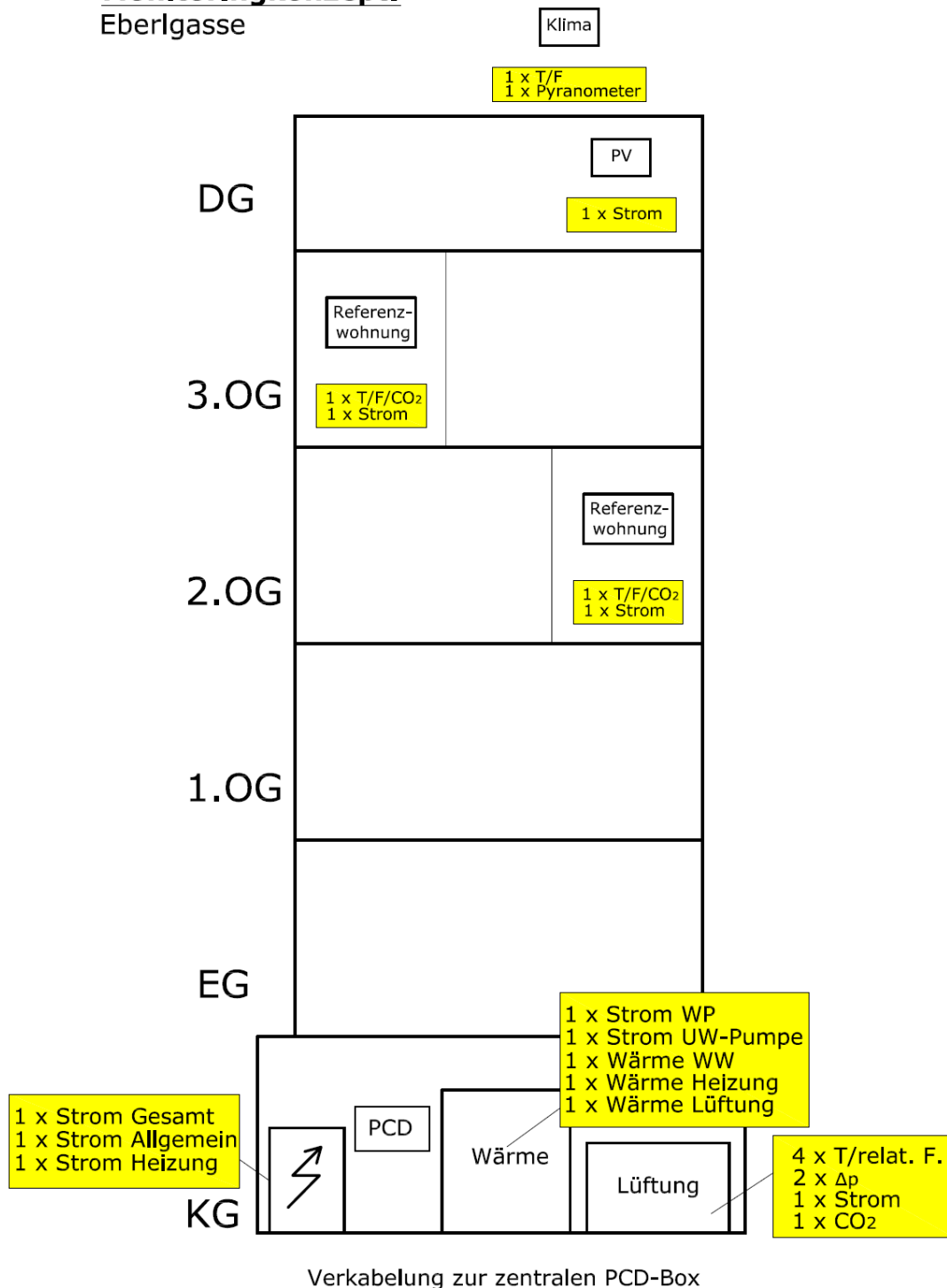


Abbildung 29: Monitoringkonzept Eberlgasse, schematische Darstellung (Quelle Manschein)

4.2 Komfortparameter

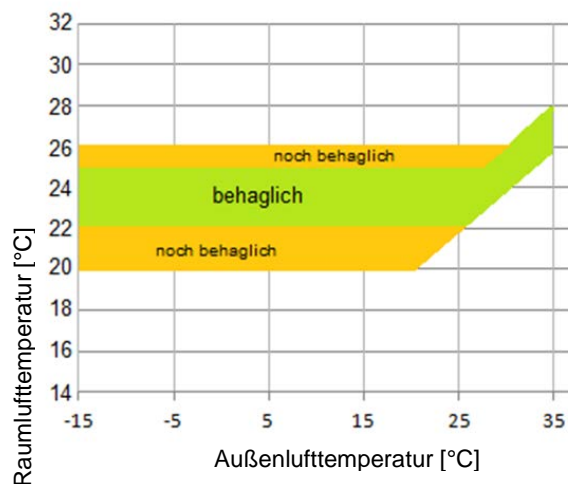
In der Heizungs- und Klimatechnik bezeichnet Behaglichkeit den Luftzustandsbereich, in dem sich der Mensch am wohlsten fühlt. Da Behaglichkeit subjektiv empfunden wird, gibt es keine strengen physikalischen Grenzen, sondern einen Behaglichkeitsbereich, in dem sich der Mensch am wohlsten fühlt.

Die drei bedeutendsten Einflussfaktoren sind

- die thermische Behaglichkeit
- die Behaglichkeit in Bezug auf Luftfeuchtigkeit
- die Luftreinheit (CO₂-Gehalt)

Folgende Darstellungsformen werden bei den Auswertungen angewandt:

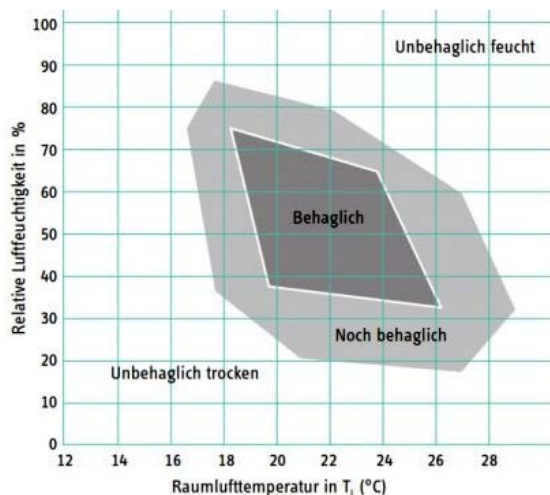
a) Darstellung thermische Behaglichkeit



Die thermische Behaglichkeit wird bei den folgenden Auswertungen nach DIN 1946-2 dargestellt. In dem dort definierten Behaglichkeitsfeld wird die Raumlufttemperatur der Außenlufttemperatur gegenübergestellt. Der grün hinterlegte Bereich ist als "behaglich" und der orange hinterlegte Bereich als "noch behaglich" definiert. Bei Außentemperatur bis 30°C liegen Raumtemperaturen über 26°C nicht im Behaglichkeitsfeld.

Abbildung 30: Behaglichkeitsfeld nach Din1946-2 (Quelle: eigene Darstellung)

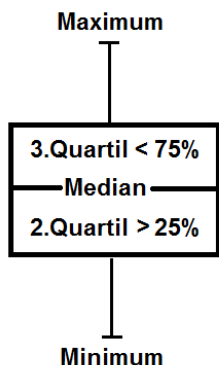
b) Darstellung Behaglichkeit in Bezug auf Raumluftfeuchtigkeit



Für die Darstellung der Behaglichkeit in Bezug auf Raumluftfeuchte wurde das Behaglichkeitsfeld nach Leusden und Freymark gewählt. Diese stellt die relative Raumluftfeuchtigkeit der Raumlufttemperatur gegenüber. Zu trockene Raumluft über einen längeren Zeitraum kann zu einer Reizung der Schleimhäute und Atemwege führen.

Abbildung 31: Behaglichkeitsfeld nach Leusden und Freymark (Quelle: Leusden und Freymark)

c) Darstellung CO₂ - Konzentration



Für die Darstellung der CO₂-Konzentration, welche als Indikator für die Gesamtmenge an Emissionen und Geruchstoffen in der Raumluft dient, wurde ein Boxplot-Diagramm gewählt (Diese Darstellungsform wird im Folgenden auch bei anderen Analysen angewandt). Das Diagramm stellt die Extremwerte (Minimum und Maximum), den Median (50 % der Datenwerte sind kleiner oder gleich diesem Kennwert) und das obere und untere Quartil dar. Dies ermöglicht die Darstellung der Verteilung über die Spannweite. Die Häufigkeit des Überschreitens der Pettenkofer-Zahl (1000ppm) wird zusätzlich angeführt.

Abbildung 32: Erläuterung Boxplot Diagramm (Quelle: eigene Darstellung)

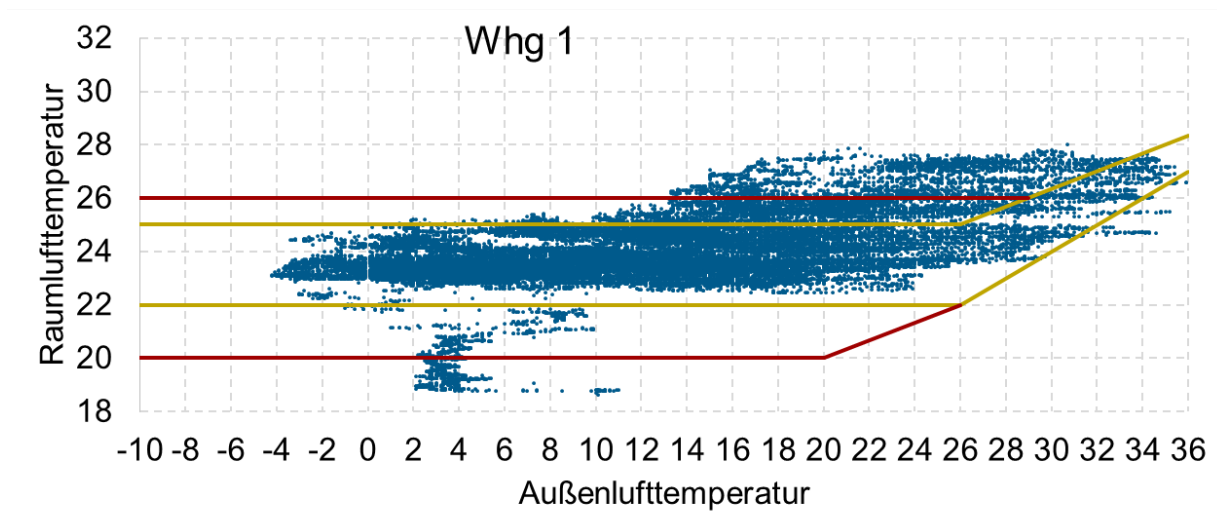
4.2.1 Komfortparameter der Referenzwohnungen

In den folgenden Graphen werden für jede einzelne Referenzwohnung die Behaglichkeitsparameter der ersten zwei Monate, Dezember 2014 und Jänner 2015, dargestellt. Die Messdaten sind lückenlos im 15 min Intervall (gemittelt) verfügbar.

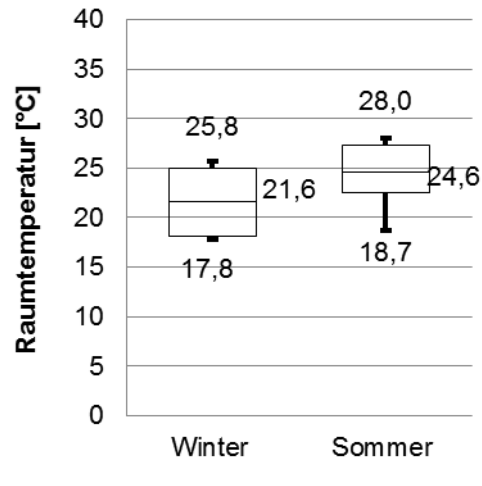
Referenzwohnung 1

Die Wohneinheit befindet sich im Erdgeschoß des Gebäudes und weist Fensterflächen Richtung Nordenost und Südwest auf. Die Wohnung umfasst rund 80m² Nutzfläche und wird von 2 Erwachsenen bewohnt.

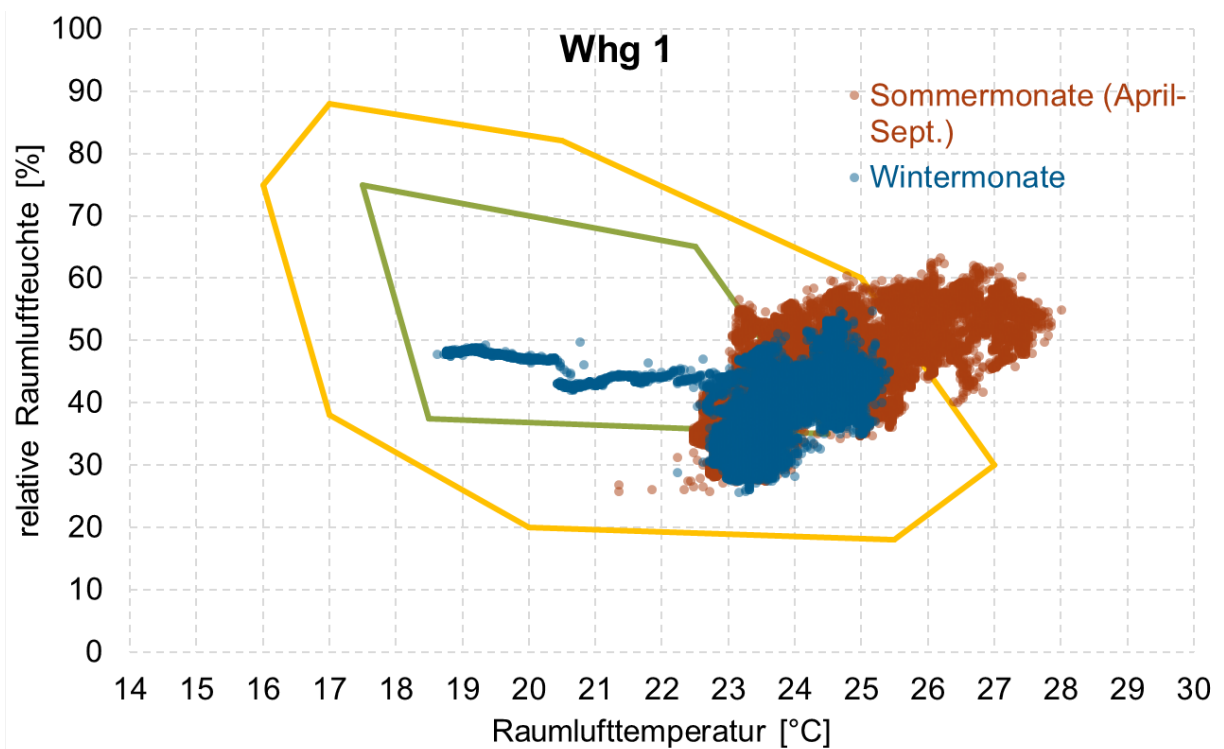
a) Thermische Behaglichkeit



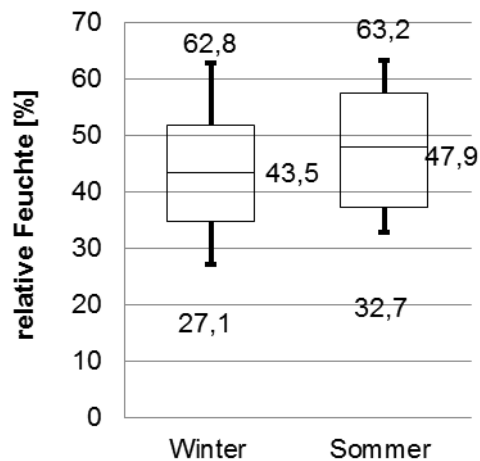
Die Werte aus Wohnung 1 befinden sich zu einem Großteil innerhalb des Behaglichkeitsfeldes. Die maximalen Raumlufttemperaturen im Sommer liegen bei 28 °C. 8,8% der Jahresstunden liegen über 26°C Raumlufttemperatur.



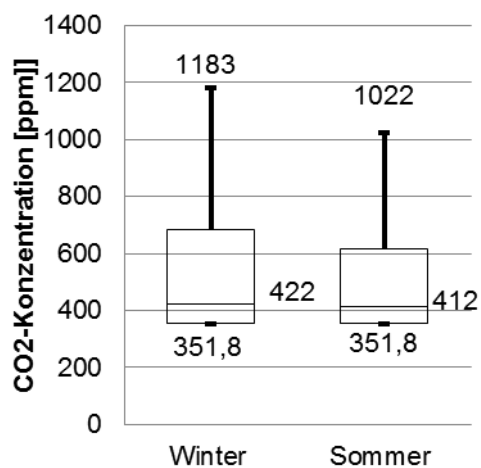
b) Behaglichkeit in Bezug auf Luftfeuchtigkeit



In Abhängigkeit der Luftfeuchte liegen die Werte der Wintermonate innerhalb des Behaglichkeitsfeldes. Bei Raumlufttemperaturen über 26°C liegen die Messwerte außerhalb des Behaglichkeit Feldes. Die Werte liegen im Winter zwischen 27 und 63% relativer Luftfeuchte, im Sommer zwischen 33 und 63% relativer Luftfeuchte.



c) CO₂ Konzentration

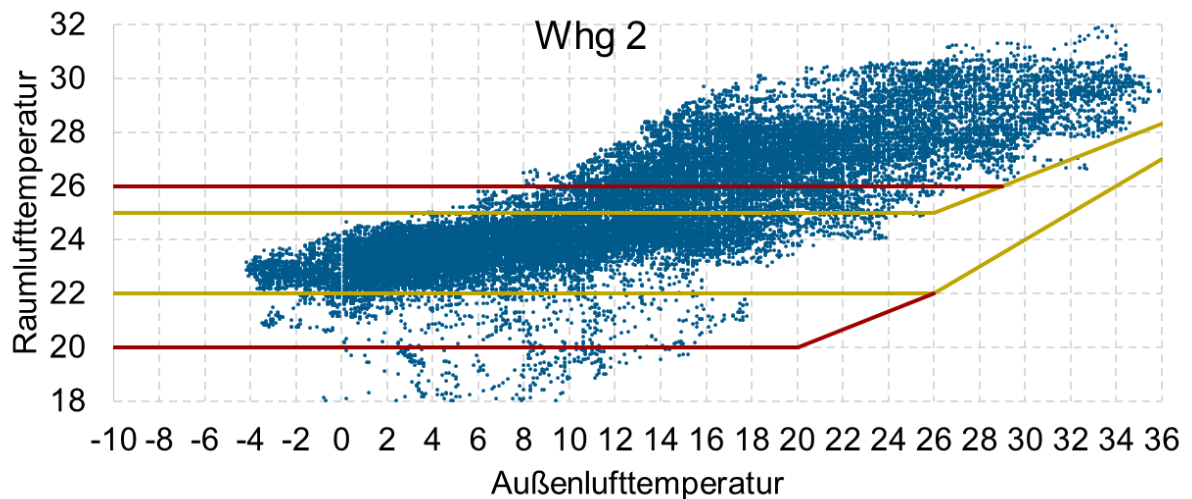


Der Median der CO₂ Konzentration liegt im Sommer bei 412ppm, im Winter bei 422ppm. Eine Überschreitung der CO₂ Konzentration von 1000ppm (Pettenkofer Grenze) liegt in dieser nur zu wenigen Zeitpunkten vor.

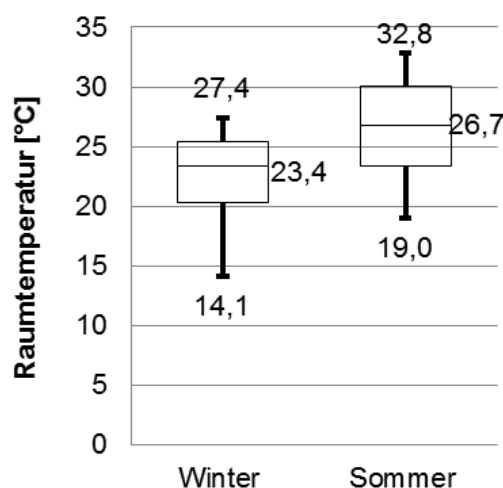
Referenzwohnung 2

Die Wohneinheit befindet sich im 3.Obergeschoss des Gebäudes und weist Fensterflächen Richtung Norden-Ost und Südwest auf. Die Wohnung umfasst rund 80m² Nutzfläche und wird von 2 Erwachsenen bewohnt.

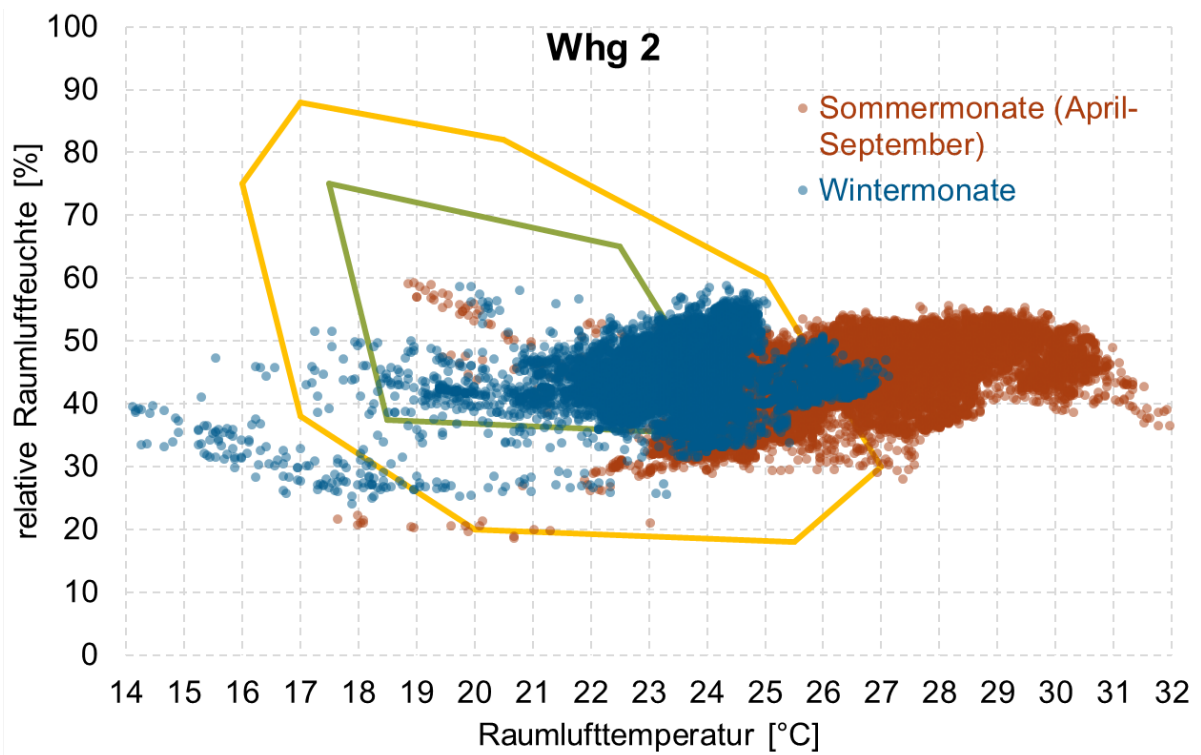
a) Thermische Behaglichkeit



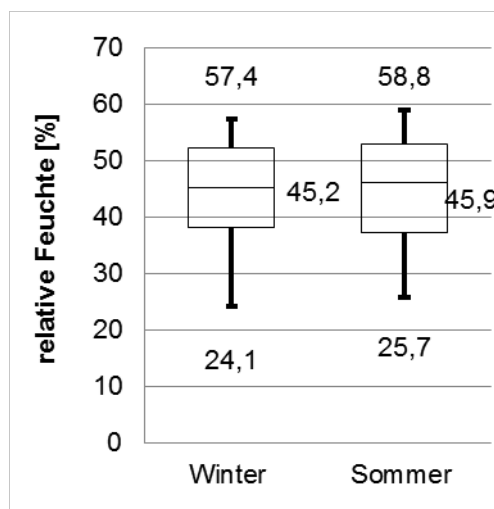
Die Werte aus Wohnung 2 befinden sich zu einem Drittel außerhalb des Behaglichkeitsfeldes. In dieser Wohnung liegen 31,1% der Jahresstunden über 26°C Raumlufthtemperatur, auch zu Zeiten bei Außenlufttemperaturen zwischen 10 und 20°C. Die maximalen Raumlufthtemperaturen im Sommer liegen bei 32,8°. Die Werte außerhalb des Feldes dürften auf Grund nutzerbedingter Fensterlüftung entstanden sein.



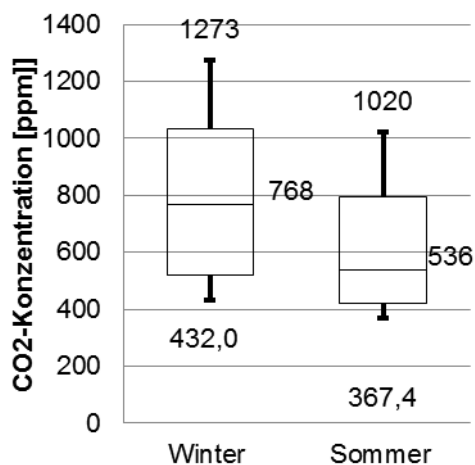
b) Behaglichkeit in Bezug auf Luftfeuchtigkeit



Die Werte in Abhängigkeit der Luftfeuchte liegen in den Wintermonaten innerhalb des Behaglichkeitsfeldes. In den Sommermonaten liegen aufgrund der Übertemperaturhäufung ein Teil der Werte außerhalb des Behaglichkeitsfeldes. Die Werte liegen zwischen 25 und 58% relativer Luftfeuchtigkeit, der Median liegt bei 45% rel. Feuchte.



c) CO₂ Konzentration



Der Median der CO₂ Konzentration liegt im Sommer bei 536ppm, im Winter bei 768ppm. Die Häufigkeit einer Überschreitung der CO₂ Konzentration von 1000ppm (Pettenkofer Grenze) in dieser Wohnung liegt bei 2,4%.

Abbildung 33: Boxplot der CO₂-Konzentration für Wohnung 2

4.2.2 Komfortparameter Wohnungsvergleich

Die folgenden Graphiken beschreiben den geordneten Verlauf der CO₂-Konzentration, der Raumlufttemperatur und der relativen Raumluftfeuchte in den Referenzwohnungen. Zu den CO₂-Messungen sei angemerkt, dass die Fühler im Wohnbereich angebracht wurden, und aufgrund der geringeren Anwesenheitszeit in diesem Raum die CO₂-Konzentrationskurven deutlich niedriger liegen als z.B. in Schlafräumen. Bekanntermaßen hat das Nutzerverhalten den größten Einfluss auf die Komfortparameter CO₂-Konzentration und relative Feuchte, welche Auskunft über die Raumluftqualität geben.

Der CO₂-Gehalt bei Komfortlüftung verläuft über den Messzeitraum sehr konstant. Nur wenige Messwerte liegen über dem Richtwert nach Pettenkofer von 1.000 ppm.

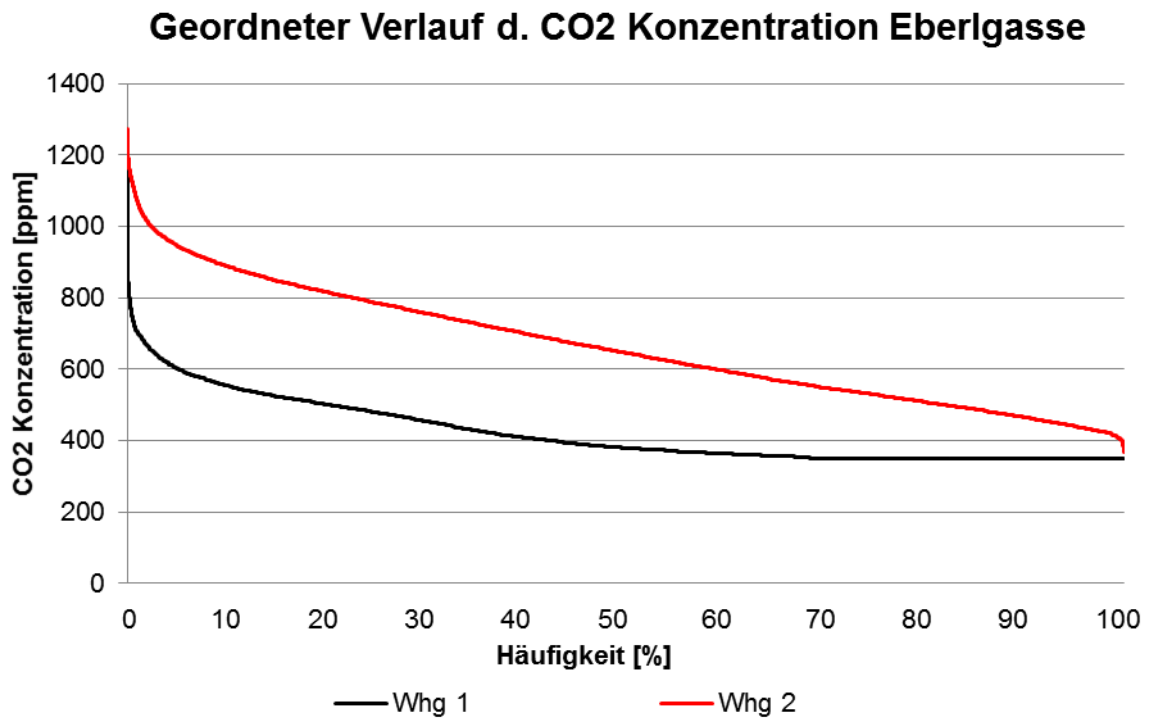


Abbildung 34: CO2 Konzentration der Raumluft in Wohnzimmern der Referenzwohnungen

Die Referenzwohnungen liegen ganzjährig in einem Bereich von 35% bis 55% relativer Luftfeuchte.

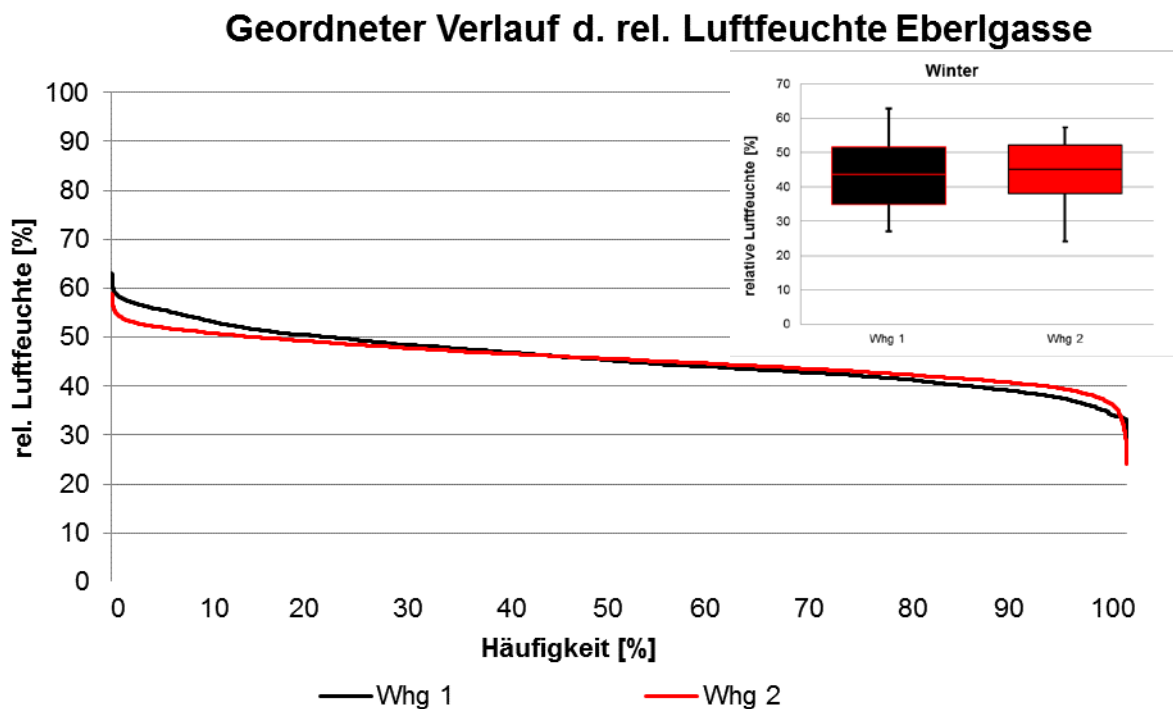


Abbildung 35: Geordneter Raumluftfeuchteverlauf in Wohnzimmern der Referenzwohnungen

Die Temperaturhäufigkeitskurve zeigt eine klare Übertemperaturhäufung in Referenzwohnung 2 (3. Obergeschoß). In dieser Wohnung liegen 31,1% der Jahresstunden über 26°C Raumlufttemperatur. In Referenzwohnung 1 (Erdgeschoß) hingegen liegen 8% der Werte über 26°C.

Die mittlere Raumlufttemperatur in der Heizperiode liegt bei 22,6 °C. Außerhalb der Heizsaison, also bei Außenlufttemperaturen über 12°C, liegt die durchschnittliche Raumlufttemperatur bei 25,6°C. Zum wärmsten Zeitpunkt des Messjahres (19.7.2015) wurde eine Außenlufttemperatur von 35,9°C gemessen. Die Raumlufttemperatur betrug zu diesem Zeitpunkt in Whg. 1 26,6°C, in Whg. 2 29,5°C. Die höchste Raumlufttemperatur wurde in Referenzwohnung 2 am 8.8.2015 mit 32,8 °C gemessen.

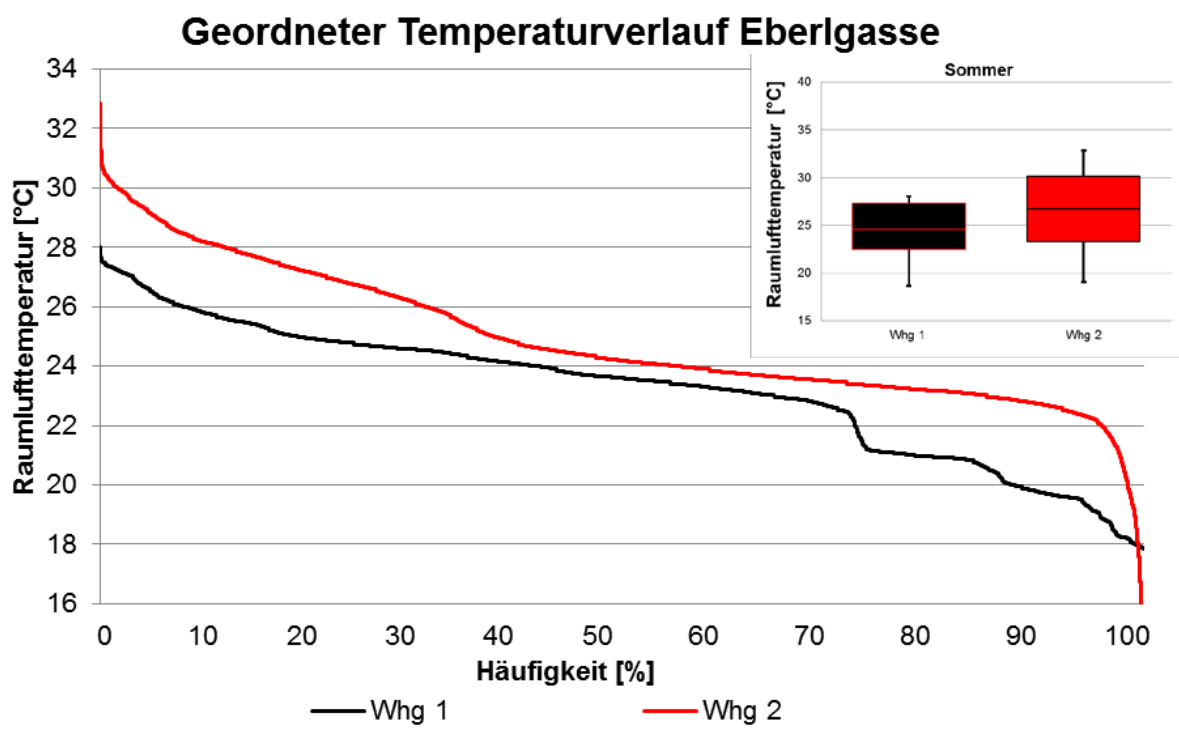


Abbildung 36: Geordneter Raumlufttemperaturverlauf in Wohnzimmern der Referenzwohnungen

4.3 Energiebilanz

Eine Trennung bei der Erfassung des Energieverbrauchs für die Bestandsgeschoße, welche auf Passivhausstandard saniert wurden, und dem neu errichteten Dachgeschoß im Niedrigstenergiestandard war nicht möglich. Die zentrale Lüftungsanlage inkl. Nachheizregister im Kellergeschoß versorgt beide Gebäudezonen gleichermaßen. Eine Aufteilung des Luftvolumenstroms auf die beiden Zonen wurde nicht durchgeführt.

Gleiches gilt für die Stromversorgung des Allgemeinverbrauchs, der Wärmepumpe und der Grundwasserpumpe.

Eine Aufteilung auf Basis der Flächenverhältnisse wird als nicht zielführend erachtet. Aus diesem Grund sind die folgenden Auswertungen für das gesamte Gebäude (Bestandsgeschoße und Dachgeschoßausbau) dargestellt.

4.3.1 Heizwärme

Der gemessene Heizwärmeverbrauch in der Eberlgasse beinhaltet die gelieferte Wärmemenge für alle Wohneinheiten (Zähler bei Wohnungseingangstür) und die Wärmemenge für das Nachheizregister der Lüftungsanlage (inkl. Verteilverlusten). Die Heizwärmeverbrauch betrug im Zeitraum 6/2015 bis 6/2016 19.984 kWh (15,65 kWh/m²a).

Der im Energieausweis berechnete Heizwärmebedarf (HWB) beschreibt jene Nutzenergie die zur Konditionierung eines Gebäudes auf 20°C Raumtemperatur erforderlich ist. Verteilverluste, Speicherverluste oder Bereitstellungsverluste sind in dieser Systemgrenze nicht inkludiert. Diese Systemgrenze kann jedoch nicht messtechnisch erfasst werden.

Der HWB der Bestandsgeschoße nach OIB Berechnungsmethode beträgt 6,3 kWh/m²a. Der HWB des in Niedrigstenergiebauweise ausgeführten Dachgeschoßes liegt bei rund 30 kWh/m²a. Der flächengewichtete Mittelwert beider Zonen liegt bei 12,5 kWh/m²a.

In weiterer Folge wird der direkte Vergleich des berechneten Heizwärmebedarfs mit dem gemessenen Heizwärmeverbrauch angestellt.

Die spezifischen Angaben von HWB und HWV beziehen sich auf die im Energieausweis angegebene BGF von 1277 m² (Bestandsgeschoße + DG).

- gemessener Heizwärmeverbrauch im Betrachtungszeitraum 6/15 bis 6/16:

$$HWV_{\text{gemessen}} = 15,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{BGFa}})$$

Um eine sowohl Klima- als auch Raumtemperaturbereinigung der Messdaten gewährleisten zu können, wurden die standortbezogenen Heizgradtage in einem ersten Schritt klimabereinigt. Die Summe der Heizgradtage beträgt 2733, im Energieausweis wird mit HGT am Standort Leopoldstadt von 3454 Kd kalkuliert. Nach der Auswertung der gemessenen Raumtemperaturen (Mittelwert 22,6°C) werden in einem zweiten Schritt die Heizgradtage auf diese erhöhte Anforderung korrigiert. Bei einer Heizgrenztemperatur von 12°C liegen die raumtemperatur- und klimabereinigten HGT bei 3224 Kd.

HGT Eberlgasse, 1020 Wien	
HGT 20/12 lt EAW	3454
HGT 20/12 6/15 bis 5/16	2733
HGT 22,6/12 6/15 bis 5/16	3224

Unter Berücksichtigung dieser veränderten Randbedingungen kann über folgende Berechnungsmethode

$$\text{HWV}_{\text{Referenz Wien}} = \text{HWV}_{\text{gemessen}} * (\text{HGT}_{\text{Referenz Wien}} / \text{HGT}_{\text{RT, Messzeitraum}})$$

der $\text{HWV}_{\text{Referenz Wien}}$, welcher die gesamtbereinigte Wärmeabgabe für Heizung darstellt, bestimmt werden.

Der bereinigte Heizwärmeverbrauch beträgt:

- bereinigter Heizwärmeverbrauch im Betrachtungszeitraum 6/15 bis 6/16:

$$\text{HWV}_{\text{Referenz Wien}} = \mathbf{16,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{BGFA}})}$$

Die Sanierung Eberlgasse inkl. Dachgeschoßausbau weist einen HWB lt. Energieausweisberechnung von rund 12,5 kWh/m²_{BGFA} auf. Der gemessene Heizwärmeverbrauch beträgt temperatur- und klimabereinigt 16,8 kWh/m²_{BGFA} und liegt somit um 25% über dem theoretischen Wert.

Die Abweichung kann viele Ursachen haben. Das NutzerInnenverhalten entspricht selten den in der theoretischen Berechnung hinterlegten Rahmenbedingungen. Die Eberlgasse 3 stellt ein typisches Mittelhaus in einem kleinformatigen und ungünstig geschnittenen Gründerzeitblock dar. Die Belichtung und solaren Einträge in Erdgeschoß und 1. Obergeschoß sind aufgrund der Verschattung reduziert. Dies zeigt sich auch im spezifischen Wärmeverbrauch der einzelnen Wohneinheiten. Die vier Wohneinheiten in den beiden unteren Geschoßen weisen einen überdurchschnittlichen Verbrauch auf. Ein weiterer Grund für die Abweichung stellt die Konditionierung der Nachbargebäude dar. Die Eberlgasse als Mittelhaus grenzt West und Ostseitig an Nachbargebäude mit Wohnnutzung. In der Berechnung sind die Nachbargebäude als konditioniert angesetzt, die Feuermauern als gegen beheizten Raum angenommen. Im Messzeitraum wurde jedoch ein Nachbargebäude saniert und war nur zum Teil bewohnt und somit nicht vollständig konditioniert.

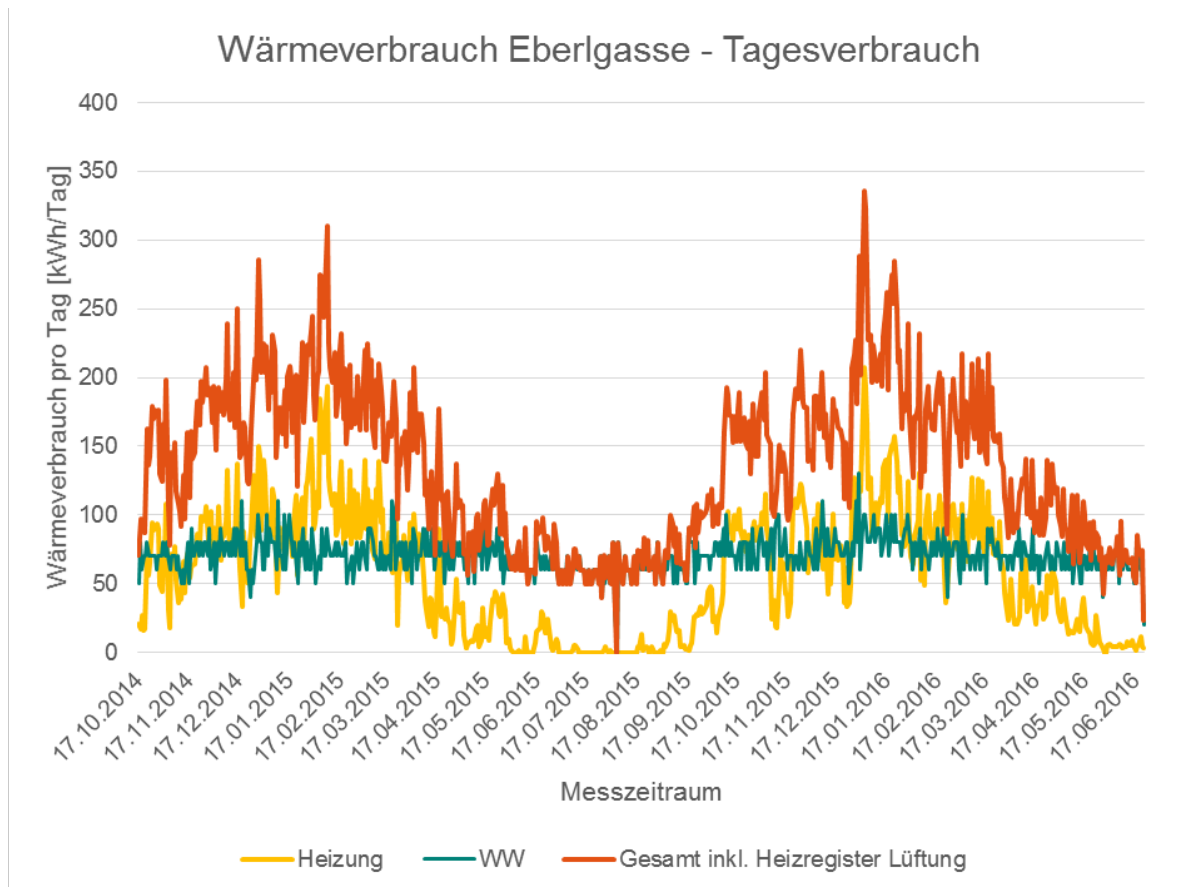


Abbildung 37: Wärmeverbrauch Eberlgasse

4.3.2 Stromverbrauch

Stromverbrauch des Allgmeinzählers (Wärmepumpe, Aufzug, Allgmeinflächen) im Betrachtungszeitraum 1.6.2015 bis 31.5.2016 betrug 30.246 kWh. Dies entspricht bezogen auf die BGF des Gesamtgebäudes 23,7 kWh/m²_{BGFA}.

In der Vergleichsperiode des Vorjahres betrug der Stromverbrauch des Allgmeinzählers rund 44.000 kWh. Der höhere Verbrauch kann folgendermaßen begründet werden:

- strengere klimatische Bedingungen vor (HGT um 5% höher),
- die Baustellenarbeiten wurden finalisiert (Baustellenstrom innerhalb der Abrechnung)
- und die Anlagen waren noch nicht einreguliert.

Der von der PV Anlage produzierte Strom wird nicht für den Stromverbrauch der Allgmeinteile herangezogen.

Der Haushaltsstromverbrauch (Summe aller Wohneinheiten) betrug 20.302 kWh (15,9 kWh/m²_{BGFA}).

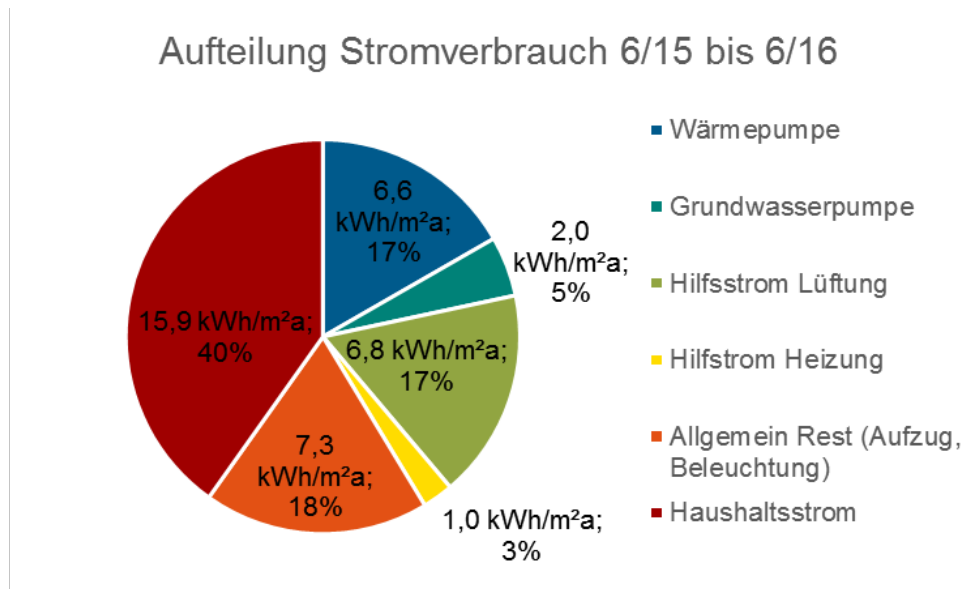


Abbildung 38: Aufteilung Stromverbrauch nach Verbraucher

Der Anteil des Stromverbrauchs für die Lüftungsanlage wird als etwas erhöht eingestuft. Vergleichbare Komfortlüftungsanlagen weisen einen Stromverbrauch von 4 bis 5 kWh/m²a auf. In der Eberlgasse liegt der Verbrauch bei 6,8 kWh/m²a.

Auch der Allgemiestromverbrauch der restlichen Anlagen (Aufzug, Beleuchtung,...) wird als erhöht eingestuft.

4.3.3 Endenergie und Primärenergie

Der Vergleich des raumtemperatur- und klimabereinigten Heizwärmeverbrauchs gegenüber dem im Energieausweis kalkulierten Heizwärmebedarf wurde im vorangegangenen Kapitel gestellt.

Bei Betrachtung der Heizenergie (Heizwärme und Warmwasserbereitung inkl. allen Speicher- und Verteilverlusten sowie Hilfsstrom) liegt der Verbrauch mit 47,2 kWh/m²a niedriger als der Bedarf (51,6 kWh/m²a). Die realen Wärmeverluste für Warmwasserbereitung und Heizungsverteilung sind niedriger als im EAW kalkuliert (entspricht HTEB).

Der Endenergieverbrauch (Stromverbrauch der Wärmepumpe für Heizenergie und Strom für alle Nutzungen) liegt mit 39,6 kWh/m²a um 6,6 kWh/m²_{BGFA} über dem berechneten Wert. Grund dafür ist der höhere Stromverbrauch der Haushalte und der Stromverbrauch zur Versorgung von Allgemeinflächen (Aufzug, Treppenlicht,...) gegenüber dem Default Wert lt. EAW. Der Default Wert für den gesamten nutzungsbezogenen Strombedarf liegt bei 16,4 kWh/m²a, der Stromverbrauch beträgt 23,2 kWh/m²a. Bei Betrachtung des Endenergieaufwands ohne Haushaltsstrom entspricht der theoretische Bedarf nach EAW dem tatsächlichen Stromverbrauch für Wärmepumpe und Hilfsenergie, obwohl der Heizenergieverbrauch (Wärmemenge) über dem prognostizierten Bedarf liegt. Dies ist damit

begründet, dass die Wärmepumpe mit einer Arbeitszahl von 4,17 (im Betrachtungszeitraum 6/15 bis 6/16) sehr gut arbeitet.

Der erhöhte Stromverbrauch hat auch Auswirkung auf die Primärenergie-Bilanz (Konversionsfaktoren lt. OIB RL6 2011, für Strom 2,62). Der PEB liegt bei 86,6 kWh/m²a. Die Primärenergie basierend auf dem realen Verbrauch liegt bei 103,7 kWh/m².

Die CO₂ Emissionen (Konversionsfaktoren lt. OIB RL6 2011, für Strom 417 g/kWh) nach Energieausweisverfahren betragen 13,8 kg/m²a. Im realen Betrieb betragen die CO₂ Emissionen 16,5 kg/m²a.

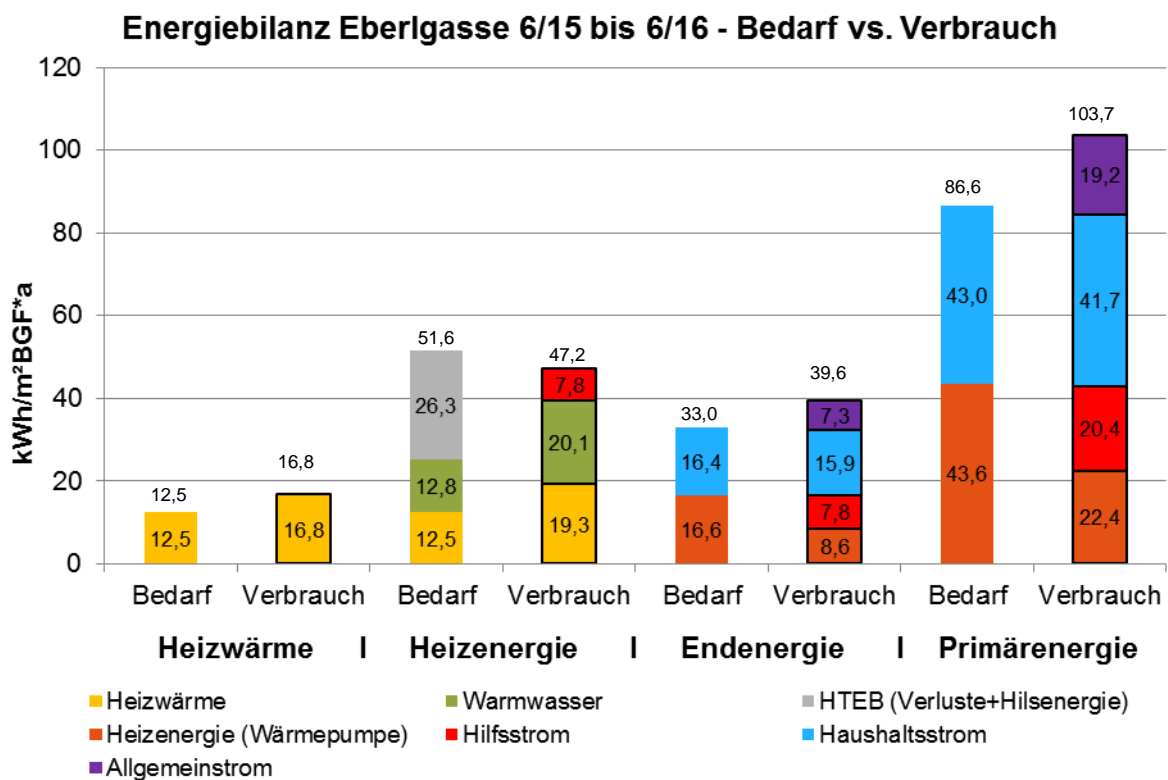


Abbildung 39: Energiebilanz Eberlgasse

4.4 Evaluierung Haustechnik

Wärmepumpe

Der gesamte Wärmeverbrauch (Heizwärme + Warmwasser und Verteilverluste) betrug im Betrachtungszeitraum 45.654kWh, der Stromverbrauch für Wärmepumpe und Grundwasserpumpe lag bei 10.938 kWh/a. Daraus ergibt sich eine Jahresarbeitszahl von 4,17. Dies entspricht einem sehr guten Wert. Die Anlage läuft sehr effizient.

Lüftungsanlage

Der Stromverbrauch der Lüftungsanlage auf m² BGF bezogen liegt bei 6,8 kWh/m²*a, gesamt bei 8.684 kWh/a. Dieser liegt in ähnlicher Größenordnung wie der Stromverbrauch der Wärmepumpe. Der Stromverbrauch war über den Betrachtungszeitraum von 2 Jahren gleichbleibend. Hier gibt es keinen Anstieg über die Betriebsdauer oder sonstige Auffälligkeiten. Generell wird der Stromverbrauch der Lüftungsanlage jedoch als etwas zu hoch eingestuft.

Das Auslegungsvolumen der Lüftungsanlage beträgt 1240 m³/h. Dies ergibt bei einer mittleren gemessenen Leistungsaufnahme von 1 kW eine spezifische Leistungsaufnahme (SFP) von 0,8 W/(m³/h). Entsprechend Herstellerangaben liegt der SFP mit neuen Filtern und einem Betriebsdruck von 250 Pascal bei 0,48 W/(m³/h). Die Angaben des Herstellers werden nicht eingehalten. Grund dafür ist der höhere Betriebsdruck (Pressung) im Realbetrieb, welcher einen mittleren Messwert von 440 Pascal aufweist. Das bedeutet, der Ventilator muss einen hohen Betriebsdruck aufbringen um die Wohnungen ausreichend mit Zuluft zu versorgen und weist aus diesem Grund einen erhöhte Leistungsaufnahme auf.

Der abluftseitige Temperaturänderungsgrad (Rückwärmezahl) für den Zeitraum Dezember 2014 bis Februar 2015 liegt im Mittel bei 92%. Der zuluftseitige Temperaturänderungsgrad liegt bei 96%.

Die zugrundeliegende Gleichung ergibt sich wie folgt:

$$\eta_{ABL} = \frac{t_{ABL} - t_{FOL}}{t_{ABL} - t_{AUL}} \quad \eta_{ZUL} = \frac{t_{ZUL} - t_{AUL}}{t_{ABL} - t_{AUL}}$$

Bei der abluftseitigen Ermittlung des Temperaturwirkungsgrades werden die Einflüsse der Wärmeaufnahme über das Gehäuse beachtet. Wenn die Abluft trocken genug ist, kondensiert beim Abkühlen kein Wasser aus. Die Performance der Wärmerückgewinnung von Lüftungsanlagen kann durch unterschiedliche Wärmerückgewinnungsgrade, Wärmebereitstellungsgrade etc. dargestellt werden. Laut Herstellerangaben liegt der Wärmebereitstellungsgrad des Geräts bei 82% (die der Berechnung lt. Hersteller zugrunde liegenden Annahmen sind nicht bekannt).

Photovoltaikanlage

Der Gesamtertrag im Jahr 2015 der beiden Anlagen betrug 8077 kWh, der spezifische Ertrag liegt somit bei 1036 kWh/kWp. Dies entspricht einem sehr guten Wert, die Ertragsprognosen wurden übertroffen. 2015 war ein Sommer mit hoher Besonnungsdauer.

Der Ertrag ist direkt den beiden Dachgeschoßwohnungen zugeordnet. Es handelt sich um eine Überschusseinspeisung.

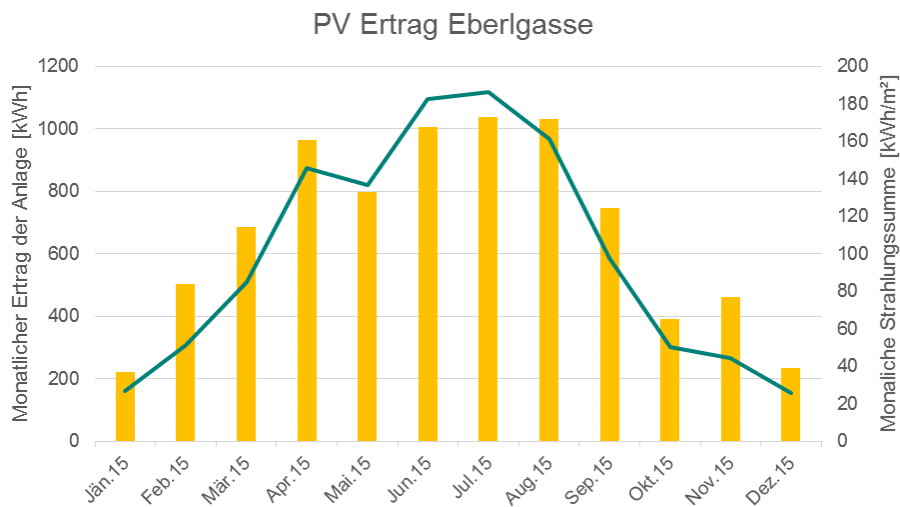


Abbildung 40: Ertrag Photovoltaikanlage Eberlgasse

5 Kostenmonitoring

Im Rahmen des Kostenmonitorings werden sowohl die Investitionskosten der umgesetzten innovativen Maßnahmen als auch deren laufende Kosten im Betrieb dokumentiert. Auf Basis dieser Daten wurden Lebenszykluskostenberechnungen durchgeführt.

5.1 Investitionskosten

Die Darstellung der Investitionskosten erfolgt an Hand eines einheitlichen Kostenstrukturrasters gemäß ÖNORM B 1801-1 (1995), welches in der Grundlagenstudie des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ entwickelt wurde. Dabei liegt der Fokus auf denjenigen Kosten, die für eine energieeffiziente und innovative Gebäudesanierung relevant sind. Kosten von Standardmaßnahmen, wie die der Sanierung der Wohnungen, werden dokumentiert, jedoch nicht detailliert analysiert.

Als Datengrundlage für die Investitionskosten diente die Endabrechnung des Sanierungsprojekts. Die erforderlichen Daten, die im Unterschied zur hier verwendeten Gliederung nach Bauelementen entlang der einzelnen Gewerke vorliegen, werden in die zur Verfügung gestellte Vorlage eingetragen. Für die Vergleichbarkeit zwischen den zu analysierenden Demonstrationsprojekten muss sichergestellt sein, dass eine einheitliche Abgrenzung der einzelnen Kostenpositionen vorgenommen wird. So sind beispielsweise die Baustellengemeinkosten bei den einzelnen Elementen anteilig zu berücksichtigen.

Die gesamten Errichtungskosten für das Sanierungsprojekt betragen excl. USt. etwas unter 1.200.000 €. Davon entfallen knapp 1.050.000 € auf die Bauwerkskosten (Rohbau, Technik, Ausbau). Die Differenz von ca. 140.000 € beinhaltet sämtliche Honorare sowie die Baustelleneinrichtung. Das Verhältnis von Bauwerks- zu Errichtungskosten liegt bei 88%. Als Mehrkosten für die Sanierung im Passivhaus- Standard gegenüber einer konventionellen Sanierung wurden rund 165.000 €, bzw. 266 €/m²_{WNF} ermittelt [Quelle: Schöberl, 2014].

Die Bauwerkskosten gliedern sich in:

▪ Rohbau:	ca. 330.000 €	31 %
▪ Technik:	ca. 460.000 €	44 %
▪ Ausbau:	ca. 260.000 €	25 %

Rohbau

Die gesamten Rohbaukosten betragen rund 330.000 Euro. Diese umfassen die umfassende Dämmung der Außenwände straßen- und hofseitig (~ 100.000 €), die Dämmung der Kellerdecke (~30.000 €), die Erneuerung sämtlicher Fenster und Türen (~ 110.000 €) sowie sonst. hausseitige Maßnahmen, wie die Sanierung des Kellers, des Stiegenhauses oder der Kamine.

Folgende maßnahmenspezifische Kostendaten wurden erhoben:

Maßnahme	Invest.-Kosten	Spezif. Invest.-Kosten	Bezugsfläche
▪ WDVS: Außendämmung mit EPS-F plus 32 cm	90.000 EUR	118 EUR/m ²	780 m ²
▪ Kellerdecke unterseitig (Gewölbedecke)	17.000 EUR	110 EUR/m ²	150 m ²
▪ Kragendämmung Kellerwände:	11.000 EUR	60 EUR/m ²	180 m ²
▪ 3-Scheiben Fenster Holz- Alu, Passivhaustauglich	95.000 EUR	950 EUR/m ²	100 m ²

Technik

Die gesamten Technikkosten betragen rund 460.000 Euro. Diese beinhalten die Neuinstallation einer zentralen Lüftungsanlage inkl. Verteilung (~80.000 €), eine zentrale Wärmeversorgungsanlage mit Grundwasserwärmepumpe inkl. zweier erforderlicher Brunnen (~110.000 €), die Sanitäre Ausstattung sowie der Neuinstallation der Elektrotechnik (~105.000 €) sowie der Neuinstallation der Aufzugsanlagen (~ 95.0000 €).

Folgende maßnahmenspezifische Kostendaten wurden erhoben:

Maßnahme	Invest.-Kosten	Spezif. Invest.-Kosten	Bezugsfläche
▪ Heizungsinstallation Wohneinheiten (Anbindung Radiatoren)	16.000 EUR	19 EUR/m ²	~ 848m ²
▪ Grundwasser- WP inkl. Brunnen, Speicher, Heizungsverteilung	92.000 EUR	108 EUR/m ²	~ 848 m ²
▪ Lüftungsanlage inkl. Luftverteilung	75.000 EUR	90 EUR/m ²	~ 848 m ²
▪ Neuinstallation Elektrotechnik	105.000 EUR	124 EUR/m ²	~848 m ²
▪ Aufzugsanlagen	96.000 EUR	113 EUR/m ²	848 m ²

Ausbau

Die gesamten Ausbaurkosten betragen rund 260.000 EUR. Darunter fallen im Wesentlichen die umfassende Bestandssanierung sowie sämtliche Instandsetzungsarbeiten für die Wohnungen.

Folgende maßnahmenspezifische Kostendaten wurden erhoben:

▪ Wohnungsinstandsetzung	550 EUR/m ²
--------------------------	------------------------

5.2 Kosten im laufenden Betrieb

Der Schwerpunkt der Kostenerhebung liegt auf den Energiekosten. Allgemeine laufende Kosten als Teil der Betriebskosten, die unabhängig von der Umsetzung innovativer Maßnahmen und unabhängig von der thermisch-energetechnischen Ausführung sind, werden nicht dargestellt, da sich diese Kosten bei Gebäuden mit Standardsanierungen oder unsanierten Gebäuden nicht unterscheiden sollten.

Als Energieträger kommt in der Eberlgasse ausschließlich Strom zum Einsatz. Der Stromtarif (Mischtarif Brutto) liegt bei rund 18 Cent/kWh. Die monatlichen Energiekosten bezogen auf die Nutzfläche (ohne haushaltsbezogene Stromkosten) liegen im Betrachtungszeitraum 1.6.2015 bis 31.5.2016 bei 0,54 €

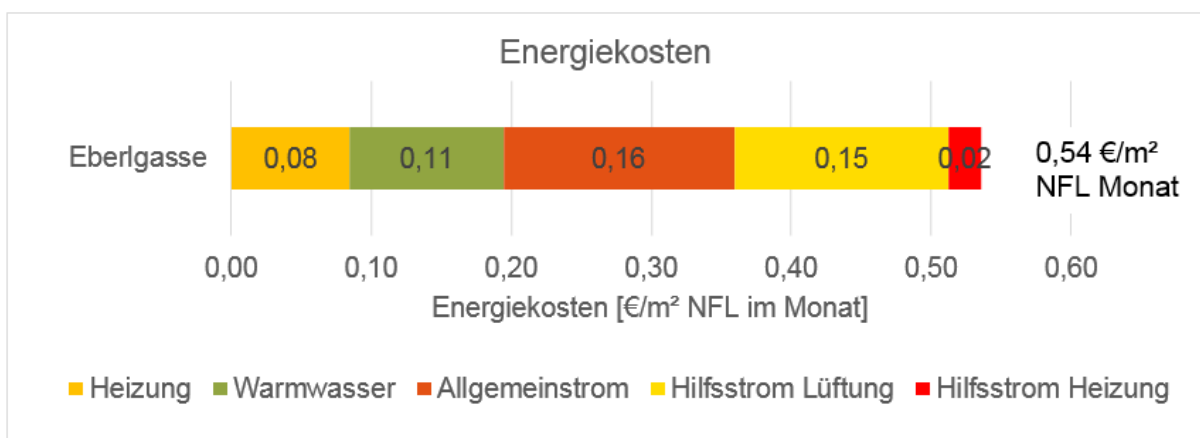


Abbildung 41: Monatliche Energiekosten

Die Energiekosten der Gründerzeit mit Zukunft Demonstrationsgebäude Wißgrillgasse (Pelletsheizung) und Kaiserstraße (Fernwärme) liegen ebenfalls im Bereich von 0,5 €/m²NFL im Monat. Bestandsgebäude weisen meist Energiekosten zwischen 1 und 2 Euro pro m² Nutzfläche im Monat auf.

5.3 Gesamtkostenbetrachtung über den Lebenszyklus

Die Investition in eine umfassende thermisch-energetechnische Sanierung von Gebäuden geht üblicherweise mit einer Reduktion des Energieverbrauchs einher. Damit verbunden sind reduzierte Energiekosten. Das betrifft im Wesentlichen die Heizenergie, aber in vielen Fällen auch den Verbrauch von elektrischem Strom (Einsatz energieeffizienter Beleuchtung in den Allgemeinflächen, etc.). Je nach Umsetzung der technischen Maßnahmen können sich jedoch auch Erhöhungen einzelner Kostenfaktoren einstellen. So wird durch den (erstmaligen) Einbau von Liftanlagen ein neuer Energieverbraucher geschaffen. Moderne Haustechnik ist auf den Einsatz von Steuer- und Regelungstechnik angewiesen, zahlreiche Umwälzpumpen sind für Heizung und Warmwasserversorgung unumgänglich und Lüftungsanlagen benötigen Strom für die Luftumwälzung.

Zur wirtschaftlichen Bewertung der Demonstrationsprojekte im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ wird eine Lebenszykluskostenberechnung und -analyse (Life Cycle Cost Analysis, LCCA) vorgenommen. Diese Berechnung ist sowohl für die klima:aktiv-Deklaration als auch für den TQB-Nachweis erforderlich bzw. vorgesehen. Diese LCCA erfolgt gemäß ÖNORM M 7140 (Betriebswirtschaftliche Vergleichsrechnung für Energiesysteme nach der erweiterten Annuitätenmethode) mit Hilfe von vorhandenen Tools.

Zur Berechnung wurde das Tool „econ calc“ in der Version 2.0.1, herausgegeben durch das Energieinstitut Vorarlberg, verwendet. Berechnet wurden 2 Varianten:

- 1. Variante Dämmstandard entsprechend Bauordnung, mechanische Abluft
- 2. Variante PH- Bauweise, wie ausgeführt

Als Kostengrundlage dienten einerseits die erhobenen und oben dargestellten Investitionskosten. Andererseits wurden die Kosten für den laufenden Betrieb einerseits auf Basis vorhandene Benchmarks aus vergleichbaren Projekten angenommen, sowie energierelevante Kosten aus den in der Planung erstellten Variantenstudien abgeleitet.

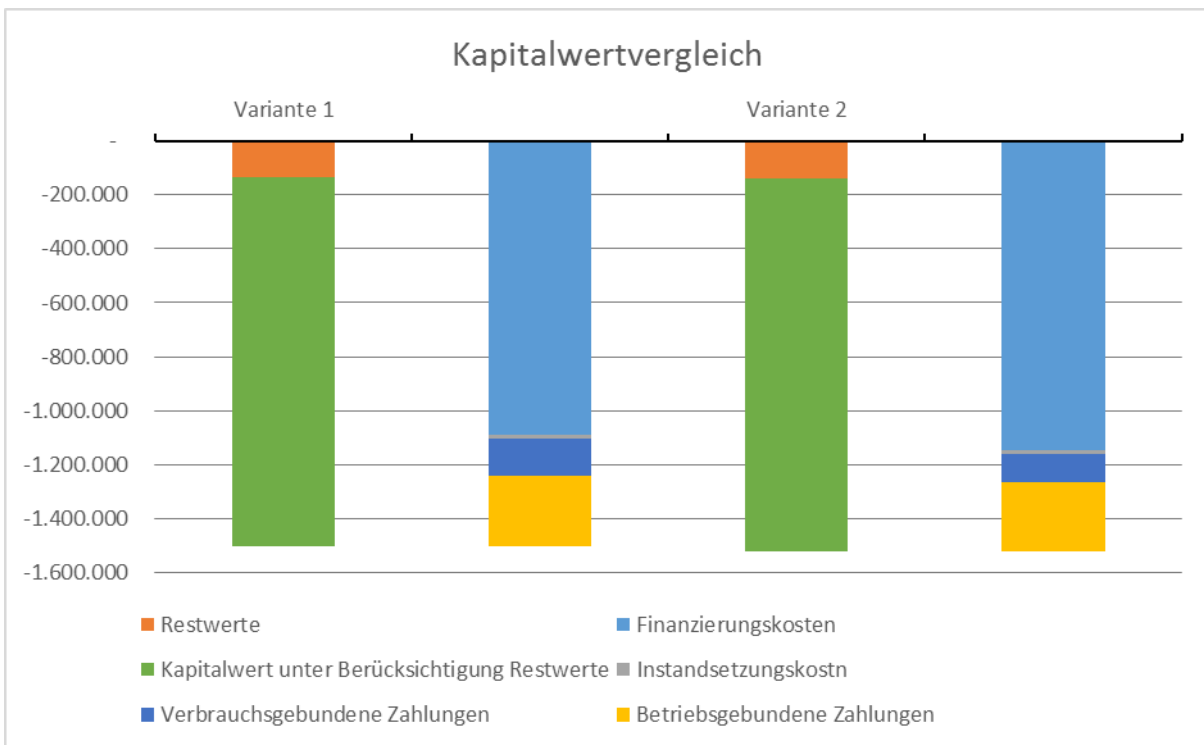


Abbildung 42: Kapitalwertvergleich nach Kapitalwertmethode, Berechnung mit econ calc, eigene Darstellung

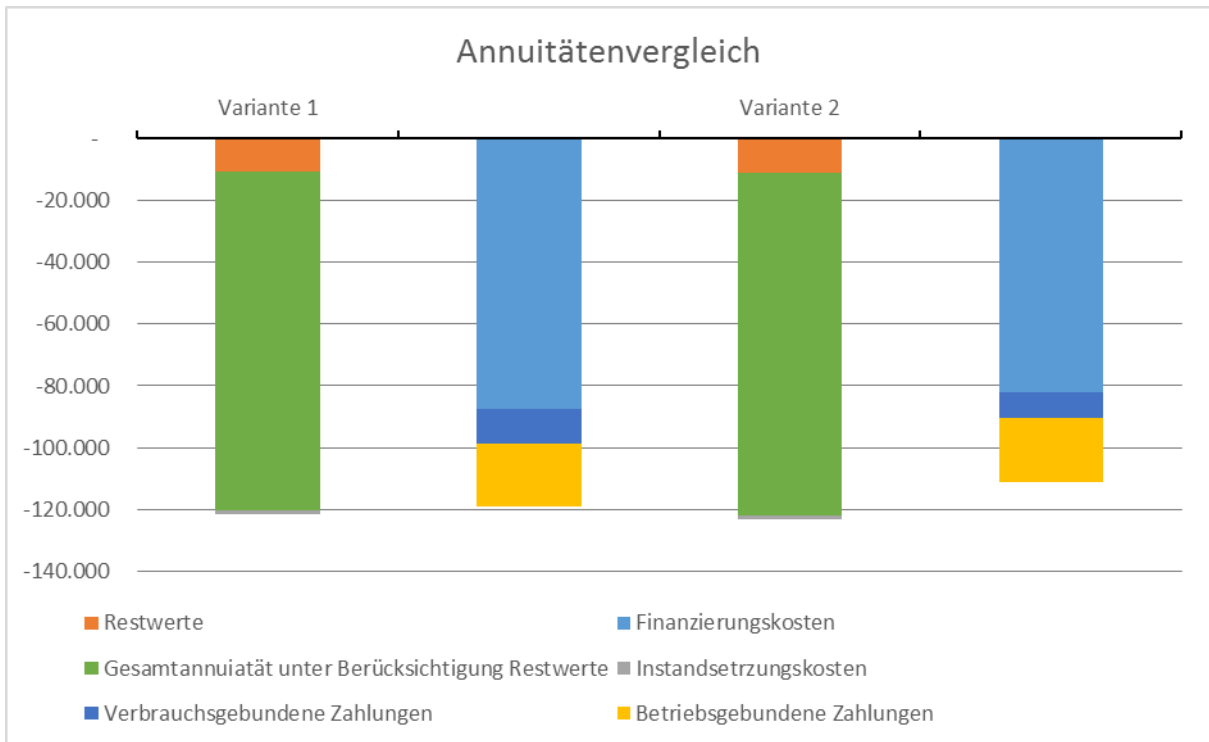


Abbildung 43: Annuitätenvergleich nach Kapitalwertmethode, Berechnung mit econ calc, eigene Darstellung

Die Berechnung zeigt, dass nach Ende des gewählten Betrachtungszeitraumes von 20 Jahren die Bauordnungsvariante die etwas geringeren Gesamtkosten aufweist. Jedoch fallen die Kostenunterschiede nur marginal aus. Bezogen auf die Nutzfläche ergibt sich eine Differenz von rund 1€ pro m² Nutzfläche und Jahr.

6 Sozialwissenschaftliche Evaluierung

Margarete Havel, Havel und Havel Beratungs GesmbH

Die sozialwissenschaftliche Begleitung des Demonstrationsprojektes Eberlgasse stützt sich auf persönliche Interviews mit den beteiligten Akteuren und die Erhebung der MieterInnen. Am Beginn der Sanierung wurden der Eigentümer und zwei AltmietlerInnen entlang eines Gesprächsleitfadens persönlich interviewt, am Ende der Sanierung wurden telefonische Interviews mit dem Eigentümer (Oktober 2013) und acht MieterInnen (November 2014) durchgeführt. Im Oktober 2014 nahmen wir als beobachtende Teilnehmer an einer Hausversammlung teil und konnten am Ende der Hausversammlung die geplante Befragung vorstellen.

Die Erhebungsphase dauerte mit Unterbrechungen von November 2012 bis November 2014.

6.1 Begleitung Sanierungsprozess

Vor der Sanierung aus Sicht des Eigentümers

Am 15.11.2012 wurde der Eigentümer persönlich entlang eines Gesprächsleitfadens interviewt. Zu diesem Zeitpunkt waren von den vorhandenen 10 Mietwohnungen 6 unbefristet vermietet. Noch vor Zusage der Förderung mussten im Dachbereich Notmaßnahmen gesetzt werden, weil das Dach und die darunter liegenden Holzbalken aufgrund von Wassereintritt und Hausschwamm in einem sehr schlechten Zustand waren. In der Folge der Dachsanierung wurde mit dem Ausbau des Dachgeschosses für zwei Wohnungen begonnen.

Information der Mieter

Schon nach Übernahme des Objektes Ende 2009 war dem Befragten bewusst, dass das Haus dringend sanierungsbedürftig war. Daher verfolgte er die Strategie, die Mieter so früh wie möglich „an Bord“ zu holen, da die Mieter am besten über den Zustand des Hauses Bescheid wüssten. Die Wohnungen im obersten Geschoß hatten nasse Flecken an der Decke, die Wasserleitungen froren im Winter ein und platzten, die Elektroleitungen waren veraltet und in den Haussicherungskästen befanden sich die alten Schmelzsicherungen.

Von Seiten der Mieter war das Bewusstsein für eine Sanierung da. Es gab eine relativ positive Einstellung zur Sanierung, weil endlich jemand da wäre, der was täte.

Neben den Hausversammlungen wurden in Einzelgesprächen die Mieter informiert, was die Sanierung für die individuelle Wohnung bedeuten würde. Da in allen Wohnungen Wasser-, Elektro- und Abwasserleitungen neu gemacht werden müssten, müssten auch alle Bäder neu installiert werden. Der Eigentümer versuchte auf die Wünsche der Mieter einzugehen, WC extra oder im Bad, bodengleiche Dusche etc. Für die Lifterschließung war es notwendig, den Vorraum von drei übereinanderliegenden Wohnungen zu verkleinern, die Wohnungstüre um

90 Grad zu drehen, um den Zugang zum Lift zu schaffen. Jede Wohnung würde durch einen eigenen Freiraum (Balkon) aufgewertet werden.

Beantragung der Wohnbauförderung

Die Lukrierung der Fördermittel war ein sehr mühsamer langwieriger Prozess, der viel Zeit gekostet hätte, aber für die Mieter letztendlich eine erhebliche Verbilligung der Miete bedeutete, erklärte der befragte Eigentümer. Gleichzeitig wurde ein §18 Verfahren eingeleitet. Zum Zeitpunkt des Interviews konnte der Eigentümer noch nichts über die künftige Erhöhung der Miete sagen. Lt. Antrag waren 40% der Wohnungen noch Substandard.

Einwände/Widerstände von Seiten der MieterInnen

Eine Wohnung wurde von einer im Ausland lebenden Familie als „Ferienwohnung“ genützt. Der Befragte berichtete, dass er keine Antwort auf seine Schreiben erhalten habe, niemand zur Hausversammlung gekommen sei, und er daher die Kündigung eingeleitet habe, weil kein dringendes Wohnbedürfnis bestünde. Darüber hinaus seien die Fenster im Winter davor offen gestanden und die Leitungen eingefroren, wodurch die darunter liegende Wohnung durch den Wasserschaden beschädigt wurde.

Bei einer zweiten Wohnung lief ein Verfahren mit Unterstützung der Mietervereinigung. Der Mieter der Wohnung stimmte ursprünglich der Sanierung zu, zog aber dann die Zustimmung zurück und wollte diese nur geben, wenn er dafür eine Geldsumme (Euro 25.000) bekäme. Da der Eigentümer nicht zahlen wollte, wurde ein Verfahren eingereicht, um die Frage der Rückziehung zu klären und die Behauptung eines Haustürgeschäfts von Seiten des Mieters zu überprüfen. Das Verfahren wurde zugunsten des Vermieters entschieden, das Mietverhältnis wurde aber von Seiten des Mieters aufgelöst.

Information über Passivhausstandard

Es wurden mehrere Hausversammlungen abgehalten, wo der Eigentümerversorger Fortschrittsberichte lieferte. Die MieterInnen wurden auch über die Sanierung auf Passivhausstandard informiert. An einer Hausversammlung nahmen auch ein Mitarbeiter des wohnfonds_Wien und der Architekt teil, um die Kriterien eines Passivhauses zu erklären und offene Fragen zu beantworten. Ein paar Personen machten eine Exkursion zu einem Passivhaus und zeigten sich anschließend sehr zufrieden, dass es beim Passivhaus keine Probleme gäbe.

Information über kontrollierte Wohnraumlüftung

Die MieterInnen waren verunsichert und stellten Fragen zur Wohnraumlüftung, wie: Hört man das? Zieht es? Kann ich meine Fenster nicht aufmachen? Bei der Hausversammlung mit wohnfonds_Wien und Architekt wurde ebenfalls berichtet, dass diese Technik bereits sehr ausgereift sei. Die Installation sollte über den zentralen Haustechnikschacht laufen, in den Bädern und Vorräumen würden abgehängte Decken sein, um fast alle Räume mit der Lüftung zu erreichen. Im Küchenbereich war geplant, die Lüftung in einer Poterie zu führen und über der Tür zum Wohnraum enden zu lassen, um die Raumhöhe in den Wohnräumen erhalten zu können.

Sanierungskonzept für bewohnte Wohnungen

In einem ersten Schritt sollte der Installationsschacht errichtet, anschließend die leerstehenden Wohnungen (1, 2, 10) saniert werden. Zwei Wohnungen im Erdgeschoß sollten zusammengelegt werden, für die Verlegung der Elektrotechnik waren pro Wohnungen zwei Wochen geplant. Es war geplant, dass in der intensiven Sanierungsphase pro Wohnung die temporäre Übersiedlung in bereits sanierte Wohnungen für die Dauer von drei Wochen angeboten werden würde. Ein paar Personen im Haus wären auch bereit gewesen, in dieser Zeit zu Freunden oder Familie zu ziehen.

Nicht alle Mieter zeigten Bereitschaft, den Zugang zur Wohnung zu gewähren. Mit zwei Mietern gäbe es Probleme, erzählte der Eigentümer.

Zustand der Fenster

Da im Wohnhaus unterschiedliche Fenster aus unterschiedlichen Perioden vorhanden waren, wurde in Abstimmung mit dem wohnfonds entschieden, dass alle Fenster getauscht würden.

Barrierefreiheit

Die vorhandenen Stufen im Eingangsbereich sollten durch eine Rampe in der Gangbreite ersetzt werden, um den Lift barrierefrei zu erreichen. Der Zugang zum Garten sollte auch mit einer Rampe erschließbar sein. Das würde auch den Transport der Mülltonnen erleichtern.

Hemmnisse für das Scheitern der Sanierung

Zum Zeitpunkt der Sanierung gab es zwei massive Probleme, die zum Scheitern der Sanierung führen könnten, meinte der Eigentümer. Mit dem Vorprüfbericht wurden erstens viel mehr Mittel zugesagt als zugeteilt wurden. Die Förderungsschiene über ein Landesdarlehen und nicht rückzahlbare Beiträge wurden im Frühjahr 2012 eingestellt und die Antragsteller auf möglicherweise Herbst vertröstet.

Das zweite Problem war der Widerstand des Mieters, der seine Zustimmung während der Planungsphase zurückgezogen hatte und die Sanierung verzögerte. Der Planungsauftrag wurde erst nach Zustimmung aller MieterInnen vergeben und während des Planungsprozesses kam dann der Rückzug. Zum Zeitpunkt des Interviews war nicht klar, wie das Verfahren entschieden werden würde.

Erwartungen an Sanierung aus Sicht der AltmietlerInnen

Im Jänner 2013 konnten wir zwei Personen mit aufrechten Hauptmietverhältnissen persönlich befragen. Die Sanierungsarbeiten hatten kurz davor begonnen.

In einer Wohnung lebt seit 1951 eine Person, die die Wohnung 1976 in Hauptmiete übernommen und selbst saniert (Einbau eines Bades, Elektro- und Sanitärinstallationen) hat. Bei drei Hausversammlungen wurde die befragte Person über die geplante Gebäudesanierung informiert. Die Kommunikation mit dem Eigentümer wurde als sehr zufriedenstellend beurteilt: „Wenn ich ein Problem habe, erklärt er mir alles. Ich kann mit allem zu ihm kommen“.

Die Einstellung zur Sanierung wurde als sehr positiv beschrieben, da der Zustand des Wohnhauses sehr schlecht war: „schlimm, das Haustor ist immer offen, Fremde kommen herein, ich bin kein ängstlicher Mensch, aber man weiß nie...“

Die Erwartungen an die Sanierung betrafen vor allem gut isolierte Fenster (stammten aus den 50er Jahren), dichte und sichere Eingangstüre, Aufzug bis auf Wohnungsebene, Wärmedämmung und Gegensprechanlage. Besonders positiv erwartet wurde auch der Zugang zum Balkon von der Küche aus. Sorge im Hinblick auf die Kosten äußerte die Person, da in einem Altbau man nie genau wüsste, welche Arbeiten noch notwendig wären, bzw. „wenn etwas kaputt gemacht wird, dass mir keine zusätzlichen Kosten anfallen“.

Die zweite Wohnung wurde im Dezember 2011 in Hauptmiete vergeben. Die Person zeigte eine sehr positive Einstellung zur Sanierung und äußerte aber die Sorge, ob die beschäftigten Firmen fachlich in der Lage wären, die Sanierung auf Passivhausstandard durchzuziehen. Der Zustand des Hauses war aufgrund eines Bombenschadens und des raschen Wiederaufbaus nach Kriegsende sehr schlecht. Die Elektroleitungen in der Wohnung seien total veraltet (Leitungen mit Textil überzogen und alten Sicherungskästen), Lampen fielen laufend aus.

Die Erwartungen an die Sanierung der Wohnung betrafen die Entfernung des Altbestandes (Nachtspeicherofen in einem Raum), den Einbau einer modernen Heizung, Fenstertausch und Warmwasser. Für das Wohnhaus wurde ein schließbares Haustor mit Gegensprechanlage, eine gefällige Optik und funktionierende Technik erwartet.

Sorge wurde auch erwähnt im Hinblick auf die Belastungen durch Lärm und Staub während der Sanierungsphase. Die Kommunikation mit dem Eigentümervertreter wurde als perfekt beschrieben: „er ist zu allen offen, jeder kann zu ihm gehen und fragen“.

Mit einem weiteren Altmietler machten wir nach Sanierungsende ein Interview. Er bezog die Wohnung 1993, zahlte damals eine größere Summe Geld und dachte, er hätte die Wohnung gekauft. Erst später wurde ihm bewusst, dass er eine Hauptmietwohnung abgelöst hatte. In der Folge investierte er noch in die Sanierung der Wohnung und nannte den Betrag von insgesamt ca. 500.000 Schilling, den er für die Wohnung aufgewendet hätte. Er hatte Vorbehalte gegenüber der Sanierung, weil seine Wohnung bereits saniert war.

Nach der Sanierung aus Sicht des Eigentümers

Obwohl die Sanierung noch nicht abgeschlossen war (Lift noch nicht in Betrieb, Balkonturm nicht fertig), führten wir am 16.10.2013 mit dem Eigentümer ein telefonisches Gespräch entlang eines Gesprächsleitfadens, um u.a. zu erfahren, was die größten Probleme im Sanierungsprozess gewesen wären.

Zum damaligen Zeitpunkt ging der Befragte von einer Kostensteigerung von 15% aus, da notwendige, aber nicht geplante Maßnahmen gegen Hausschwamm und Schimmel erhebliche Zusatzkosten verursachten. Außerdem mussten bautechnische Lösungen für die Installation der Wohnraumlüftungsleitungen gefunden werden, weil Eisenbahnschienen als Träger in der

Wiederaufbauzeit eingebaut wurden, was die Führung der Wohnraumlüftungs-Leitungen sehr erschwerte.

Sanierung der bewohnten Wohnungen

Im sanierten Objekt befinden sich 10 Wohnungen, davon acht Mietwohnungen im Bestand und zwei Mietwohnungen im Dachgeschoß. Von den ursprünglich bestehenden 8 Altmietverträgen, wurden 2 aufgrund von Auszug beendet (1 Mieter kein Hauptwohnsitz, 1 in Genossenschaftswohnung nach Urteil des Gerichts, dass der Rückzug der Zustimmung zur Sanierung nicht rechtens war). 6 Wohnungen waren während der Sanierungsphase bewohnt. Ein Altmietler verstarb gegen Ende der Sanierung.

Die Sanierung der Wohnungen dauerte länger als bei Sanierungsbeginn geplant. Während der 3-wöchigen Intensivsanierungsphase zogen die MieterInnen aus. In dieser Zeit wurden Fenstertausch, Hausinstallationsschacht, Estrich im Bad, WC und Vorraum, Badinstallation, Fliesenverlegung, Parketteinbau durchgeführt.

Die temporär geplante Übersiedlung in eine bereits sanierte Wohnung nahm nur ein Altmietler in Anspruch, der dann aber dauerhaft in der Wohnung blieb. Die anderen AltmietlerInnen fuhren auf Urlaub, zu Freunden oder in die Ferienwohnung.

Es wurden alle Bäder neu gemacht, weil die Installationsleitungen neu gelegt wurden und es in den Bädern keine Feuchtigkeitsabdichtungen gab. Als Kompensation für die besondere Belastung wurden individuelle Vereinbarungen getroffen, so wurden alle Wohnungen neu ausgemalt, einige erhielten z.B. ein neues Küchengerät, andere eine Küchenzeile.

Höhe der Miete nach der Sanierung

Die Mietverträge wurden vom Wohnservice geprüft. In den neu vermieteten Wohnungen wurden auch Markenküchen mit energieeffizienten Geräten eingebaut.

Heizung und Wohnraumlüftung

Heizung und Warmwasser wurden im Sommer 2013 in Betrieb genommen. Zum Zeitpunkt des Gesprächs war noch nicht klar, wie hoch die Heizkosten-Einsparung sein würde. Der Befragte meinte, dass die Heizkosten aufgrund der vielen thermisch-energetischen Maßnahmen sicherlich geringer ausfallen werden. Pro Wohnraum befindet sich ein Heizkörper über der Türe in der Nähe der Zuluft.

Die Wohnraumlüftung ist seit 11.11.2013 in Betrieb, die Luft wird auf 22 Grad vorgewärmt. In der Zeit vor Inbetriebnahme der Wohnraumlüftung empfahl der Eigentümer den MieterInnen so viel wie möglich über die Fenster zu lüften. Die MieterInnen erhielten ein NutzerInnen-Handbuch mit praktischen Tipps zum Wohnen in einem Passivhaus. In jeder Wohnung ist die Wärmemengenzählung der Heizung vorgesehen.

Die Kühlung der Wohnungen im Sommer kann im Dachgeschoß über die Fußbodenheizung mit kühlem Wasser (18 Grad C) erfolgen. Die Wohnungen im Bestand erhalten kühlere Frischluftzufuhr durch die Wohnraumlüftung, sollten tagsüber die Fenster durch Rollos

verschlossen halten und erst in den Abendstunden lüften. Die Fenster haben keine Kippstellung, um dauerndes Offenhalten zu verhindern.

Maßnahmen zur Nutzung des Kellers

Im Keller wurde eine Grundwasserwärmepumpe zur zentralen Versorgung von Warmwasser und Heizwärme eingebaut. Die Kellerdecke wurde gedämmt. Die Feuchte des Kellers sollte durch das Öffnen der Querlüftungsmöglichkeiten reduziert werden.

Nach der Sanierung ist die Feuchte im Keller noch vorhanden. Der Grundwasserspiegel befindet sich 3 m unter dem Fundament. Die Querlüftung wurde hergestellt und funktioniert. Im Sommer werden die Querlüftungen geschlossen, damit die wassergesättigte Luft draußen bleibt, im Herbst bis zum Frühjahr werden diese geöffnet, damit die Luft zirkulieren kann und die feuchte Luft ausgetauscht wird. Im Keller befinden sich private Kellerabteile und der Technikraum. Ein Altmietler sagte, der Keller sei nicht trocken, die Bananenschachteln seien alle durchfeuchtet.

Beurteilung der Professionisten-Leistungen

Das Bieterprinzip des wohnfonds_Wien sollte überdacht werden, meinte der befragte Eigentümer. Bei der Elektro- und der Vollwärmeschutzfirma konnte er den wohnfonds_Wien überzeugen, dass die zweitgereihten Firmen beauftragt werden, da diese bereits fachliche Erfahrungen nachweisen konnten. Das Luftdichtheitskonzept wurde bereits in der Ausschreibung beigelegt, dennoch kam es zu undichten Stellen. „Die Fachfirmen hätten hohen Lernbedarf“, meinte der Befragte und verwies auf die Experten Helmut Schöberl und Thomas Bednar von der TU Wien. Auch mit der Installationsfirma gab es, besonders hinsichtlich der Erreichung der geforderten Luftdichtheit, einige Herausforderungen.

Probleme während der Sanierung

Der Befragte meinte, dass die Finanzierung eines solchen Pilotprojektes eine große Herausforderung war. Die Banken während der allgemeinen Finanzkrise für dieses Projekt zu überzeugen war schwierig. Die Fördermittel des Landes Wien waren hier sehr hilfreich, man müsste als Eigentümer damit jedoch auch erhebliche Einschränkungen in seiner Entscheidungsfreiheit in Kauf nehmen.

Die gesamte Abwicklung der Förderung stellt einen hohen bürokratischen Mehraufwand dar. Eigentlich sieht das Fördermodell hier eine Abgeltung der Organisation vor, da jedoch die Baukosten in den letzten Jahren stark gestiegen sind, die Förderhöhe pro m² jedoch gleich blieb, musste der Eigentümer wählen, ob er den hochwertigen Sanierungsanspruch bis zum Schluss durchziehen oder seinen persönlichen Einsatz abgegolten bekomme. Er habe sich für ersteres entschieden.

Erwartung an Begleitforschung positiv

Der Eigentümer war mit der Begleitung durch das Forschungsprojekt Gründerzeit mit Zukunft sehr zufrieden. Er habe Einblick in andere Projekte erhalten, der Erfahrungsaustausch war sehr wichtig, die Möglichkeit des Monitorings sei wertvoll und die fachliche Unterstützung sehr gut gewesen.

Themen bei Mieterversammlung

Die Mieterversammlung am 13.10.2014 in einem Lokal in der Umgebung war sehr gut besucht. Von 7 Wohnungen waren jeweils eine oder zwei Personen anwesend. Der Eigentümer sprach folgende Themen an:

- Verbesserung der Mülltrennung, eventuell Reduzierung eines Behälters
- Gesamtstromkosten sind sehr stark gestiegen, das betrifft nicht nur den Lift sondern auch die Lüftungsanlage, Wärmepumpe, etc.
- Zustimmung der MieterInnen für Montage von Postempfangsboxen
- Verglasung der Loggien noch offen
- Zwei Eigengärten im Erdgeschoß
- freie Fahrradplätze im Garten
- Interesse an Anschaffung eines Hochbeetes im Garten, zwei Mieter zeigten Interesse an Pflege
- Mängelmeldungen betreffend Jalousien, Elektrik, besondere Staubentwicklung im Bad
- Vibrationen unter dem Gebäude spürbar
- Nur ein Mieter hat Interesse an Montage einer Satellitenanlage

Am Ende der Versammlung stellten wir das Forschungsprojekt vor, verteilten Informationsschreiben und kündigten die Befragung im November an.

6.2 Ergebnisse der Befragung der MieterInnen

Im November 2014 wurden fünf Männer und drei Frauen telefonisch befragt. Drei Personen wohnten vor der Sanierung im Wohnhaus, fünf Personen zogen erst nachher ein. Jeweils vier Personen sind jünger als 45 Jahre, vier älter als 45 Jahre. Die Mietverträge für die AltmietlerInnen stammen aus den Jahren 1976, 1993, 2011. Die Neuvermietungen wurden im Juli 2013, August 2013, Oktober 2013 und Februar 2014 abgeschlossen.

Beurteilung des Sanierungsprozesses aus Sicht der AltmietlerInnen

Sechs bzw. fünf (nach dem Tod eines Mieters) Wohnungen waren in der Sanierungsphase bewohnt. Obwohl eine befragte Person grundsätzlich eine positive Einstellung zur Sanierung hatte und die Kommunikation mit dem Eigentümer auch sehr positiv beurteilte, wurde die Sanierungsphase als sehr belastend geschildert:

„es war eine harte Zeit. Bin auch mit Herrn K. zusammengekracht, bin drei Wochen ausgezogen. Aber die Arbeiter haben nichts abgedeckt, die herunter fallenden Ziegel haben den Laminatboden zerstört, alles war verstaubt. Die Arbeiter haben sich gewaschen und den Fußboden ganz nass gemacht, ... Man konnte mit ihnen nicht reden, weil sie nichts verstanden. Es gab Tage da war ich am Verzweifeln,....“

Der zweite Altmmieter hatte von Anfang an keine positive Einstellung zur Sanierung, da er die Wohnung in den 90er Jahren nach Zahlung einer hohen Ablöse selbst saniert hatte. Dennoch stimmte er der Verlegung der Wohnungstüre und Abtretung eines Teils des Vorraums zu. Sehr verärgert zeigte er sich, weil die Sanierungsarbeiten in der Wohnung länger dauerten als geplant und er den Eindruck hatte, man wollte ihm schaden.

Die Beurteilung der Wohnqualität des sanierten Wohnhauses im Vergleich zu vor der Sanierung wird von den befragten Altmietern positiv beurteilt. Die Beurteilung durch die Betreuung durch die Hausverwaltung/Eigentümer fällt mittelmäßig aus, schlechte Beurteilung erhalten die tätigen Firmen. Hier dürfte es zu gravierenden Problemen gekommen sein. Genannt werden die Installateure und Maurer, die keine Rücksicht auf die vorhandene Einrichtung nahmen und u.a. Schäden an den Fußböden hinterließen.

Beurteilung des Sanierungsobjekts aus Sicht der MieterInnen

Das Wohnhaus - Beurteilung der Innovation

Das Wohnhaus wird von sieben befragten Personen als innovativ beurteilt. Nur eine Person meint, es seien in der Wohnung zu viele Mängel. Für fünf Personen (ein Altmmieter, vier Neumieter) liegt die Innovation im Ambiente des Althauses mit den hohen Räumen verbunden mit der Technologie des Passivhauses. Zwei Altmmieter beurteilen die Dichte der Fenster, die Wärmedämmung, den Balkon und den Aufzug als Innovation.

Vier Personen geben an, sich bewusst für das Wohnen im Passivhaus entschieden zu haben. Zwei Befragte ergänzen, „hier wird auf Nachhaltigkeit geachtet“ und „alles, was der Umwelt entgegen kommt, schätzen wir, Heizkosten niedrig halten ist positiv“.

Eine Person sagt, „es ist eine extrem angenehme Hausgröße, durchmischt, aber man kennt die Leute, grüßt sich“.

Zufriedenheit mit Wohnung

Insgesamt sind fünf befragte Personen mit der Wohnung sehr zufrieden, eine Person eher zufrieden und zwei Personen nur halb/halb zufrieden. Für fünf Personen ist die Wohnung die Wunschwohnung. Und sie wollen so lange wie möglich dort wohnen bleiben.

Sieben Personen würden die Wohnung auch Freunden weiter empfehlen und nennen folgende Gründe:

„alles positiv ist; es eine zukunftsweisende Sache ist, Altbau als Passivhaus umzurüsten, Vorteile der Altbauwohnung und Komfort einer umweltbewussten Wohnung; es einzigartig ist; finde den Vermieter sehr bemüht, Lage ist gut, neuwertige Wohnung mit Altbau-Feeling, fairer Preise für das was sonst am Markt angeboten wird, für Radfahrer sehr gut, weil man ist schnell in der Stadt; ich fürs Energiesparen bin; ich mich wohl fühle, die Hausgemeinschaft sehr gut ist, durchmischt, die Interesse an Nachhaltigkeit haben; die Gegend nett ist, Augarten, Öffi Anschluss, Bezirk jugendlich, viele Möglichkeiten zur Entfaltung“.

Beurteilung energietechnische Ausstattung

Die Beurteilung der Teil- Aspekte fällt insgesamt sehr gut aus. Am höchsten ist die Zufriedenheit mit der energietechnischen Ausstattung Fenster und Wärmedämmung betreffend, und der Zugang zum eigenen Freiraum (s. Tab. Zufriedenheit mit Teil-Aspekten). An zweiter Stelle kommen die Zufriedenheit mit der Beheizung, der Wohnraumlüftung und die Erreichbarkeit der Wohnung durch den Lift.

Tabelle 5: Zufriedenheit mit einzelnen Technologien (sehr zufrieden=1, eher zufrieden=2, halb/halb=3, eher nicht zufrieden=4, gar nicht zufrieden=5)

	Mittelwert
Zufriedenheit mit energietechnischer Ausstattung (Wärmedämmung, Fensterqualität)	1
Zufriedenheit mit Beheizung (Grundwasserwärmepumpe und Erwärmung der Zuluft)	1,125
Zufriedenheit mit Wohnraumlüftung (wenn vorhanden)	1,125

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', bearbeitet Havel

Beurteilung der Teil-Aspekte der Wohnung

Auf die offene Frage, was besonders an der Wohnung geschätzt werde, werden die Größe und Wohlbefinden, große, hohe Räume, sehr hell, Energieeffizienz, Lage, Kostenaufteilung, Terrasse, große Fenster genannt.

Kritische Äußerungen kommen zu folgenden Themen: „im Bad ist es mir zu kühl, hätte lieber Dusche als Badewanne; Decken sind sehr hellhörig, der Mieter von unten ist heraufgekommen, weil wir staubgesaugt haben, und hat sich über Lärm beschwert; Lärm von oben, jetzt nicht mehr, weil ich mehrmals oben war; Badewanne zu klein“.

Tabelle 6.: Zufriedenheit mit Teil-Aspekten der Wohnung (sehr zufrieden=1, eher zufrieden=2, halb/halb=3, eher nicht zufrieden=4, gar nicht zufrieden=5)

	Mittelwert
Zufriedenheit mit Wohnungseigener Balkon/Terrasse/Garten	1
Zufriedenheit mit Erreichbarkeit der Wohnung per Lift	1,125
Zufriedenheit mit Eingangsbereich und Stiegenhaus	1,25
Zufriedenheit mit Raumklima	1,25
Zufriedenheit mit Lage der Wohnung im Gebäude (Stockwerk, DG)	1,375
Zufriedenheit mit Helligkeit der Räume	1,75

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', bearbeitet Havel

Zentrale Heizungsanlage und kontrollierte Wohnraumlüftung

Die Wärmeerzeugung für die Heizung und das Warmwasser erfolgt über eine Grundwasserwärmepumpe, die sich im Keller befindet. Die Beheizung der Wohnung erfolgt durch die Erwärmung der Zuluft, die mit 22 Grad C einströmt. Pro Wohnraum sind Heizkörper in der Nähe der Zuluftöffnungen (über der Türe) montiert, die bei Bedarf zusätzliche Wärme liefern. In jeder Wohnung ist ein Wärmemengenzähler für Heizwärme vorhanden.

Sieben befragte Personen sind mit der Wärme in der kühlen Heizperiode zufrieden. Eine Person erwähnte stolz, dass sie die Zusatzheizung im Winter 2013/14 nicht gebraucht hätten. Eine Person sieht ein kleines Problem, dass das Badezimmer für sie zu kalt sei.

Insgesamt sind die befragten Personen mit der Funktion der Wohnraumlüftung sehr zufrieden. Sechs Personen geben an, im Normalbetrieb die Anlage auf mittlere Stufe (2,3) zu stellen. Wenn Gäste anwesend sind, dann wird höher gedreht, in einer Wohnung mit Rauchern auf höchste Stufe 6. Eine Person dreht die Anlage im Normalbetrieb auf 1, im Sommer höher, bei Gästen auf 3-Punkt. Eine Person hat die Anlage immer auf 4 gestellt. Eine befragte Person gibt an, dass sie bei längerer Abwesenheit die Wohnraumlüftung abdreht.

Sechs befragte Personen bejahen die Frage, ob sie die Wohnraumlüftung hören, aber sie fühlen sich dadurch nicht gestört.

Tabelle 7: Geräusche durch Lüftungsanlage

	Eberlgasse gesamt	
	Anzahl	Anteil
ja	6	75%
nein	2	25%
Gesamt	8	100%

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', 2014, bearbeitet Havel

Sechs Personen spüren keinen Luftzug von der Wohnraumlüftung. Eine Person meint, es manchmal zu spüren und eine weitere Person spürt den Luftzug nur bei Verkühlung, da sie dann empfindlicher sei.

Tabelle 8: Luftzug durch Lüftungsanlage

	Eberlgasse gesamt	
	Anzahl	Anteil
ja	2	25%
nein	6	75%
Gesamt	8	100%

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', 2014, bearbeitet Havel

Das Lüftungsverhalten von vier befragten Personen habe sich subjektiv gesehen im Passivhaus nicht wesentlich verändert. Vier Personen gaben an, in der neuen Wohnung weniger zu lüften. Wobei das längere Offenhalten der Fenster im Erdgeschoß schon aus Sicherheitsgründen nicht möglich ist. Das Kippen der Fenster ist ausgeschlossen.

Tabelle 9: Lüftungsverhalten nach Mieterstatus

	Eberlgasse	
	Altmmieter	Neummieter
	Anzahl	Anzahl
Fenster sind im Sommer immer geöffnet, wenn es kälter ist weniger	1	
ich lüfte immer über Fenster, gleich geblieben	1	

Im Sommer öfter abends, beim Kochen machen wir die Balkontüre auf, im Winter weit weniger		1
im Sommer sind die Türen offen, wenn es kalt ist, wird weniger gelüftet	1	
im Sommer über Balkontüre, insgesamt wird weniger gelüftet, Luftfeuchtigkeitsangabe 60%		1
ja selten, einmal am Tag		1
kurzes Stoßlüften, im Sommer eigentlich schade, aber Fenster lassen sich nicht kippen, daher längeres Öffnen nicht möglich, schon gar nicht im EG		1
weniger über Fenster gelüftet, in der Nacht sind Fenster geschlossen		1
Gesamt	3	5

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', 2014

Die Luftqualität wird von allen Befragten „sehr gut, gut, angenehm, frisch“ beschrieben. Eine befragte Person meint, „wir waren das ganze letzte Jahr nicht krank, wir führen das u.a. auf die gute Luft zurück“.

Tabelle 10: Beurteilung Luftqualität in Wohnung nach Mieterstatus

	Eberlgasse	
	Altmmieter	Neummieter
	Anzahl	Anzahl
frisch		1
gut		1
gut frisch	1	
gut, bin Raucherin, nicht stickig	1	
ja OK, frisch	1	
sehr angenehm, früher hatte ich in der Früh trockenen Mund, es ist gut durchgelüftet		1
sehr gut		1
sehr gut, manchmal spüre ich Gerüche von außen, wenn ich in die Wohnung komme und die Fenster sind zu		1
Gesamt	3	5

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', 2014

Die Mehrheit der befragten MieterInnen beurteilt die Luftfeuchtigkeit in der Wohnung normal. Zwei Personen bezeichnen diese eher feucht. Aufgrund eines Wasserschadens durch mangelhafte Anschlussarbeiten am Dach bildete sich Schimmel hinter einem Bild. Der Schaden wurde behoben.

Tabelle 11: Beurteilung Luftfeuchtigkeit

	Eberlgasse gesamt	
	Anzahl	Anteil
eher trocken	1	12%
normal	5	62%
eher feucht	2	25%
Gesamt	8	100%

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', 2014, bearbeitet Havel

Information über Wohnhaus und Haustechnik

Alle befragten Personen geben an, dass sie eine Informationsbroschüre für das Wohnen im Passivhaus erhalten hätten, aber die Mehrheit der Befragten hätte diese nur überflogen oder Teile gelesen, bzw. an den Partner, Freund, Sohn weiter gegeben. Nur eine befragte Person hätte Interesse an zusätzlichen Informationen. Alle anderen lehnen dieses Angebot ab.

Tabelle 12: Informationen zum Gebäude, Haustechnik beim Einzug, nach Objekt und Mieterstatus

	Eberlgasse			
	Altmmieter		Neummieter	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
wenig Information, Nutzerhandbuch überflogen			1	20%
Merkblatt, habe ich nicht gelesen, ich habe mich durchgefragt, Hr. K. erklärt mir alles	1	33%		
habe Standard-Artikel gelesen, Information von Makler, Nutzerhandbuch habe ich nicht genau gelesen, nur Teile			1	20%
habe selbst Elektroleitungen verlegt, ich habe im DG selbst intelligentes Bus-System eingebaut	1	33%		
dicke Broschüre, mein Freund hat diese gelesen, und hat mir berichtet, es ist nicht alles verständlich, wenn ich Lüftung höher stelle, wird es dann kühler?			1	20%
Detaillierte Info über Passivhaus, Lüftungssystem, Notheizung, Partner hat Nutzerhandbuch gelesen			1	20%
Broschüre, verständlich nicht so gut, habe mit Sohn geklärt, Es gibt Warmwasser-, Kaltwasser- und Heizungszähler.	1	33%		

Broschüre erhalten, eigentlich schon, nicht schwierig, wichtig, um Unklarheiten und Missverständnisse zu klären, darf ich im Passivhaus Fenster öffnen			1	20%
Gesamt	3	100%	5	100%

Quelle: L&R Datafile 'HdZ BewohnerInnenbefragung Eberlgasse 2014', 2014, bearbeitet Havel

6.3 Schlussfolgerungen

Die Innovation des sanierten Wohnhauses Eberlgasse wird von mehr als der Hälfte der befragten MieterInnen im Ambiente des Althauses mit den hohen Räumen verbunden mit der Technologie des Passivhauses gesehen. Für einige MieterInnen war das Passivhaus auch ein Hauptgrund für die Entscheidung für die Wohnung. Die energietechnische Ausstattung wird von allen sehr hoch beurteilt.

Die Erstausrüstung der Wohnungen wird grundsätzlich positiv erwähnt, der Erstbezug wird lobend erwähnt. Aber nicht alle sind mit der Küchen- und Badausrüstung zufrieden. Die Badewanne sei zu klein und die bodengleiche Dusche nicht richtig montiert.

Kritische Äußerungen werden in den Bestandswohnungen gemacht, weil die Trittschalldämmung zwischen den Stockwerken ungenügend scheint. Kritik aufgrund von Lärmstörungen aus den Nachbarwohnungen (im Bestand) wurde auch in den anderen Demoprojekten geäußert. Es wurde von unangenehmen Auseinandersetzungen zwischen den Nachbarn berichtet.

Mit der Erwärmung und Lüftung der Wohnungen besteht hohe Zufriedenheit. Es gibt keine Störungen durch Geräusche oder Luftzug. Die Regelung der Wohnraumlüftung dürfte keine Probleme machen, im Normalbetrieb läuft die Anlage in den meisten Wohneinheiten auf der zweiten bis dritten Regelstufe.

Das Lüftungsverhalten kann als traditionell beschrieben werden. Subjektiv gesehen lüften die MieterInnen mehrheitlich wie in der Vorwohnung. In der wärmeren Jahreszeit werden die Türen zu den Balkonen so lange wie möglich offen gehalten. In der kühlen Jahreszeit wird weniger häufig und weniger lange gelüftet, was nicht überraschend ist. Dass die Fenster nicht kippbar sind, wird in einer Wohnung im Erdgeschoß aus Sicherheitsgründen als Problem gesehen.

Positiv wird die persönliche Information durch den Eigentümer erwähnt. Die bei Bezug erhaltene Informationsbroschüre wurde von den MieterInnen mehrheitlich nur auszugsweise bzw. gar nicht gelesen. An einer nochmaligen Information besteht aber kein Interesse.

Trotz nachgewiesener engagierter Kommunikations- und Informationsbemühungen zwischen Eigentümer und AltmietterInnen von Beginn der Sanierungsplanung an, konnten nicht alle Altmietter vom Sanierungsergebnis überzeugt werden. Die Unzufriedenheit mit teilweise mangelhaft ausgeführten Arbeiten überlagert alle positiven Aspekte.

Die beauftragten Fachfirmen waren mit der Umsetzung des Passivhaus-Standards teilweise überfordert. „Die Fachfirmen hätten hohen Lernbedarf“, meinte der Eigentümer. Das wirkte sich nicht nur auf das Arbeitsergebnis aus, sondern auch auf die Belastung der AltmietInnen während der Sanierungsphase. Das Bieterprinzip des wohnfonds_Wien hinsichtlich Billigstbieter Prinzip sollte überdacht werden.

7 Rechtliche Rahmenbedingungen

Karin Sammer, ÖVI

Wohnrechtliche Ausgangssituation - Eigentumsverhältnisse und mietrechtliche Implikationen

Das Demonstrationsobjekt Eberlgasse 3 in 1020 Wien ist ein Gründerzeitgebäude, das um 1900 erbaut wurde. Es handelt sich um ein mehrgeschossiges Wohnhaus mit einem Kellergeschoss, Erdgeschoss und drei Obergeschosse, im Zuge der aktuellen Sanierung wurde auch das Dachgeschoss ausgebaut. Die Nutzung des „Zinshauses“ dient ausschließlich Wohnzwecken.

Die Liegenschaft steht im Miteigentum der beiden nunmehrigen Eigentümer, die die Liegenschaft 2009 erworben haben. Der Erhaltungszustand war bereits bei Übernahme der Liegenschaft in einem sanierungsbedürftigen Zustand. Die Ausstattungskategorien der Wohnungen entsprachen überwiegend der Ausstattungskategorie C und D. Vor Beginn der Sanierung lagen für 6 von 10 vorhandenen Mietwohnungen unbefristete Hauptmietverhältnisse vor. Im Zuge des Sanierungsprozesses ist mittlerweile ein Altmietverhältnis verstorben. Zwei Altmietverhältnisse sowie 2 befristete Hauptmietverhältnisse wurden durch Auszug der Mieter beendet.

Finanzierung des Sanierungsvorhabens

Da die Mietzinseinnahmen der nächsten 10 Jahre selbst unter Berücksichtigung der Mietzinsreserven der letzten 10 Jahre nicht ausreichen, die notwendigen und anstehenden Sanierungskosten abzudecken, waren die Voraussetzungen für die Anhebung der Mietzinse gem. § 18 MRG gegeben. Die Realisierung des Sanierungsprojekts erfolgte im Rahmen einer geförderten Sockelsanierung (SOS) verbunden mit einem Mietzinserhöhungsverfahren gemäß § 18 ff MRG, wofür bereits eine vorläufige Entscheidung vorliegt.

Bei der geförderten Sockelsanierung bestimmt sich die Miete bei Überlassung eines mit Fördermittel im Standard angehobenen Mietgegenstandes sowie bei Überlassung einer durch Dachgeschossausbauten, Auf- oder Zubauten neu geschaffenen Wohnung auf Förderdauer nach der sogenannten Deckungsmiete (§ 64 Abs 2 und 4 WWFSG). Bei den aufrechten Bestandsmietern ersetzt die gem. § 18 ff MRG festgesetzte Miete die Deckungsmiete. Der von den Eigentümern durchgeführte Dachgeschossausbau erfolgte freifinanziert.

In mietrechtlicher Hinsicht fällt das Bestandsgebäude in den Vollenwendungsbereich des MRG – allerdings liegt bei dem gegenständlichen Gebäude eine mietrechtlich besonders erwähnenswerte Situation vor, die die Komplexität der mietzinsrechtlichen Bestimmungen veranschaulicht und hier nachstehend kurz erläutert wird:

Wiederaufbau nach Bombenschäden

Im Jahr 1944 wurde das Gebäude nach drei Bombentreffern im Jahr 1945 stark in Mitleidenschaft gezogen. Wie aus dem Bauakt der Liegenschaft hervorgeht, wurde ein Großteil der im Gebäude befindlichen Wohnungen in den oberen Geschossen aufgrund der starken Beschädigungen des Dachstuhls, der Haupt- Mittel- und Scheidemauern des Gebäudes, der eingebrochenen Decken und Böden der Mietgegenstände nicht mehr bewohnbar. Feuermauern und Rauchfangköpfe sowie Türen und Fenster wurden zum Teil zerstört oder stark beschädigt, sodass die oberen Geschosse weitgehend neu aufgeführt werden mussten. Für die Instandsetzung bzw. die Wiederherstellung des Gebäudes wurden Mittel aus dem „Wohnhauswiederaufbaufonds“ in Anspruch genommen. Die Zusicherung des Wohnhaus-Wiederaufbaufonds für die Wiederherstellung des Hauses erfolgte mit Bewilligungsbescheid vom 10. April 1951 gemäß § 15 Abs. (2) des Wohnhaus-Wiederaufbaugesetzes (Bundesgesetzblatt Nr. 130/1948), in der Fassung der Wohnhaus-Wiederaufbaugesetznovelle 1950, Bundesgesetz vom 15.12.1950, BGBl.Nr. 26/1951.

Das Darlehen wurde am 19.11.2004 vorzeitig zur Gänze getilgt, eine begünstigte Rückzahlung des Wohnhauswiederaufbaudarlehens nach dem Rückzahlungsbegünstigungsgesetz (RBG) erfolgte nicht.

Exkurs : Wohnhauswiederaufbaufonds/Instandsetzung/Neuschaffung

Der Wohnhauswiederaufbaufonds diente grundsätzlich dazu, durch Kriegseinwirkung teilweise oder gänzlich zerstörte Gebäude und Mietgegenstände wieder aufzubauen und instand zu setzen. Bei Gebäuden, die mit Mitteln dieses Fonds gefördert wurden, ist zu unterscheiden, ob alte Teile erhalten geblieben sind (bei teilweiser Zerstörung) oder ob im Zuge einer Instandsetzung neue Gebäudeteile geschaffen wurden oder aber das Gebäude komplett zerstört und vollständig neu aufgebaut wurde und nach welchem Wohnhauswiederaufbaugesetz gefördert wurde. Die Verwendung von Wohnhauswiederaufbaumittel bewirkt durch den Verweis des §15 Wohnhauswiederaufbaugesetzes (WWG) auf das MRG, dass bei einer Neuvermietung selbst nach vollständiger Rückzahlung des Darlehens die Bestimmungen des MRG weiterhin anzuwenden sind und zwar auch dann, wenn etwa ein Ausnahmetatbestand vom Vollenwendungsbereich des MRG (etwa bei Teilausnahmen gem. § 1 Abs 2-4 MRG) verwirklicht wäre. Die Mietzinsbestimmungen des § 16 MRG werden gem. § 53 MRG nur im Falle einer begünstigten Rückzahlung nach dem Rückzahlungsbegünstigungsgesetz (etwa durch das RBG 1971) durchbrochen, was in diesem Fall die Vereinbarung eines freien Mietzinses ermöglicht.

Grundsätzlich gilt daher, dass für mit Mitteln des Wohnhauswiederaufbaufonds lediglich wieder instandgesetzte Mietgegenstände, die durch Kriegseinwirkung teilweise zerstört wurden, weiterhin der Richtwertmietzins anzusetzen ist. Bei der Neuschaffung von Geschossen/Mietgegenständen, die zuvor komplett zerstört aber mit einer Baubewilligung nach dem 8.5.1945 wiederaufgebaut wurden, ist hingegen die Vereinbarung eines angemessenen Hauptmietzinses (gem. § 16 Abs 1 Z 2 MRG, Neuschaffung durch Um-, Auf-,

Ein- oder Zubau) zulässig – dies auch, wenn keine begünstigte Rückzahlung nach dem Rückzahlungsbegünstigungsgesetz vorliegt.

Abgrenzungsfragen ergeben sich u.a. dabei, wann wirklich von einer Neuschaffung nach § 16 Abs 1 Z 2 MRG auszugehen ist. Nach der Judikatur liegt dies dann vor, wenn durch bauliche Maßnahmen Mietgegenstände gewonnen werden, die entweder bisher überhaupt nicht zur Verfügung standen oder zur Verwendung als Wohn- oder Geschäftsräume nicht geeignet waren, während die bloße Umgestaltung vorhandener, wenn auch schlecht ausgestatteter Wohn- oder Geschäftsräume in gut ausgestattete hingegen keine Neuschaffung darstellt, mag sie auch neben einer baubehördlichen Bewilligung aufwendige Instandsetzungsarbeiten erfordert haben (vgl MietSlg. 37.305/5 iVm MietSlg. 34.378). Allerdings setzt "Neuschaffung" in diesem Sinn nicht voraus, dass ein konkretes Bestandsobjekt physisch untergegangen ist; es genügt, dass es für den bestimmungsgemäßen Zweck unbrauchbar geworden ist (vgl MietSlg 5.017,42.246). Wurden allgemeine Teile des Hauses durch Bombentreffer derart beschädigt (Einsturzgefahr für Mittelmauer und Stiegenhaus), dass die Wohnungen nicht mehr benutzt werden konnten, so wurden sie durch die Beseitigung dieser Bombenschäden iSd § 16 Abs 1 Z 2 MRG neu geschaffen. (OGH vom 17. 12. 1991, 5 Ob 54/91, MietSlg 43.195)

Als in diesem Sinn neu geschaffen sind nicht nur solche Mieträume anzusehen, die in einem von Grund auf neu errichteten Gebäude liegen oder die infolge Kriegseinwirkung ganz zerstört und danach wiederaufgebaut wurden, sondern auch solche Räume, die durch die Kriegsschäden (objektiv) unbenutzbar geworden sind und instandgesetzt, also wieder benutzbar gemacht wurden (MietSlg. 5.017, 6.341, 7.120, 17.550 ua). Der OGH hat etwa die Neuschaffung eines Mietgegenstandes im Sinne des § 16 Abs 1 Z 2 MRG auch in dem Fall zuerkannt, wo das gesamte Haus ausgebrannt, die beiden Zimmer der Wohnung sich in dem Teil des Hauses befanden, in dem nicht nur das Dach, sondern auch sämtliche Holztramdecken gänzlich zerstört waren und in dem Teil, in welchem sich Kabinett, Küche, Vorraum, Bad und WC befanden, die Ziegelplatzdecken zwar nur teilweise beschädigt, aber auch hier alle Türen und Fenster und das Dach fehlten und die Wohnung daher völlig unbenützbare war, auch wenn man den Wohnungsstandard der ersten Nachkriegszeit berücksichtigt. Darauf, ob der vor der Zerstörung bestehende Zustand wiederhergestellt wurde oder nicht, kommt es nicht an. (OGH vom 5. 12. 1990, 2 Ob 618/90, MietSlg 42.246)

Mietzinsrechtliche Einordnung

Das Bestandsgebäude unterliegt daher weiterhin dem Vollenwendungsbereich des MRG und damit auch die Mietzinsbeschränkungsnormen des § 16 MRG. Allerdings verdrängt für die Dauer der nunmehr gewährten Förderung im Rahmen der aktuellen Sockelsanierung für diesen Zeitraum der förderungsrechtliche Mietzins (Deckungsmiete nach dem WWFSG bzw. erhöhter Mietzins gem. § 18 MRG) die Mietzinsbestimmungen des MRG. Nach Ablauf der Förderdauer – sollte die Rechtslage unverändert bleiben – werden aber die durch das Mietrechtsgesetz bestimmten Mietzinsobergrenzen wieder relevant. Jene Mietgegenstände der oberen Geschosse, die aufgrund der Bombenschäden derart schwer beschädigt waren,

dass deren Wiederherstellung wohl als „Neuschaffung“ im Sinne des § 16 Abs 1 Z 2 MRG gewertet werden kann, sollte die Vereinbarung eines angemessenen Mietzinses ermöglichen.

Die durch Dachausbau neu hergestellten und freifinanzierten Wohnungen unterliegen im Falle der Vermietung hingegen keiner mietzinsregulierten Begrenzung (Teilausnahme gem. § 1 Abs 4 Z 2 MRG).

Altmietverhältnisse - Mietrechtliche Probleme im Zuge der Abwicklung des Sanierungsvorhabens

Die dringende Sanierungsbedürftigkeit des Gebäudes stand für die Eigentümer bereits bei Übernahme der Liegenschaft fest. Das beabsichtigte Sanierungsvorhaben (Sanierung auf Passivhausstandard) war aufgrund der umzusetzenden Maßnahmen wie etwa des Einbaus und Anbindung der Mietobjekte an eine kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage, der Umbau der Sanitärräume mit erheblichen Eingriffen in die bestehenden Mietrechte verbunden. Für das Erreichen des Passivhausstandards war es etwa notwendig, die einzelnen Wohnungen mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung auszustatten. Diese Maßnahme war im Deckenbereich des Vorzimmers und den angrenzenden Räumen vorgesehen. Im Zuge des Umbaus der Sanitärräume war eine Neuverlegung der Installationsleitung samt Feuchtigkeitsisolierung eine Neuinstallation der Bäder erforderlich. Für den nachträglichen Aufzugseinbau, der im Hof situiert wurde, war für die Erlangung der notwendigen Erschließungsflächen im Stiegenhaus erforderlich, von einigen Wohnungen einen Teil des Vorraums abzutrennen und die Eingangstüren zu den Wohnungen zu versetzen. Ohne die Zustimmung der Bestandsmieter wäre die Umsetzung insbesondere der wohnungsinnesseitigen Maßnahmen nicht realisierbar gewesen. Die Eigentümer versuchten daher, auch die Mieter des Hauses für das Sanierungsvorhaben zu gewinnen und möglichst früh in den beabsichtigten Sanierungsprozess einzubinden. Über mehrfache Informationsveranstaltungen im Zuge von Hausversammlungen und Einzelgesprächen gelang es mit Ausnahme von zwei Mietern, einvernehmliche Vereinbarungen zu schließen.

Gegenüber einem aufrechten Bestandsmieter, der – wie sich herausstellte – dauerhaft in der Türkei aufhältig war, nicht auf Schreiben reagierte und für die Hauseigentümer nicht erreichbar war und die Wohnung nur fallweise als „Ferienwohnung“ benutzte, musste eine gerichtliche Kündigung wegen Nichtbenützung eingebracht werden, die letztlich auch durchgesetzt werden konnte.

Verzögerungen durch erklärten Rücktritt von der Zustimmung zur Huckepacksanierung

Zu einer erheblichen Verzögerung führte der erklärte Rücktritt einer Mieterin von einer zuvor erteilten Zustimmung zu einer Huckepacksanierung ihrer Wohnung. Nachdem die Mieterin ihre Zustimmung zurückgezogen hatte, machte sie den Eigentümern den Vorschlag, gegen Zahlung eines Betrags von 25.000 € aus der Wohnung auszuziehen, dem die Eigentümer aber nicht zustimmten. Daraufhin wurde seitens der Mieterin zwecks Feststellung der Rechtsunwirksamkeit der Zustimmungserklärung ein Gerichtsverfahren angestrengt, dessen Ausgang abzuwarten war und die Umsetzung des Sanierungsprojekts verzögerte. Die Mieterin berief sich auf § 3 KSchG (Rücktritt vom Haustürgeschäft) und § 3a KSchG und brachte vor,

dass die von ihr unterzeichnete Zustimmungserklärung aus mehreren Gründen unwirksam sei und machte geltend, dass sie im Irrtum über das Ausmaß und die Folgen der nötigen Umbauarbeiten gewesen sei, der vom Vermieter veranlasst worden sei. Das Gericht kam allerdings zur Feststellung, dass die Voraussetzungen der Anwendbarkeit der relevanten Bestimmungen (gem. der §§3 und 3a KSchG) im gegenständlichen Fall nicht vorlagen und wies das Klagebegehren der Mieterin in allen Punkten ab. Es führte dazu aus, dass der Gesetzeszweck bei Anwendung des § 3 Abs 1 KSchG darauf abstelle, dem Verbraucher eine ausreichende Überlegungsfrist zu geben und ihn keiner Zwangssituation auszusetzen. Von einer Überrumpelung der Mieterin sei im Anlassfall jedenfalls nicht auszugehen gewesen, da mehrfache Besprechungen über einen längeren Zeitraum von über einem Jahr erfolgten. Vor allem aber, dass die Unterzeichnung der Zustimmungserklärung an einem gesonderten Termin stattfand, eine Woche nachdem sich die Streitparteien über den Inhalt der Vereinbarung einigten und damit der Mieterin eine ausreichende Überlegungsfrist gegeben wurde. Entgegen dem schriftlichen Vorbringen der Mieterin zeigte sich auch, dass sich die Mieterin auch nicht im Irrtum über die Umbaumaßnahmen befand, sondern über den Umfang der Maßnahmen Bescheid wusste. Das Gericht kam zusammenfassend zur Feststellung, dass die erteilte Zustimmungserklärung weder wirksam widerrufen, noch aus anderen Gründen angefochten werden könne. Die Mieterin entschied sich daraufhin, das Mietverhältnis zu beenden.

8 TQB Gebäudezertifizierung

Im Rahmen von „Gründerzeit mit Zukunft“ und in Zusammenarbeit mit dem Haus der Zukunft plus Projekt „Monitor+“ wurde eine Gebäudezertifizierung mit Total Quality Building (TQB) nach den Qualitätskriterien der ÖGNB (Österreichischen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen) durchgeführt. Ziel der Zertifizierung ist eine ganzheitliche Darstellung des Gebäudes nach definierten Nachhaltigkeitskriterien. Darüber hinaus ist es geplant, das Gebäude nach den Kriterien von klima:aktiv zu zertifizieren. Der Strukturaufbau der beiden Bewertungssysteme wurde in enger Abstimmung zueinander entwickelt, wobei die Bewertung nach TQB das detailliertere System darstellt. Entgegen der klima:aktiv Gebäudedeklaration gibt es bei den energetischen Zielwerten von TQB keine Unterscheidung zwischen Neubau und Sanierung.

Der Schwerpunkt des Demonstrationsprojektes lag auf der Schaffung von hochwertigem zeitgemäßen Wohnstandard und der Erreichung eines hohen NutzerInnenkomforts bei gleichzeitiger Schaffung hoher energietechnischer Anforderungen, dessen Rahmen die Sanierung des gründerzeitlichen Bestands auf Passivhausniveau bildet. Insgesamt wurden für das Demonstrationsprojekt in der Eberlgasse 3 805 von 1.000 möglichen Punkten erreicht, was für ein Bestandsgebäude ein hervorragendes Ergebnis darstellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bewertung nach der ÖGNB im Detail dargestellt. Die Deklaration gliedert sich in folgende fünf Kriterienkategorien, mit jeweils 200 maximal zu erreichenden Qualitätspunkten.

- A. Standort & Ausstattung
- B. Wirtschaft und technische Qualität
- C. Energie & Versorgung
- D. Gesundheit & Komfort
- E. Ressourceneffizienz

A	Standort & Ausstattung	200	118
---	------------------------	-----	-----

Das Objekt profitiert durch die städtische Lage mit guter verkehrstechnischer Anbindung und Nahversorgung, sowie der trotzdem großzügigen objektbezogenen Grünflächen bei den standortbezogenen Punkten. Wesentliche Einbußen in der Bewertung erfolgten bei der Ausstattung in der Kategorie Barrierefreiheit (50 Punkte). Dies ist vor allem auch auf die Voraussetzungen im Zuge einer Sanierung zurückzuführen.

B	Wirtschaft & technische Qualität	200	130
---	----------------------------------	-----	-----

Durch entsprechende Planungsarbeit mit integrealem Ansatz, die Betrachtung unterschiedlicher Sanierungsvarianten mit Lebenszykluskostenanalyse werden viele Punkte

in dieser Kategorie erreicht. Honoriert werden zudem auch einzelne Maßnahmen in der Baustellenabwicklung. Punktabzüge gab es vorrangig in jenen Kriterien, die durch die Tatsache einer Bestandssanierung nur eingeschränkten Handlungsspielraum zulassen, z.B. bei dem Kriterium „statisches Konzept“ konnte die Höchstpunktezahl nicht erreicht werden. Zusätzliche Brandmelde- und Löscheinrichtungen wurden ebenfalls nicht ausgeführt, was eine Punktereduktion zur Folge hat.

C	Energie & Versorgung	200	199
---	----------------------	-----	-----

In der Kategorie „Energie & Versorgung“ kommt die Sanierung als Passivhaus in Kombination mit der Grundwasserwärmepumpe und einer PV- Anlage voll zum Tragen. In dieser Kategorie werden quasi volle Punkte erreicht.

D	Gesundheit & Komfort	200	164
---	----------------------	-----	-----

Hoher Komfort für die NutzerInnen war ein wesentliches Kriterium der Zieldefinition in der Planungsphase. Im Kriterium Raumluftqualität schneidet das Gebäude sehr gut ab. Punkteeinbußen gab es im Wesentlichen bezüglich den Schallschutz- Kriterien, welche vor allem durch die Bestandsdecken, bzw. -Innenwände bedingt ist.

E	Baustoffe & Konstruktion	200	194
---	--------------------------	-----	-----

Da es sich um ein Bestandsgebäude handelt erreicht das Objekt hinsichtlich Umwelteffizienz und Entsorgungsindikator der Gebäudekonstruktion die Höchstpunktezahl. Durch Vermeidung von kritischen Stoffen wie HFKW und PVC bei den neu eingebrachten Baustoffen und der Verwendung von regional verfügbaren Produkten konnten zusätzliche Qualitätspunkte generiert werden.

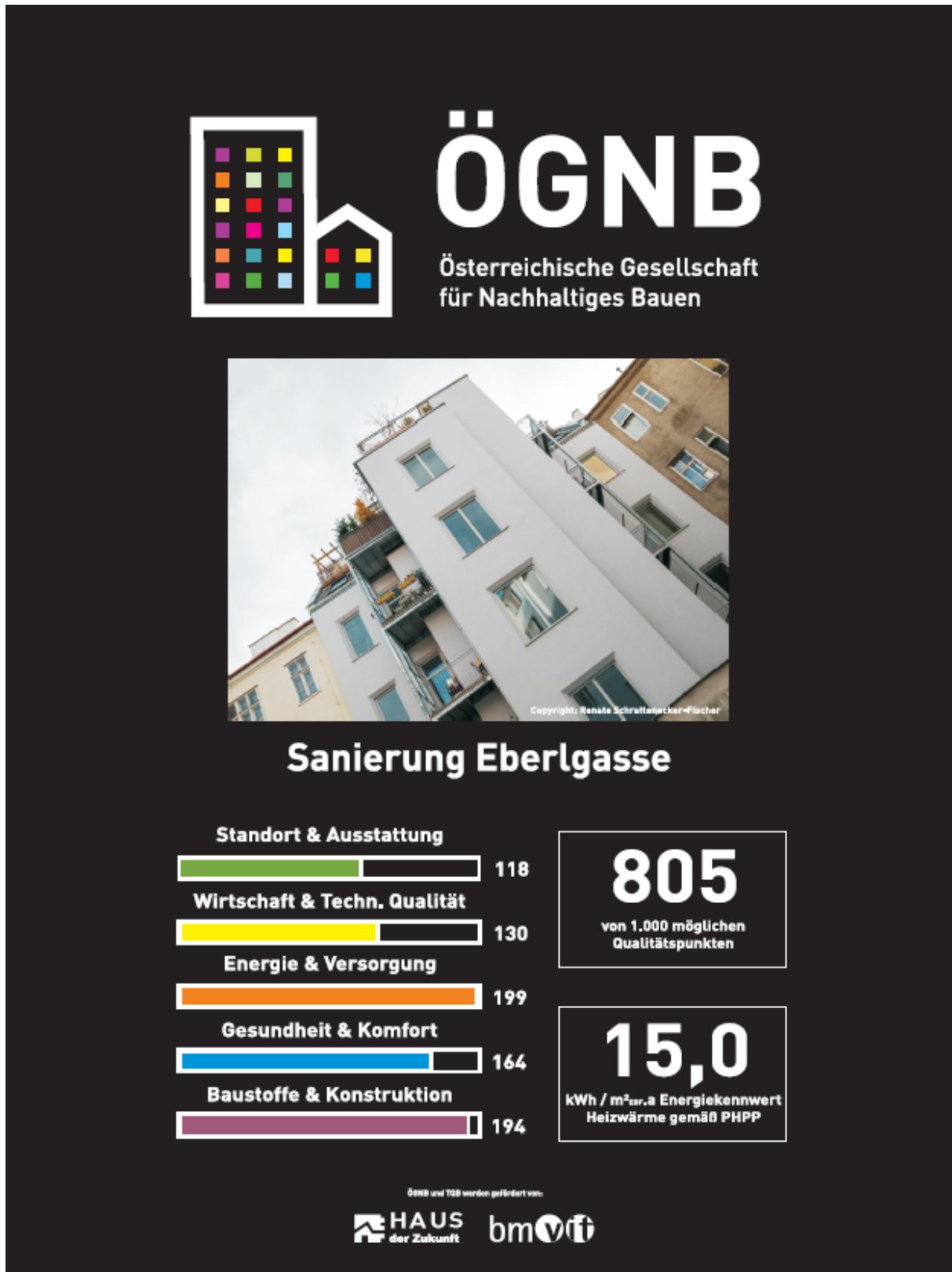


Abbildung 44 TQB- Plakette für die Sanierung Eberlgasse

9 Verzeichnisse

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Demonstrationsprojekt Eberlgasse (Quelle: Kronberger).....	3
Abbildung 2: Lage im Stadtraum (Quelle: http://www.wien.gv.at/stadtplan/).....	8
Abbildung 3: Eberlgasse 3, typischer Gründerzeit-Block (Quelle: http://www.wien.gv.at/stadtplan/)	9
Abbildung 4: Straßenfassade vor Sanierung (Foto: A. Kronberger).....	10
Abbildung 5: Hofsituation vor Sanierung (Foto: A. Kronberger).....	10
Abbildung 6: Struktur der technischen Dokumentation (Quelle: pos architekten)	11
Abbildung 7: Straßenseitige Fassaden vor und nach der Sanierung (Foto: A. Kronberger)..	13
Abbildung 8: Eberlgasse, 1. Stock, Einreichplan, Abbruch gelb, Neubau rot (Quelle: Bmst. Lager)	16
Abbildung 9: Gebäudeschnitt mit der thermischen Gebäudehülle in Gelb (Quelle: Ageres Baumanagement, bearbeitet von Schöberl & Pöll GmbH).....	18
Abbildung 10: Eberlgasse, Kennwerte der Bauteile vor und nach der Sanierung (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH).....	19
Abbildung 11: Eberlgasse, Sockelbereich straßenseitig, Isothermen (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH).....	20
Abbildung 12: Eberlgasse, Sockel hofseitig mit Perimeterdämmung, Isothermen (Quelle: Schöberl & Pöll GmbH).....	20
Abbildung 13: Eberlgasse, Dämmung Kellerdecke (Foto: e7 Energie Markt Analyse GmbH)	21
Abbildung 14: Eberlgasse, Fenstertür, Vertikalschnitt (Quelle: PSP Holz GmbH)	22
Abbildung 15: Eberlgasse, Fensterüberdämmung und Abschrägung der Leibung (Foto: Schöberl & Pöll GmbH).....	23
Abbildung 16: Eberlgasse, Lufteintritt im Bereich der Türzarge (Quelle: Ingenieurbüro Filos)	24
Abbildung 17 Links: Grundwasserwärmepumpe, Rechts: Förderbrunnen. Quelle: e7 Energie Markt Analyse GmbH.....	24
Abbildung 18: Blick in den Haustechnikraum mit Wärmepumpe, Heizungs-Pufferspeicher und Brauchwarmwasserspeicher sowie Verteilung Quelle: Andreas Kronberger	25
Abbildung 19 Heizkörper über einer Innentüre. Quelle: Schöberl & Pöll GmbH.....	26

Abbildung 20 Zentrales Komfortlüftungsgerät im Haustechnikraum. Quelle: Andreas Kronberger.....	27
Abbildung 21: Luftverteilung aus dem Schacht in die Wohneinheiten. Quelle: Ingenieurbüro Filos.....	28
Abbildung 22: Photovoltaikanlage am Dach. Quelle: Andreas Kronberger.....	29
Abbildung 23: Vergleich Heizwärmebedarf [kWh/m²BGF*a] unsanierter Bestand, Anforderung gemäß OIB Richtlinien 6 (Ausgabe 2011) und saniertes Passivhaus Eberlgasse [Quelle: Schöberl & Pöll GmbH].....	30
Abbildung 24: Heizenergiebedarf für den unsanierten Bestand, lt. Bauordnung sowie nach OIB 6.....	31
Abbildung 25 Primärenergiebedarf für den unsanierten Bestand, lt. Bauordnung sowie nach PHPP.....	32
Abbildung 26 CO ₂ - Bilanzierung für den unsanierten Bestand, lt. Bauordnung sowie nach PHPP.....	33
Abbildung 27 : Eingesetzte Fühler (Quelle: Firma Thermokon).....	36
Abbildung 28: Wärmemengenzähler Fa. Engelmann.....	36
Abbildung 29: Monitoringkonzept Eberlgasse, schematische Darstellung (Quelle Manschein).....	37
Abbildung 30: Behaglichkeitsfeld nach Din1946-2 (Quelle: eigene Darstellung).....	38
Abbildung 31: Behaglichkeitsfeld nach Leusden und Freymark (Quelle: Leusden und Freymark).....	38
Abbildung 32: Erläuterung Boxplot Diagramm (Quelle: eigene Darstellung).....	39
Abbildung 33: Boxplot der CO ₂ -Konzentration für Wohnung 2.....	44
Abbildung 34: CO ₂ Konzentration der Raumluft in Wohnzimmern der Referenzwohnungen	45
Abbildung 35: Geordneter Raumluftfeuchteverlauf in Wohnzimmern der Referenzwohnungen.....	45
Abbildung 36: Geordneter Raumlufttemperaturverlauf in Wohnzimmern der Referenzwohnungen.....	46
Abbildung 37: Wärmeverbrauch Eberlgasse.....	49
Abbildung 38: Aufteilung Stromverbrauch nach Verbraucher.....	50
Abbildung 39: Energiebilanz Eberlgasse.....	51
Abbildung 40: Ertrag Photovoltaikanlage Eberlgasse.....	53
Abbildung 41: Monatliche Energiekosten.....	56

Abbildung 42: Kapitelwertvergleich nach Kapitalwertmethode, Berechnung mit econ calc, eigene Darstellung	57
Abbildung 43: Annuitätenvergleich nach Kapitalwertmethode, Berechnung mit econ calc, eigene Darstellung	58
Abbildung 44 TQB- Plakette für die Sanierung Eberlgasse	81

9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eberlgasse, Vergleich der Massen (Quelle: A. Kronberger).....	11
Tabelle 2: Eberlgasse, Kostenvergleich (Quelle: A. Kronberger).....	12
Tabelle 4: Primärenergie- Konversionsfaktoren	31
Tabelle 5: CO ₂ - Konversionsfaktoren	32
Tabelle 6: Zufriedenheit mit einzelnen Technologien (sehr zufrieden=1, eher zufrieden=2, halb/halb=3, eher nicht zufrieden=4, gar nicht zufrieden=5)	67
Tabelle 7: Zufriedenheit mit Teil-Aspekten der Wohnung (sehr zufrieden=1, eher zufrieden=2, halb/halb=3, eher nicht zufrieden=4, gar nicht zufrieden=5)	68
Tabelle 8: Geräusche durch Lüftungsanlage.....	69
Tabelle 9: Luftzug durch Lüftungsanlage	69
Tabelle 10: Lüftungsverhalten nach Mieterstatus	69
Tabelle 11: Beurteilung Luftqualität in Wohnung nach Mieterstatus	70
Tabelle 12: Beurteilung Luftfeuchtigkeit	71
Tabelle 13: Informationen zum Gebäude, Haustechnik beim Einzug, nach Objekt und Mieterstatus	71