

ROOFJET Wißgrillgasse

Sanierung Gründerzeithaus Wißgrillgasse
mit innovativem Haustechnikkonzept

H. J. Ulreich, R. Gassner

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

34/2012

Impressum:

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

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

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

ROOFJET Wißgrillgasse

Sanierung Gründerzeithaus Wißgrillgasse
mit innovativem Haustechnikkonzept

Hans Jörg Ulreich
Ulreich Bauträger GmbH

Robert Gassner
Gassner & Partner Baumanagement GmbH

Ein Demonstrationsprojekt im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“
Betreuung und Beratung durch e7 – Walter Hüttler, Johannes Rammerstorfer

Wien, April 2012

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

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

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

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

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

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	10
Abstract	12
1 Einleitung.....	14
1.1 Ausgangssituation Gründerzeithaus Wißgrillgasse	16
1.2 Zielsetzung	19
2 Umgesetzte Maßnahmen	21
2.1 Hochwertige Dämmung gegliederte Fassade und Feuermauer.....	21
2.2 Lüftungssysteme	23
2.3 Energieversorgung	26
2.4 Schaffung eines Mikroklimas.....	28
2.5 Thermografische Untersuchungen zur Qualitätssicherung	29
2.6 Zusätzliche Maßnahmen	29
3 Ergebnisse des Projektes.....	31
3.1 Energetische Performance	33
3.2 Anforderungsprofil für innovative Sanierungen und Umsetzung im Demoprojekt Wißgrillgasse	38
3.3 TQB Zertifizierung	40
3.4 Darstellung erster Ergebnisse der Begleituntersuchung	41
3.4.1 Raumlufthqualität.....	41
3.4.2 Performance Lüftungsgeräte	44
3.4.3 Ausgewählte Ergebnisse aus der Nutzerbefragung.....	45
4 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen	46
5 Ausblick und Empfehlungen	47
5.1 Verwertung	47
6 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis	48
7 Anhang.....	50

Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

In Österreich stellen Gründerzeithäuser ein erhebliches Segment des Gebäude- und Wohnungsbestands dar. Mit derzeit üblichen Sanierungsmaßnahmen (Fenstertausch) kann die energetische Performance jedoch nur geringfügig verbessert werden. Mit dem Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse, das im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ umgesetzt wurde, wurden Wege aufgezeigt, wie die technischen, wirtschaftlichen, sozialen und rechtlichen Hindernisse bei der innovativen Sanierung von Gründerzeitgebäuden überwunden werden können.

Inhalte und Zielsetzungen

Im Vordergrund des Demonstrationsprojekts stand die gesamtheitliche Modernisierung des Gebäudes unter Anwendung innovativer technischer und organisatorischer Lösungen, 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 Multiplizierbarkeit für eine Vielzahl von Gründerzeithäusern aufweist.

Methodische Vorgehensweise

Zur Optimierung der thermischen Qualität der Gebäudehülle und somit zur Senkung des Energiebedarfs für Heizwärme wurde der Dämmstandard aller Außenbauteile auf ein sehr hohes Niveau gebracht. Es wurden hocheffiziente Dämmstoffe eingesetzt, um Flächenverluste von Freiräumen möglichst zu reduzieren. Zusätzlich zur hohen thermischen Qualität der Gebäudehülle konnten durch Installation einer zentralen Komfortlüftungsanlage im Dachgeschoß und dezentralen Be- und Entlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in einzelnen Bestandwohneinheiten die Lüftungswärmeverluste stark reduziert werden. Ein weiterer Grund für den Einsatz der Lüftungsgeräte war die erhöhte Lärmbelastung am Standort, verursacht durch die Westbahntrasse, die in unmittelbarer Nähe verläuft.

Die Wißgrillgasse befindet sich nicht im Versorgungsgebiet der Fernwärme. Um dennoch eine ressourcenschonende Aufbringung der benötigten Heizenergie für Heizwärme und Warmwasser zu gewährleisten, entschied sich der Bauträger für eine zentrale Biomasse-Heizanlage. Nicht als thermische Maßnahme zu werten, jedoch erforderlich für die Erhaltung der Gebäudesubstanz war die Trockenlegung des Kellers. Die Ausführung von Hochwasserschutzmaßnahmen stellte sich als sehr aufwändig heraus, war jedoch essentiell um eine trockene Lagerung der Holzpellets zu gewährleisten. Ein Teil des Energiebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizwärme wird durch ca. 30m² fassadenintegrierte solarthermische Kollektoren gedeckt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Ausgehend vom Gebäudebestand mit einem Heizwärmebedarf von 186 kWh/m²*a wurde durch die Ausführung der hochwertigen thermischen Modernisierung der Heizwärmebedarf auf 28 kWh/m²*a gesenkt. Dies bedeutet eine Sanierung mit Faktor 7. Nicht nur mit der thermischen Qualität des Gebäudes und dem hohen Anteil der Versorgung durch erneuerbare Energieträger, sondern auch aufgrund des hohen Wohnkomforts und der ansprechenden Architektur und Freiraumgestaltung kann das Gebäude überzeugen.

Ausblick

Um Aussagen über die tatsächliche Performance des Gebäudes treffen zu können wird das Objekt im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ einem technischen Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring für die Dauer von 2 Jahren unterzogen. Neben den Energieverbräuchen und Komfortparametern werden auch die Nutzerzufriedenheit und die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen evaluiert.

Die Erfahrungen, die während der Bauphase und im begleitenden Monitoring gewonnen wurden, fließen unmittelbar in die weiteren Bauvorhaben der Ulreich Bauträger GmbH und Planungsleistungen der Gassner & Partner Baumanagement GmbH ein. Neben der internen Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse für weitere Sanierungsprojekte sowie Demonstrationsprojekte im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ werden die Ergebnisse laufend über die Projektwebsite www.gruenderzeitplus.at, über Exkursionen, Beiträge in Fachzeitschriften und durch Präsentationen auf Fachveranstaltungen verbreitet.

Abstract

Starting point/Motivation

Wilhelminian style or “Gründerzeit” buildings with typically decorated façades represent a considerable part of the total building and housing stock in Austria. These buildings were constructed between 1850 and 1918 and are in poor thermo-technical conditions. Hence, possible savings are huge with regard to a CO₂-neutral building stock. However, with application of usual refurbishment measures (replacement of windows) the energetic performance may be improved slightly. The demonstration project Wißgrillgasse shows how innovative refurbishment of Wilhelminian style buildings can overcome technical, economical, social and legal barriers and achieve a great performance. The demonstration project is part of the flagship project “Gründerzeit mit Zukunft”.

Contents and Objectives

An integral modernization of the building was put forward by applying innovative technical and organizational solutions, which assure a modern living standard with high comfort. The building was refurbished energetically and a high efficient attic was developed. Goal of the project was a comprehensive and sustainable system solution, which allows a broad reproduction to further Wilhelminian style buildings.

Methods

Optimization of thermal quality of the building shell was keen. Therefore, insulation of all exterior building elements was risen up to a very high level in order to reduce energy demand for thermal heat. Due to usage of high efficient insulation materials losses of surface area could be reduced. Special attention was given to insulation of the fire-proof wall, because this wall accounts for 32% of all exterior walls. In order to secure interests of the neighborhood special neighborhood arrangements were made. This was especially important to enable insulation beyond property lines. Exclusively heat insulation triple glazing was used. Thus, transmission heat losses could be kept little.

Additionally a central comfort ventilation system and a local incoming and outgoing ventilation system with thermal heat recovery were installed in the top floor. Thus heat losses due to ventilation could be reduced significantly. High noise pollution due to the railway junction was a further reason to install such ventilation systems.

Given that Wißgrillgasse is not covered by the supply of district heating, the developer decided in favor of a central biomass heating system, which ensures a resource efficient allocation of energy for thermal heat and hot water. Drainage of the cellar was important to maintain the building substance, which proved to be very extensive, but was keen in order to guarantee a dry storage of wood pellets. Additionally, 30 m² solar thermal collectors were integrated into the façade and cover a part of the required energy demand for thermal heat and hot water.

It has to be highlighted that the development of an attractive living space in the top floor is keen to realize such projects. This project accomplished a development of additional 800 m² useable surface by restructuring the existing building and development of a two-storied top floor in nearly zero energy standard.

Results

Initially the heating demand was 186 kWh/m²*a. Due to the application of above mentioned measures the heating demand could be reduced to 28 kWh/m²*a, what corresponds to a refurbishment with factor 7 and hence a nearly zero energy building. This demonstrates far better performance compared with conventional new buildings. The building convinces with its high thermal quality and usage of renewable energies but also with its high comfort of living and pleasant architecture. Furthermore success may be proven by the residents, who are highly satisfied with the building and experts show strong interests in viewings.

The high thermal-energetical quality of this demonstration project with innovative technical and organizational solutions shows fair possibilities how the refurbishment of Wilhelminian style buildings could make an important contribution to a CO₂-neutral building sector.

Prospects / Suggestions for future research

In order to draw serious conclusions about the factual performance of the building the project will be subject to a technical energy demand and comfort monitoring within the framework of the flagship project “Gründerzeit mit Zukunft” for a period of two years. Beside energy demands satisfaction of users and economical efficiency will be evaluated.

The experiences gained during the construction and accompanying monitoring phase will be incorporated immediately in further development projects of the builder Ulreich Bauträger GmbH and the Gassner & Partner Baumanagement GmbH. In addition, to the in-house usage of gained experiences and use for further demonstration projects within the knowledge about refurbishment of Wilhelminian style buildings will be disseminated by excursions, publications in journals and presentations.

1 Einleitung

Als Gründerzeitgebäude werden Gebäude aus der Bauperiode zwischen 1848 und 1918 bezeichnet, die durch Außenwände aus Vollziegelmauerwerk mit hohen Wandstärken, aufwändig gestaltete Straßenfassaden, häufig mit Stuckornamenten, große Geschoßhöhen und Holzbalkendecken bzw. massive Gewölbedecken über dem Keller charakterisiert werden können. Betrachtet man den gründerzeitlichen Gebäudebestand in den Städten, dann reicht das Spektrum vom mehrgeschossigen Arbeiterwohnhaus in der Vorstadt – viele davon mit mittlerweile abgeräumten Fassaden – bis zum gründerzeitlichen Palais in der Innenstadt.

Gründerzeitgebäude sind sowohl durch ihre Menge als auch durch die kulturhistorische Prägung des Stadtbildes ein wesentlicher Teil des Baubestandes von Wien und vielen anderen Städten im ehemaligen habsburgischen Einflussbereich. Österreichweit existieren mehr als 600.000 Wohnungen in Gebäuden aus der Bauperiode vor 1919, damit beträgt der Anteil des gründerzeitlichen Wohnungsbestands in Österreich insgesamt knapp ein Fünftel. Allein in Wien befinden sich rund 249.000 Hauptwohnsitzwohnungen in diesem Gebäudesegment. Von rund 35.000 Gebäuden, die in Wien vor 1919 errichtet wurden, stellen ca. 20.000 klassische Gründerzeit-Zinshäuser im engeren Sinn dar. An etwa einem Viertel dieser Gebäude (rund 4.500 Gebäuden) ist bereits Wohnungseigentum begründet.

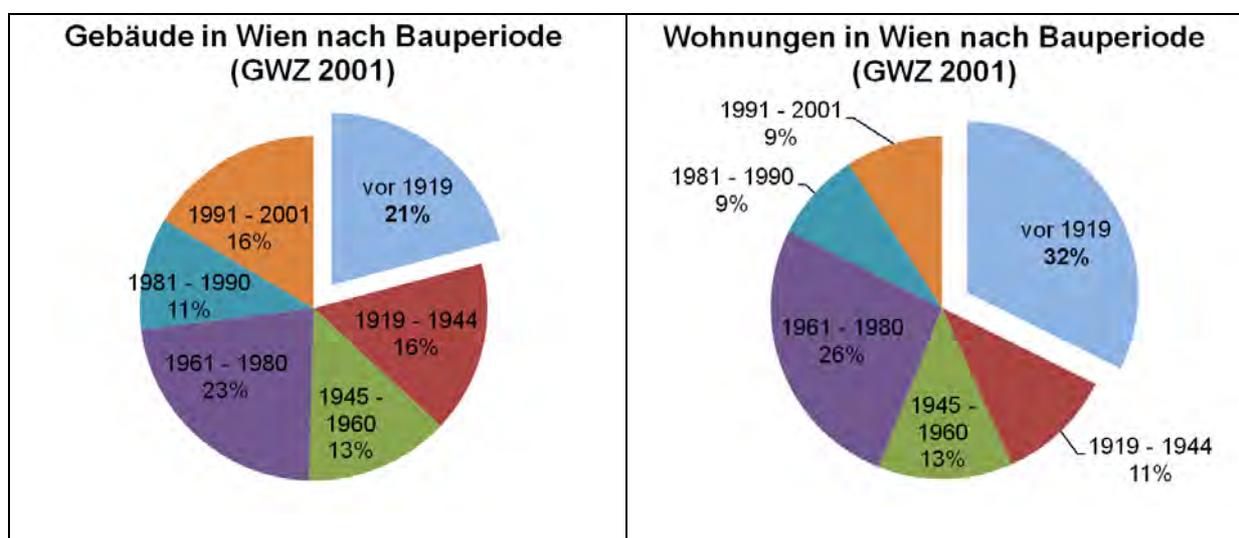


Abbildung 1: Gebäude und Wohnungen in Wien nach Bauperiode (Quelle: Statistik Austria)

Die Erhaltung und Weiterentwicklung dieses Gebäudebestands ist eine zentrale wohnungs- und immobilienwirtschaftliche Aufgabe, indem qualitativ hochwertiger Wohnraum geschaffen wird und Impulse für eine nachhaltige Stadtentwicklung gesetzt werden. Die umfassende Sanierung historischer Gebäude gewinnt jedoch im Spannungsfeld einerseits baukultureller und andererseits energiewirtschaftlicher Anforderungen zunehmend an Brisanz. Denn die Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie 2010 hat deutlich gemacht, dass die thermische Sanierung des Gebäudebestands nach wie vor eine wesentliche Säule der Europäischen

Energie- und Klimapolitik ist. Dementsprechend wurde der Geltungsbereich für energietechnische Mindeststandards bei umfassender Sanierung auch ausgeweitet auf Gebäude unter 1.000m² Gesamtnutzfläche, wobei Ausnahmen für „Gebäude, die als Teil eines ausgewiesenen Umfelds oder aufgrund ihres besonderen architektonischen oder historischen Werts offiziell geschützt sind, soweit die Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz eine unannehmbare Veränderung ihrer Eigenart oder ihrer äußeren Erscheinung bedeuten würde“ nach wie vor festgelegt sind.¹ Die Sanierung von Gründerzeitgebäuden erfolgt also im Schnittpunkt architektonischer und baukultureller Fragen sowie (bau)rechtlicher Anforderungen zur Erreichung der verbindlichen energie- und klimapolitischen Ziele, verbunden mit der Suche nach angepassten technischen Lösungen, die nutzergerecht und kosteneffizient umgesetzt werden können.

Weit verbreitet ist die Ansicht, dass aufgrund der „dicken Ziegelwände“ die energietechnische Qualität von Gründerzeitgebäuden ohnehin „nicht so schlecht“ sei. Dies ist nur insofern richtig, als ein Gründerzeitgebäude im Durchschnitt bessere Werte aufweist als beispielsweise ein unsaniertes Gebäude aus den 1960er-Jahren. Tatsache ist jedoch, dass Gründerzeitgebäude mit einem typischen Heizwärmebedarf in der Größenordnung von 120-160 kWh/m²*a um den Faktor 5 bis 10 „schlechter“ sind als Wohngebäude, die nach heute üblichem Niedrigenergie bzw. Passivhausstandard neu gebaut werden. Mit dem Fenstertausch allein kann die energetische Performance eines Gründerzeitgebäudes lediglich um bis zu 10 Prozent verbessert werden. Dagegen kann mit innovativen Sanierungsmaßnahmen auch im gründerzeitlichen Bestand ein Heizwärmebedarf von unter 30 kWh/m²*a und damit ein zeitgemäßer energietechnischer Standard erreicht werden.

Zurecht kann eingewendet werden, dass auf historische Gebäude nicht alle technischen Standards nach heutigen Kriterien angewendet werden sollen, was sich auch in den Bauordnungen der Bundesländer mit zahlreichen Ausnahmenbestimmungen für Gebäude mit gegliederten Fassaden, Gebäuden in Schutzzonen oder Gebäuden unter Denkmalschutz niederschlägt. Praktische Beispiele zeigen jedoch, dass auch im Gründerzeitgebäude noch beachtliche architektonische und technische Potentiale schlummern, mit denen auch in Bezug auf Komfort und Behaglichkeit hervorragende Ergebnisse erzielt werden können und die bislang kaum ausgeschöpft wurden.

Die wesentlichen Ziele bei der Anwendung innovativer Maßnahmen sind die Verbesserung des Wohnkomforts, Verringerung des Energieverbrauchs, Einsatz effizienter und möglichst CO₂-neutraler Heizsysteme, Verbesserung der architektonischen Qualität und damit insgesamt die Gewährleistung eines zeitgemäßen Wohnstandards. Voraussetzung ist in jedem Fall ein guter statischer Zustand des jeweiligen Gebäudes, da – insbesondere bei einem geplanten Ausbau des Dachgeschoßes – die Maßnahmen für eine allenfalls

¹ RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

erforderliche statische Ertüchtigung des Objekts weit jenseits aller Wirtschaftlichkeitsüberlegungen liegen können.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass es nicht darum geht, Gründerzeitgebäude einfach „einzupacken“ und damit ein städtebaulich zentrales Gebäudesegment einem banalen Effizienz- und Modernisierungsansatz zu „opfern“. Die wesentliche Herausforderung besteht vielmehr darin, innovative Lösungen für Gründerzeitgebäude zu entwickeln, die gestalterisch angemessen und technisch-wirtschaftlich umsetzbar sind und damit einen Beitrag zur sinnvollen Weiterentwicklung des gründerzeitlichen Gebäudebestands unter stadtgestalterischen sowie wohnungs- und immobilienwirtschaftlichen Gesichtspunkten leisten.

1.1 Ausgangssituation Gründerzeithaus Wißgrillgasse

Die Projektpartner Ulreich Baurträger GmbH und Gassner & Partner Baumanagement GmbH sind überwiegend im Bereich der Sanierung von Gründerzeithäusern tätig und verfolgen bei ihren Projekten generell das Ziel, einen zeitgemäßen Wohnstandard hinsichtlich Wohnkomfort und energietechnischer Performance zu realisieren. Am Beispiel des Gebäudes in der Wißgrillgasse sollte ein hochinnovatives Vorzeigeobjekt entstehen, um die Möglichkeiten bei der Sanierung von historischen Gebäuden aufzuzeigen.

Basisdaten zum Bestandsgebäude:

- Adresse: 1140 Wien, Wißgrillgasse 10
- Eigentümer: Ulreich Baurträger GmbH
- Baujahr: ca. 1900
- Anzahl Gebäude: Straßentrakt und ein durch das Stiegenhaus verbundener „halber“ Hoftrakt
- Nutzfläche: Vor der Sanierung 1.110 m²
- Anzahl Wohnungen: Vor der Sanierung 20 WE
- Heizwärmebedarf: Vor der Sanierung: 186 kWh/m²*a

Das Gebäude in der Wißgrillgasse 10 im 14. Wiener Gemeindebezirk wurde um die Jahrhundertwende errichtet und zählt somit zur Kategorie der Gründerzeithäuser. Das Bestandsgebäude befindet sich in unmittelbarer Nähe der Westbahntrasse und hat einen sehr hohen Anteil an freistehenden Feuermauern sowie eine gegliederte Straßenfassade. Das Gebäude besteht aus einem Straßentrakt und einem durch das Stiegenhaus verbundenen „halben“ Hoftrakt.

Das Wohngebäude ist am Ende seiner Bestandsdauer angelangt und erfordert nun umfangreiche Maßnahmen zu setzen. Die Motivation, ressourcenschonend einen zeitgemäßen Wohnstandard zu schaffen und die Berücksichtigung der sozialen Aspekte

(Bewohner des Bestandgebäudes) ließ eine Modernisierung des Bestandsgebäudes samt 2-geschoßigem Dachgeschossausbau sinnvoller erscheinen als den Abriss und den Neuaufbau des Gebäudes.

Die Motivation des Bauherrn, eine ambitionierte Sanierung mit innovativem Gesamtkonzept umzusetzen und zu demonstrieren, dass auch in ertragsschwachen Lagen durch Schaffen eines hochwertigen Wohnraums Sanierungsprojekte wirtschaftlich realisiert werden können und so eine Aufwertung der örtlichen Gegebenheiten zu erwarten ist, haben das Projekt ermöglicht. Darüber hinaus war der erwartete Erfahrungszuwachs durch die aus dem Forschungsprojekt generierten Erkenntnisse ein weiterer Anreiz, dieses Projekt umzusetzen.

Generell war das Gebäude, bedingt durch Hochwasser- und Feuchteschäden sowie desolates, überalterte Elektro- und HKLS-Installationen, in einem äußerst schlechten Zustand. Innenputz, Fußbodenaufbau sowie teilweise auch die Holzdecken wiesen einen sehr desolaten Zustand auf.

Allein durch die unzureichende Kanalisations- und Straßensituation kam es bei stärkeren Niederschlägen immer wieder zu umfangreichen Überflutungen im Keller. In Anbetracht der teilweise bis zu einen Meter hohen Überschwemmungen war eine Nutzung der Kellerräume unmöglich. Eine vollständige Mauerwerksdurchfeuchtung, sowie Ausschwemmung von Fugen waren die gebäudestrukturellen Folgen.

Feuchteschäden durch Fehlstellen in Dachdeckung und innenliegender Entwässerung hinterließen umfangreiche Schadstellen an der obersten Geschosdecke.

Fehlende Isolierungen und Abdichtungen in Nassbereichen der Wohnungen führten zu jahrzehntelangen Beschädigungen der Geschosdecken (Tramdecken) und hatten umfangreiche Auswechslungen zur Folge.

Die desolaten und überalterte Haustechnik zeigte sich bei Elektroinstallationen, beispielhaft angeführt, durch fehlende Erdungen sowie oftmals fehlenden Berührungsschutz; bei HKLS-Installationen durch umfangreiche Kondensatbildungen zufolge unzureichender oder fehlender Dämmungen, sowie unzähligen Undichtheiten im Abwassersystem.

Die Bereitstellung der Raumwärme erfolgte über die unterschiedlichsten ineffizienten Einzelofenheizungen mit Gas, Öl, Kohle oder Strom. Aufgrund der thermischen Qualität des Bestandsgebäudes ergab sich ein rechnerischer Heizwärmebedarf nach dem gültigen Verfahren für Energieausweisberechnung für den Referenzstandort von rund 186 kWh/m²*a.



Abbildung 2: Bestandsgebäude Straßenansicht (Foto: Gassner & Partner)



Abbildung 3: Kellergeschoß Bestandsgebäude (Foto: Gassner & Partner)

Die Nutzfläche vor der Sanierung betrug ca. 1.110 m². Der Gebäudebestand mit einem A/V-Verhältnis von 0,49 m⁻¹ weist aufgrund seines hohen Anteils an Außenwandflächen gegenüber herkömmlichen Mehrfamilienhäusern eine verminderte Kompaktheit auf, was eine hocheffiziente Sanierung zusätzlich erschwert. Der Anteil der freistehenden Feuermauern an der gesamten Außenwandfläche beträgt 32%. Die Dämmung über die Grundstücksgrenze hinaus ist nur nach entsprechender Zustimmung der Nachbarn möglich.



Abbildung 4: Grundriss und Anteil Feuermauer (Quelle: Gassner & Partner)

1.2 Zielsetzung

Die umfassende und innovative Sanierung des Gründerzeitgebäudes Wißgrillgasse wurde als eines von mehreren Demonstrationsprojekten im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ (Koordination e7 - Leitprojektmanagement Walter Hüttler) umgesetzt. Im Rahmen des Leitprojekts wurden u.a. technische, wirtschaftliche, sozialwissenschaftliche und rechtliche Grundlagen erarbeitet (Subprojekt 2 „Grundlagen und Machbarkeitsstudien“). Im Rahmen des Subprojekts 5 „Dokumentation und Monitoring“ wird jedes Demonstrationsprojekt über einen Zeitraum von zwei Jahren ab Fertigstellung hinsichtlich Energieverbrauch und Komfortparametern, Wirtschaftlichkeit und NutzerInnenzufriedenheit evaluiert. Die Verbreitung der Ergebnisse – multiplizierbare innovative Sanierungskonzepte, die speziell auf die Gegebenheiten des gründerzeitlichen Gebäudebestands abgestimmt sind – erfolgt u.a. über die Projektwebsite www.gruenderzeitplus.at.

Im Vordergrund des Projekts Wißgrillgasse stand die gesamtheitliche Modernisierung des Gebäudes unter Anwendung innovativer technischer und organisatorischer Lösungen, zur Gewährleistung eines zeitgemäßen Wohnstandards mit hohem Wohnkomfort. Ziel war es, mit der energetischen Sanierung des Bestandgebäudes und dem hocheffizienten Dachgeschoßausbau als Ganzes eine nachhaltige Systemlösung darzustellen, welche eine Multiplizierbarkeit für eine Großzahl von Gründerzeithäusern aufweist. Weiters sollten durch den Einsatz verschiedener dezentraler Lüftungssysteme und der Demonstration einer PV-Anlage für eine Dachgeschoßwohnung als Insellösung, Systemlösungen für einzelne Wohneinheiten aufgezeigt werden, die bei der Sanierung von Wohnungen und bei einem Dachgeschoßausbau eingesetzt werden können.

Durch die hochwertige Sanierung des Gründerzeithauses unter Anwendung eines innovativen Maßnahmenpakets sollte der Heizwärmebedarf um mehr als 80% reduziert werden. Bei den gegebenen geometrischen Rahmenbedingungen des Bestandsgebäudes ergibt sich eine gesetzliche Mindestanforderung an den Heizwärmebedarf nach Bauordnung bei umfassender Sanierung von 55 kWh/m²*a. Bei der Sanierung der Wißgrillgasse wird ein Heizwärmebedarf unter 30 kWh/m²*a angestrebt.

Dabei wurden zwei zentrale Strategien verfolgt:

- Reduktion des Energiebedarfs durch
 - Dämmung der Gebäudehülle (hoher Standard für Feuermauerdämmung und allen Außenbauteilen)
 - Einsatz Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
 - Einbau Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung.
- Energieversorgung durch erneuerbare Energieträger
 - Pelletsheizung und
 - fassadenintegrierte thermische Solaranlage.

Ein wesentlicher Faktor, der die Umsetzung solcher Projekte erst ermöglicht, ist die Schaffung eines attraktiven Wohnraums im Dachgeschoß. Bei diesem Projekt sollte aufgrund baulicher Umstrukturierung des Bestandsgebäudes und einem Dachgeschoßausbau, eine zusätzlich Nutzfläche von annähernd 800 m² geschaffen werden. Durch die Nachverdichtung der bestehenden Strukturen sollten nach der Sanierung insgesamt 27 Wohneinheiten Platz finden.

Darüber hinaus sollten durch die Ausführung einer integrierten Begrünung auf Schrägdächern und Flachdächern und der nachbarschaftsübergreifenden Begrünung der Hofflächen ein verbessertes Mikroklima geschaffen werden. Ein weiteres Ziel stellten umfangreiche thermografische Untersuchungen vor und nach der Sanierung dar, um die Ergebnisse der Qualität der thermischen Gebäudehülle zu dokumentieren und eine wichtige Grundlage für die Replikation in weiteren Sanierungsprojekten zu schaffen.

2 Umgesetzte Maßnahmen

Das Projekt Wißgrillgasse gliedert sich in 5 innovative Maßnahmenpakete, die von der internationalen „Haus der Zukunft Plus“ Jury zur Förderung empfohlen wurden. Die Umsetzung der im Folgenden dargestellten Maßnahmen ermöglichte die hocheffiziente Sanierung des Gründerzeithauses Wißgrillgasse.

2.1 Hochwertige Dämmung gegliederte Fassade und Feuermauer

Zur Optimierung der thermischen Qualität der Gebäudehülle und somit zur Senkung des Energiebedarfs für Heizwärme wurde der Dämmstandard aller Außenbauteile erhöht.

Im Bereich der gegliederten Außenfassade mussten sämtliche historischen Zierelemente abgetragen werden. Eine Erhaltung war aus baulichen Gründen nicht möglich, da durch den Fenstertausch die Sturzausmauerungen nicht erhalten werden konnten. Da die Gliederung in Verbindung mit diesen Ausmauerungen stand, hatte ein Fensterabbruch unweigerlich auch einen Abbruch der Gliederung zur Folge. Zudem wurden mehrmals Hohlstellen im Außenputz festgestellt.

Diese baulichen Umstände zwangen zu einer generellen Nachbildung sämtlicher Fassadengliederungen, wobei die entstandenen Mehrkosten sogleich mit mieterfreundlichen, sowie ökologischen Maßnahmen verbunden wurden. Zum einen konnte der ablehnenden Haltung der Bestandsmieter hinsichtlich Parapetdämmungen entsprochen werden, da die Umstände die Herstellung eines außenseitigen Wärmedämmverbundsystems ermöglichten. Zum anderen konnten in diesem Zuge Parapete auf die lt. derzeitiger Bauordnung geltenden Höhen aufgemauert werden. Durch Einsatz eines hocheffizienten Dämmstoffes ($\lambda=0,025$ W/mK) entsprechen die realisierten 12 cm einem konventionellen WDVS ($\lambda=0,04$ W/mK) von ca. 20cm.

Die Aufnahmen der thermografischen Untersuchungen zeigen deutlich verminderte Wärmeverluste. In exponierten Lagen, wie z.B. Balkon- und Loggienbereichen wurden zusätzlich hocheffiziente Dämmstoffe eingesetzt, um Flächenverluste von Freiräumen möglichst zu reduzieren.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Feuermauerdämmung gelegt, da das Objekt einen Anteil an freistehenden Außenwänden von 32% aufweist. Diesbezüglich wurden spezielle nachbarschaftsrechtliche Vereinbarungen ausgearbeitet, um eine Dämmung über die Grundstücksgrenze hinaus zu ermöglichen.

Darüber hinaus wurden in einer Wohnung eine innenseitige Parapetdämmungen zur Beseitigung der wärmetechnischen Schwachstellen im Bereich des Parapets der gegliederten Fassaden ausgeführt und mit einem speziellen Lüftungssystem kombiniert (siehe 2.2).

In die neu hergestellte Gemisekonstruktion wurde ein Zuluftsystem für einen Einzelraumlüfter ausgearbeitet und integriert (siehe 2.2).

Eine weitere Dämmmaßnahme wurde in Form einer 8cm dicken Glasschaumdämmung, in Kombination mit einer mineralischen Dampfdruckausgleichsschicht, sowie einem raumzugewandten Thermoputz ausgeführt. Dieses System fand zwischen Wohnungen und unbeheizten Räumen Anwendung.

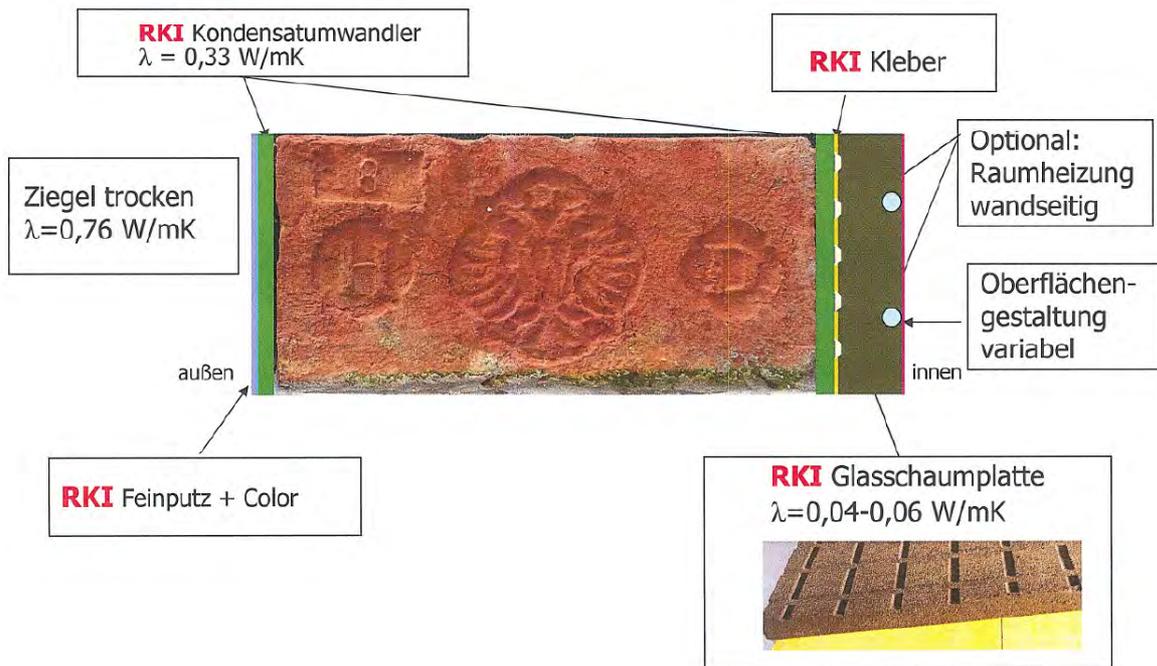


Abbildung 5: Innendämmung mit Mineralschaumplatte (Quelle: RKI GmbH)

In die bestehenden Tramdecken zu unbeheizten Flächen wurde teilweise die Schalung abgebrochen und Mineralwollendämmung als Zwischentramdämmung eingebracht.

Der 2-stöckige Dachgeschoßausbau konnte wie geplant hocheffizient gestaltet werden. Durch die hochwertiger thermischer Qualität der Gebäudehülle und den Einbau einer zentralen Komfortlüftungsanlage wurde ein HWB von $16,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ erreicht.

Zur Evaluierung der Dämmmaßnahmen wurden gemeinsam mit der Technischen Universität Wien U-Wert-Messungen an Außenbauteilen durchgeführt. Die Beobachtungszeiten erfolgten über mehrere Wochen und wurden jeweils VOR sowie NACH den Sanierungsmaßnahmen durchgeführt um direkte Auswirkungen auf den Wärmedurchgangskoeffizienten analysieren zu können. Der detaillierte Messbericht ist dem Anhang beigelegt.



Abbildung 6: U-Wert Messung TU Wien (Fotos: Gassner, e7)

2.2 Lüftungssysteme

Hohe thermische Qualität sowie die Luftdichtheit der Gebäudehülle sind Voraussetzung für eine energieeffiziente Gebäudesanierung. Die luftdichte Bauweise hat den großen Vorteil, dass dadurch Infiltrationswärmeverluste minimiert werden, jedoch reduziert sich auch der unkontrollierte Luftaustausch. Der Luftaustausch von Innenluft gegen Außenluft wird benötigt, um den Innenraum mit Frischluft zu versorgen und um Geruchstoffe, Schadstoffe, Wasserdampf und ausgeatmetes CO₂ abzutransportieren. Die Festlegung eines Mindestluftwechsels hat das Ziel, Gefahren für Mensch und Bausubstanz zu vermeiden, dementsprechend sind sowohl gesundheitsschädigende Raumlufzustände als auch Tauwasser- bzw. Schimmelpilzbildung zu vermeiden. Es kann zwischen einem Mindestluftwechsel hinsichtlich bauphysikalischer Notwendigkeit und einem Bedarfsluftwechsel für einen raumlufthygienischen Komfort unterschieden werden, wobei der Bedarfsluftwechsel im Regelfall geringfügig höher als der bauphysikalisch notwendige Mindestluftwechsel liegt.

Ein ausreichender Luftwechsel kann bei Altbauten häufig durch natürliche Lüftung aufgrund von undichten Kastenfenstern auftreten, von einem kontrollierten Luftwechsel kann hier jedoch nicht gesprochen werden. Durch Luftundichtheiten in der Gebäudehülle sind – abhängig von verschiedenen Faktoren wie Wetterverhältnisse (Wind, Sommer/Winter, ...) und Lage der Fenster – minimale Luftwechselraten nahe Null bis zum mehrfachen Austausch des Raumlufvolumens pro Stunde möglich. Dadurch wird ersichtlich, dass einerseits keine kontinuierliche Abfuhr der überschüssigen Luftfeuchtigkeit und Luftschadstoffe gewährleistet werden kann, andererseits ein nicht mehr vertretbarer Energieverlust mit dem unkontrollierten Luftwechsel verbunden sein kann.

Bei Fensterlüftung wird der real auftretende Luftwechsel von den Bewohnern individuell gewählt, so dass für sie eine behagliche Raumluftqualität vorherrscht. Der tatsächliche Luftwechsel kann nicht „verordnet“ werden und weicht in vielen Fällen sehr stark von dem hygienischen Luftwechsel bzw. den Mindestanforderungen zur Schimmelvermeidung ab. Bei 5-10 Minuten Stoßlüftung kann der Raumluftinhalt einmal vollständig ausgetauscht werden. Um einen 0,33-fachen Luftwechsel zu erreichen, müssten demnach mindestens alle drei Stunden die Fenster geöffnet werden, auch in der Nacht. Erfolgen zwei Stoßlüftungen am Tag, so sind dies zwei Luftwechsel auf 24h oder ein durchschnittlicher Luftwechsel von weniger als $0,1 \text{ h}^{-1}$.² Gleich wie beim natürlichen Luftaustausch durch Undichtheiten kann reine Fensterlüftung zu einem unbehaglichen Raumklima und zu erhöhten Energieverlusten führen.

Der Einbau einer Komfortlüftungsanlage kann der dargestellten Problematik Abhilfe schaffen. Neben dem Argument eines komfortablen und hygienisch einwandfreien Innenraumklimas aufgrund eines ständigen, vom Nutzer individuell wählbaren, kontrollierten Luftwechsels wird durch eine effiziente Wärmerückgewinnung die Reduktion von Lüftungswärmeverlusten gewährleistet. Dem gegenüber stehen jedoch der Platzbedarf bzw. der technische Aufwand, die Anlagen in Bestandsgebäude zu integrieren, der Bedarf an elektrischem Strom für den Antrieb der Lüftungsanlage sowie die laufenden Wartungserfordernisse.

Dennoch stellt die Installation einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung eine wesentliche Komponente zur Gewährleistung der langfristigen Bauteilsicherheit und zur Erreichung eines zeitgemäßen Wohnstandards bei der Modernisierung eines Gründerzeitgebäudes dar.

Ein weiterer Entscheidungsgrund für den Einbau kontrollierter Lüftungsgeräte war die standortbezogene hohe Staub- und Lärmbelastung aufgrund der naheliegenden Bahnstrecke. Aufgrund dessen wurden sämtliche Fenster im Bestand und Zubau mit hohem Schalldämmmaß (42 dB, teilweise bis zu 45 dB) ausgeführt. Hierzu waren die Ausführung von zentimetergenauen Glatstrichen, sowie eine aufwendige Herstellung der Bauanschlussfugen erforderlich. Der U-Wert der 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung liegt bei $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, der U-Wert der gesamten Fensterkonstruktion wird vom Hersteller mit $0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Normprüffenster) angegeben.

Um Erkenntnisse für weitere Bauprojekte zu generieren, entschloss sich der Bauträger neben den Geräten mit Wärmerückgewinnung teilweise auch Lüftungslösungen ohne Wärmerückgewinnung einzusetzen und die Auswirkungen messtechnisch zu untersuchen. Dadurch können direkte Vergleich über die Performance der einzelnen Lüftungsvarianten angestellt werden.

Folgende unterschiedliche Lüftungssysteme kamen zur Anwendung:

² Passivhaus Institut Darmstadt;

http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Lueftung_Ergaenzungen.html Zugriff am 18.01.2012

1) Parapetlüftung:

Teilweise wurden Parapetlüftungen, die im Rahmen des Demonstrationsprojektes aus am Markt verfügbaren Standardkomponenten entwickelt wurden, eingesetzt. Dabei handelt es sich um ein Be- und Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung, das speziell den Anforderungen einer gegliederten Fassade, die aus gestalterischen Gründen nicht verändert werden soll oder darf, Rechnung trägt. Die Kerninnovation stellt die Entwicklung eines geeigneten Luftein- und Luftauslasses dar, der ohne Wanddurchbruch im Bereich des Fensterstockes „versteckt“ werden kann. Eine zusätzliche Temperierung der Zuluft erfolgt über die in das wohnungsseitige Heizsystem eingebundene integrierte Bauteilheizung. Von der geplanten Umsetzung der Parapetlüftungen in allen Bestandswohneinheiten musste aufgrund von umfangreichen Einwänden der Bestandsmieter größtenteils abgesehen werden. Darüber hinaus stellt das System einen Prototyp dar, der vor einer breiten Anwendung getestet und detailliert untersucht werden muss. Bei positiven Ergebnissen der Funktionalitätsprüfung ist eine Anwendung bei zukünftigen Bauvorhaben geplant.

2) Inverter Twin 14V:

Das System „Inverter 14V“, eine Einzelraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, wurde in mehreren Wohnungen installiert. Das System basiert auf dem Prinzip der Wärmespeicherung. Es wird ca. alle 70 Sekunden die Richtung des Luftstroms geändert und die durchströmte Speichermasse (Keramik) jeweils be- oder entladen. Pro Wohnung wurden zwei Lüfter in die Außenwände integriert, dadurch funktioniert jeder Lüfter abwechselnd als Zu- und Abluftelement. Dies ist erforderlich, um eine ausgeglichene Massenstrombilanz in der Wohneinheit zu gewährleisten. Die Einzelraumgeräte werden direkt in die Außenwand eingesetzt (Kernbohrung), eine Verrohrung ist nicht notwendig. Das System wurde nicht in allen Wohneinheiten eingesetzt, da durch die direkte Durchdringung der Außenwand im Wohnraum eine erhöhte Schallbelastung zu erwarten ist. Schallschutzmessungen werden im Zuge der Begleituntersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus wird der vom Hersteller angegebenen Wärmerückgewinnungsgrad von über 90% als nicht realistisch betrachtet. Ergebnisse über die tatsächliche Performance des Lüftungsgeräts liefert das über zwei Jahre laufende Monitoring im Rahmen des Subprojekts „Dokumentation und Monitoring“ (SP5).

3) Krobath Protech „Hygro Star“ – Zuluftelement EHA:

Das System „Hygro Star“, ausgeführt in einer Wohneinheit, ist ein reines Zuluftsystem, das in den Fensterstock eingefräst wird. Durch eine feuchteadaptive Öffnung regelt das Gerät selbstständig den Feuchtehaushalt. Abhängig von der relativen Feuchtigkeit im Raum wird der Querschnitt der Zuluftöffnung geändert. Die Abluftführung erfolgt über die wohnungsinternen Abluftventilatoren. Das Zuluftelement garantiert einen Mindestluftwechsel hinsichtlich bauphysikalischer Bauteilsicherheit, verfügt jedoch über keine Wärmrückgewinnung.

4) Inverter "Einzelraum":

Bei diesem System handelt es sich um Zuluftelemente als Einzelraumlösung, die in einer Dachgeschoßwohnung ausgeführt wurden. Die Zuluft wird mittels Inverter-

Lüfter, welche in die neue Gesimsekonstruktion eingearbeitet wurden, eingebracht. Aufgrund der Entscheidung des Wohnungseigentümers wurde dieses System gewählt, da die Ausführung der zentralen Anlage nicht gewünscht war.

5) Komfortlüftungsanlage Wernig "W 90-700":

In die zentrale Lüftungsanlage wurden Wohnungen im Dachgeschoss sowie im 3. Obergeschoß eingebunden. Die Komfortlüftungsanlage verfügt über eine effiziente Wärmerückgewinnung und einen automatisch gesteuerten Bypass (Umgehung des Wärmetauschers bei höheren Außentemperaturen). Die Erschließung aller Bestandwohneinheiten mit der zentralen Lüftungsanlage konnte aufgrund mangelnder Platzverfügbarkeit für die Leitungsführung nicht umgesetzt werden.

6) Fensterlüftung

Einzelne Wohnungen wurden ohne kontrollierte Wohnraumlüftung ausgeführt. Der Nutzer kann individuell über die Passivhausfenster mit Kipp- und Drehstellung lüften.

Zur Trockenhaltung der Kellerräumlichkeiten wurde ebenfalls ein kontrolliertes Belüftungssystem ausgeführt. Die technisch bedingte Abwärme der Heizrauminstallationen wird den Allgeminräumlichkeiten im Keller zugeführt um die relative Luftfeuchtigkeit konstant niedrig zu halten. Parallel dazu wurde ein feuchteadaptives Lüftungssystem auf die allgemeinen Kellerräumlichkeiten angewandt, welches in Abhängigkeit der Temperatur und relativen Luftfeuchte die Durchlüftung der Kellerräumlichkeiten gewährleistet. Das Lüftungssystem analysiert die Messwertkonstellation zwischen Innen- und Außenluft und steuert darauf bezogen die Ventilatoren. Durch diese Maßnahme wird die sogenannte „Sommerkondensation“ in naturgemäß kühlen Kellerräumlichkeiten unterbunden.

Das Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse bietet somit die Möglichkeit, die unterschiedlichen, an einem Standort umgesetzten Lüftungskonzepte messtechnisch zu erfassen. Im Zuge des Mess-Monitorings über einen Beobachtungszeitraum von zwei Jahren (2011 und 2012) wird neben der Raumluftqualität auch die Performance der unterschiedlichen Lüftungssysteme evaluiert. Zudem wurden in der Ausführungsphase Luftschallmessungen zum Vergleich der einzelnen Lüftungsanlagen durchgeführt, um deren Qualität hinsichtlich des Schallschutzes festzustellen (siehe Anhang).

2.3 Energieversorgung

Die Wißgrillgasse befindet sich nicht im Versorgungsgebiet der Fernwärme. Um dennoch eine ressourcenschonende Aufbringung der benötigten Heizenergie für Heizwärme und Warmwasser zu gewährleisten, entschied sich der Bauträger für eine zentrale Biomasse-Heizanlage. Die Lagerung der Pellets erfolgt in aufgeständerten Big Bags, mit einem Fassungsvermögen von je 10t. Trotz anfänglichen Widerstands bei den Altmietern konnte für alle Wohneinheiten eine Zentralheizung ausgeführt werden.

Ein Teil des Energiebedarfs für Warmwasserbereitung und Heizwärme wird durch ca. 32m² fassadenintegrierte, solarthermische Kollektoren gedeckt. Von Solarkollektoren auf dem Dach wurde abgesehen, da die geneigten Flächen aufgrund der Gebäudeorientierung zu weit von der optimalen Ausrichtung abweichen. Die Nutzung der südseitigen Feuermauer-Fassadenfläche für die integrierte thermische Solaranlage war aufgrund der Bebauungsbestimmungen des Nachbargrundstückes nur begrenzt möglich, wurde jedoch im Einvernehmen mit dem Nachbareigentümer größtmöglich ausgeführt. Die Systemkomponenten des Heizraumes wurden auf die Anlage abgestimmt (2000l Pufferspeicher; 1500 l WW Speicher).

Darüber hinaus wurde eine „Insellösung“ einer Photovoltaikanlage, welche in der Pergola am Flachdach integriert ist, zur Versorgung einer einzelnen Wohnung entwickelt. Durch Speicherung der elektrischen Energie kann ein Teil der erzeugten Energie direkt für den Haushaltsstrombedarf genutzt werden. Zusätzlich ist eine separate Ladestation für einen Elektroroller installiert.

Nicht als energietechnische Maßnahme zu werten, jedoch als erforderlicher Akt für die Erhaltung der Gebäudesubstanz, zeigte sich die Trockenlegung des Kellers. Diese stellte sich als sehr aufwändig heraus, war jedoch essentiell, um eine trockene Lagerung der Holzpellets zu gewährleisten. Die derart ungünstige Straßenlage und Kanalisierungssituation führte in der Vergangenheit immer wieder zu umfangreichen Überschwemmungen. Um die ökologische Variante der Pelletsheizanlage kombiniert mit der solarthermischen Anlage zu gewährleisten mussten zusätzliche Maßnahmen zum Schutz getroffen werden.

- 1) Straßenseitig wurde ein Stahlbetonsockel als erster Schutz vor Wasseransammlungen hergestellt, in den Gehsteig eingearbeitet und bis in Frosttiefe gegründet.
- 2) Weiters wurde innen eine einseitige Stahlbetonwand an der Feuermauer zum Nachbarhaus angelegt, um das Gebäude gegen eintretende Wässer aus der Gebäudetrennfuge zu schützen.
- 3) Es wurden Pumpenschächte angeordnet.
- 4) Die Pelletsbehälter wurden als Sicherheitsmaßnahme mittels einer Schlosserkonstruktion aufgeständert.
- 5) Die Begrünung der Höfe wirkt neben optischen und klimatischen Ansprüchen als Speichermedium für Wasseransammlungen. Kombiniert mit einem umfangreichen Drainagesystem konnte die kontrollierte Entwässerung nach Starkregenfällen gewährleistet werden.
- 6) Um bei Starkregen zusätzlichen Schutz gegen Überschwemmungen zu erhalten und um das Kanalsystem zu entlasten wurden Dachbegrünungen konzipiert, welche als Rückhaltesystem fungieren und die anfallenden Wässer zeitverzögert in das Entwässerungssystem einleiten.



Abbildung 7: Überschwemmung Kellerräume während der Bauphase (Quelle: Gassner)



Abbildung 8: Pelletslagerraum nach Fertigstellung (Quelle: Gassner)

2.4 Schaffung eines Mikroklimas

Zumeist werden nur Flachdächer begrünt. Im Rahmen dieses Projekts wurden Lösungen für Schrägdächer mit Übergang zum Flachdach ausgearbeitet. Der grüne Teppich überzieht die Dächer und bildet somit ein grünes Umfeld und ein angenehmes Mikroklima. Die Dachbegrünungen fungiert zusätzlich als Rückhaltesystem bei Starkregen. So wird die angefallene Wassermenge zeitverzögert in das Entwässerungssystem eingeleitet und eine Überlastung des Kanalsystems vermieden.

Gleichzeitig wurde eine hofübergreifende nachbarschaftliche Begrünung ausgeführt. Durch die Begrünung und das Aufbrechen der bestehenden Betonplatten konnte ein verbessertes Mikroklima geschaffen werden und für die BewohnerInnen ein neuer nutzbarer Freiraum gewonnen werden. Die Begrünung der Höfe wirkt darüber hinaus als Speichermedium für Wasseransammlungen.



Abbildung 9 und 10: Innenhof vor und nach Sanierung (Fotos: Gassner)

2.5 Thermografische Untersuchungen zur Qualitätssicherung

Um die umfassenden Sanierungsmaßnahmen auf deren Wirkung und Qualität nachvollziehbar zu untersuchen, wurden Wärmebildaufnahmen vor und nach Aufbringung der Wärmedämmverbundsysteme erstellt und dokumentiert. Thermografieaufnahmen stellen ein wesentliches Kriterium zur Qualitätssicherung der Bauausführung der thermischen Gebäudehülle dar. Durch die IR-Untersuchungen kombiniert mit Luft-Differenzdruck-Messung (Blower-Door-Test) konnten Mängel in der Ausführung eruiert und behoben werden und somit die Ausführungsqualität wesentlich gesteigert werden.

2.6 Zusätzliche Maßnahmen

Im Vordergrund des Demonstrationsprojekts stand die gesamtheitliche Modernisierung des Gebäudes zur Gewährleistung eines zeitgemäßen Wohnstandards mit hohem Wohnkomfort. Neben der energetischen Sanierung des Bestandgebäudes und dem hocheffizienten Dachgeschoßausbau wurde als Ganzes eine nachhaltige Systemlösung ausgeführt mit folgenden Modernisierungsmaßnahmen:

- Wohnungszusammenlegungen zur Realisierung zeitgemäßer Raumkonzepte
- Dachgeschoßausbau zur Schaffung zusätzlicher Nutzfläche
- Erneuerung aller Fenster und Türen
- Erneuerung sämtlicher Versorgungsleitungen durch zentrale Erschließung
- Einsatz effizienter Haustechnik und Außenbeleuchtung mit LED zur Reduktion des Allgemeinstrombedarfs
- Automatisch gesteuerte Beschattungsanlage im Dachgeschoss zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung
- Schaffung von Balkonen und Terrassen im Hofbereich und im Dachgeschoß, Freiräume für jede Wohneinheit

- Erschließung der Wohnungseingänge durch einen Aufzug innerhalb des Gebäudes
- Fahrradabstellplätze im Erdgeschoß und Kellergeschoß
- Hoher Ausstattungsstandard innerhalb der Wohneinheiten
- Verwendung von emissionsarmen Bau- und Werkstoffen im Innenausbau
- Vermeidung von HFKW und PVC

3 Ergebnisse des Projektes



Abbildung 11: Gründerzeithaus Wißgrillgasse nach der Sanierung (Foto: Gassner & Partner)



Abbildung 12: Ansicht Fassade
(Foto: e7)

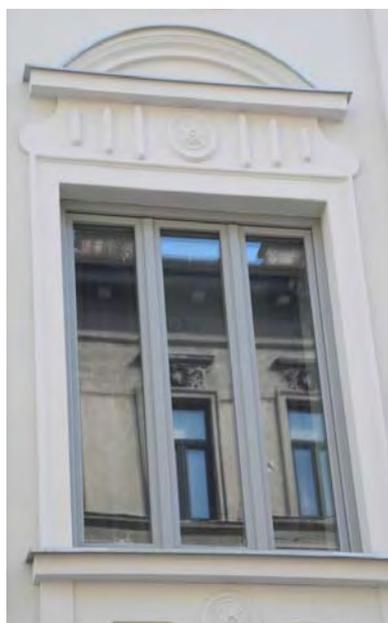


Abbildung 13: Ansicht Fenster
(Foto: e7)

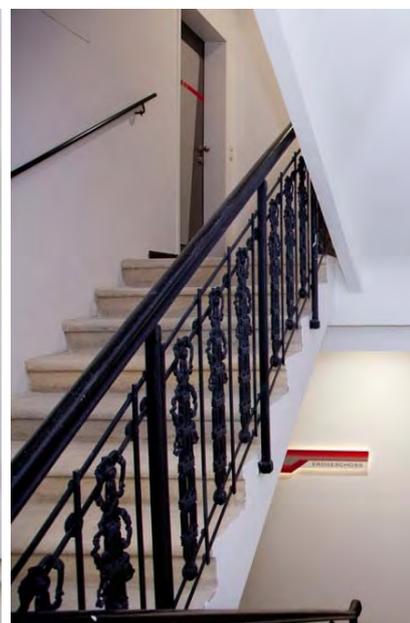


Abbildung 14: Stiegenhaus
(Foto: Ulreich)



Abbildung 15: Haustechnikzentrale Wißgrillgasse (Fotos: e7)

Nicht nur hinsichtlich der thermischen Qualität des Gebäudes und des hohen Anteils der Versorgung durch erneuerbare Energieträgern, sondern auch aufgrund des hohen Wohnkomforts und der ansprechenden Architektur und Freiraumgestaltung kann das Gebäude überzeugen. Unterstrichen wird der Erfolg des Projekts durch die hohe Zufriedenheit der Bewohner und das große Interesse des Fachpublikums, das sich u.a. in zahlreichen Besichtigungen des Gebäudes widerspiegelt.

Ein wesentlicher Faktor, der die innovative Umsetzung der Wißgrillgasse ermöglichte, war die Schaffung eines attraktiven Wohnraums im Dachgeschoß. Bei diesem Projekt konnte aufgrund baulicher Umstrukturierung des Bestandsgebäudes sowie Zubauten in beiden Höfen (Trakttiefe von ehemals 12 m auf 15 m erweitert) und dem 2-stöckigen Dachgeschoßausbau im Niedrigstenergiehausstandard eine zusätzlich Nutzfläche von 831 m² generiert werden.

Basisdaten zur umgesetzten Ausführung:

- Nutzfläche: Nach Sanierung und Dachbodenausbau 1.911 m²
- Anzahl Wohnungen: Nach der Sanierung 27 WE, zwei Wohnungen blieben auch während der Sanierung bewohnt
- Heizwärmebedarf: Nach der Sanierung: 28 kWh/m²*a

3.1 Energetische Performance

Ausgehend vom Gebäudebestand mit einem berechneten Heizwärmebedarf von 186 kWh/m²*a wurde durch die Ausführung der hochwertigen thermischen Modernisierung und dem hochwertigen Dachgeschoßausbau der Heizwärmebedarf auf rund 28 kWh/m²*a gesenkt. Dies bedeutet eine umgesetzte Sanierung mit Faktor 7, stellt den Gebäudestandard eines Niedrigstenergiehauses dar und weist somit einen besseren Standard als herkömmliche Neubauten auf.

Bei alleiniger Betrachtung des Bestandsgebäudes weist der Heizwärmebedarf nach der thermischen Sanierung und dem Einbau dezentraler Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung für einzelne Wohnungen einen Wert von 33,5 kWh/m²*a auf. Der 2-stöckige Dachgeschoßausbau wurde in hochwertiger thermischer Qualität mit zentraler Komfortlüftungsanlage ausgeführt und erreicht einen HWB von 16,5 kWh/m²*a.

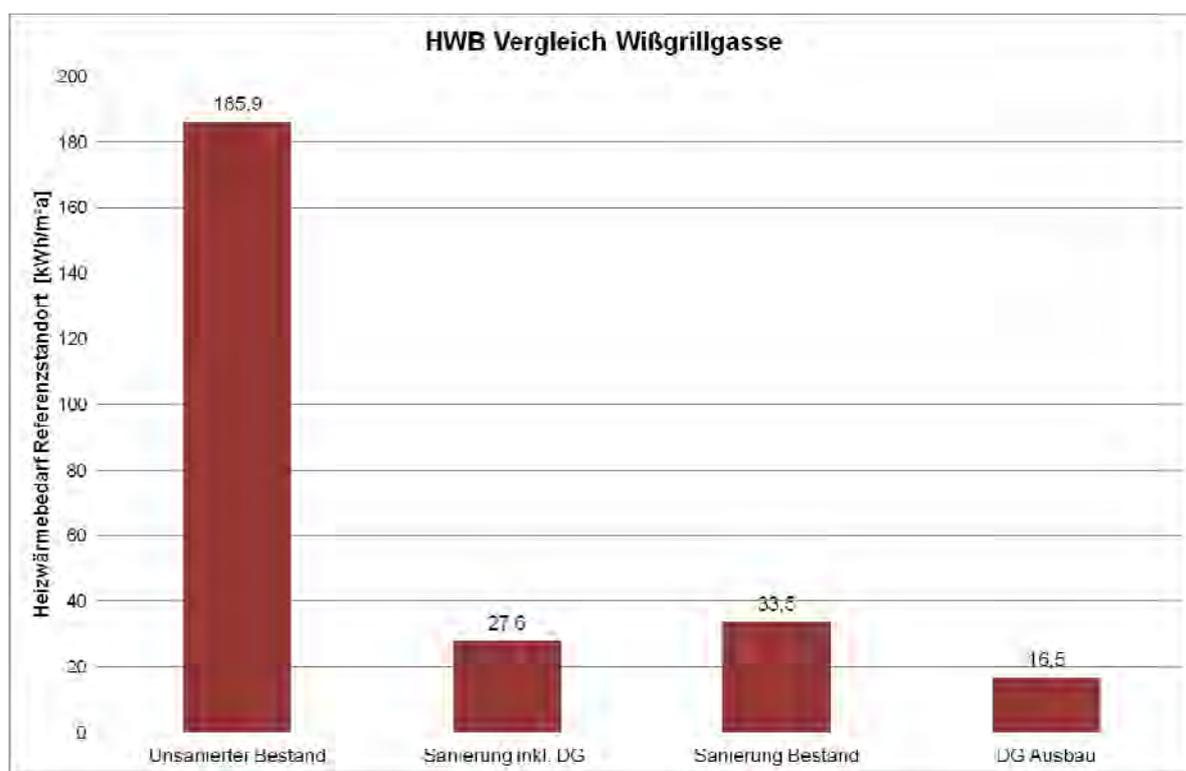


Abbildung 16: Vergleich Heizwärmebedarf unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung für den Referenzstandort (Quelle: Berechnung EAW durch Gassner & Partner, Darstellung durch e7)

Der rechnerische Endenergiebedarf für den Gebäudebestand vor der Sanierung liegt bei 332 kWh/m²*a. Allgemein ist hier anzumerken, dass der berechnete Endenergiebedarf bei Bestandsgebäuden meist zu hoch angesetzt ist, da bei weniger komfortablen Heizungssystemen meist ein geringerer Nutzungsfaktor vorliegt. Verbrauchsdaten konnten nicht erhoben werden und wären auch nicht aussagekräftig, da vor der Sanierung nur ein geringer Anteil der Wohneinheiten genutzt wurde.

Die Endenergie laut Energieausweisverfahren bedarfsseitig (EEB) setzt sich zusammen aus:

- Heizwärmebedarf (HWB)
- Warmwasserbedarf (WWB), pauschaler Wert (12,78 kWh/m²*a)
- Heiztechnikenergiebedarf (HTEB), enthält alle Wärmeverluste des Heiztechniksystems zur Warmwasser (WW)- und Raumwärmebereitstellung (RH)
- Hilfsenergie (HE), stellt den elektrischen Energiebedarf für den Betrieb von Heiztechniksystem und Lüftungsanlage dar

Auf der Aufbringungsseite wird dieser Energiebedarf nach der Sanierung durch die zentrale Pelletsanlage, die 30m² große fassadenintegrierte solarthermische Anlage und der Hilfsenergie aus dem öffentlichen Stromnetz gedeckt. Die am Dach ausgeführte PV-Anlage mit einer Leistung von rund einem kW_{peak} ist in dieser Bilanz nicht berücksichtigt, da der Energieertrag dem Haushaltsstrom der Wohnung gutgerechnet wird. Positiv auf die Energiebilanz wirkt sich die Umweltenergie (Solarthermie) aus, da ihr Anteil nicht dem Endenergiebedarf zugerechnet wird.

Aufgrund der umgesetzten Maßnahmen im Haus Wißgrillgasse ergibt sich ein rechnerischer Endenergiebedarf von 63,3 kWh/m²*a. Ein nicht vernachlässigbarer Anteil wird dabei durch die Warmwasser-Zirkulation verursacht, die jedoch vorteilhaft für den Nutzerkomfort ist. Die ausgeführte hochwertige Dämmung der Versorgungs- und Verteilleitungen trägt maßgeblich zur Reduktion der Haustechnikverluste bei.

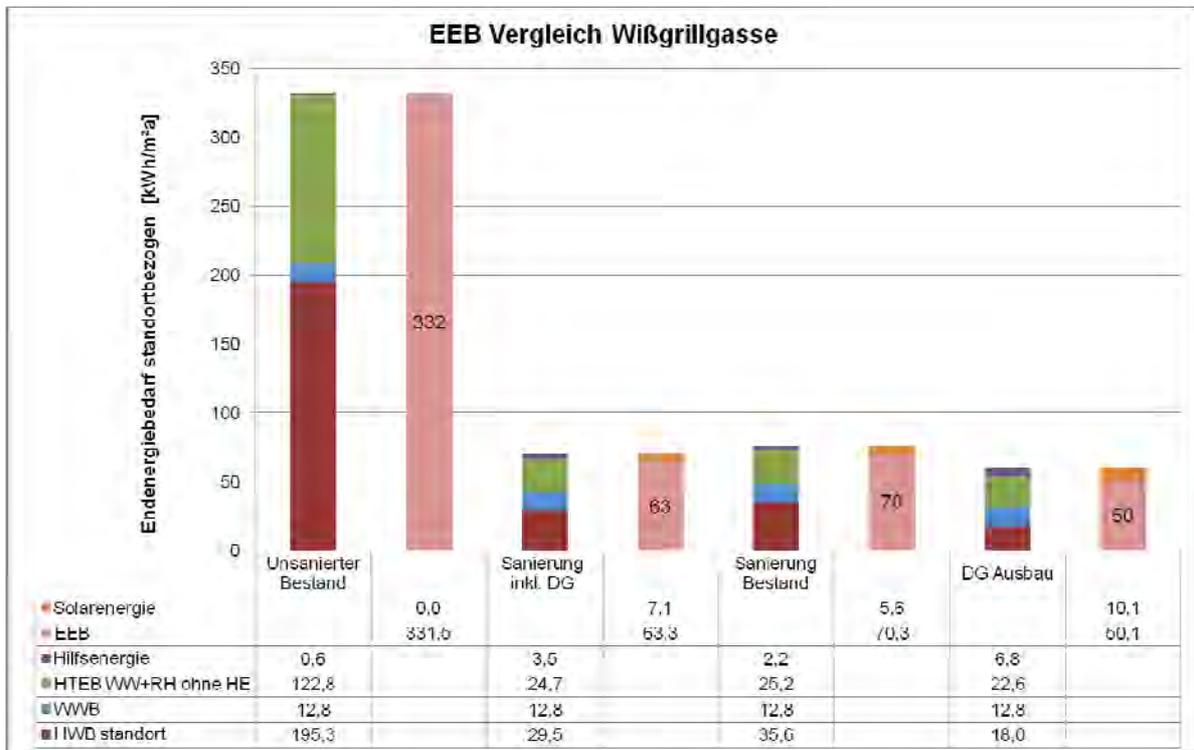


Abbildung 17: Vergleich Endenergiebedarf unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung (Quelle: Berechnung EAW durch Gassner & Partner, Darstellung durch e7)

Das Bestandsgebäude mit der Energiebereitstellung durch die unterschiedlichsten Einzelofenheizungen (Gas, Öl, Kohle oder Strom) weist – unter Anwendung der aktuellen OIB RL 6 (Oktober 2011) dargestellten Primärenergiefaktoren (erneuerbarer und nicht erneuerbarer Anteil) – einen Primärenergiebedarf von rund 450 kWh/m²*a auf.

Der erhöhte Anteil des Hilfsenergiebedarfs bei gesonderter Betrachtung des Dachgeschoßausbaus entsteht durch die zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung. Im Bestandsgebäude wurden dezentrale Einzelraumgeräte eingesetzt, die einen geringeren Strombedarf aufweisen. Des Weiteren kamen in den Regelgeschoßen nicht in jeder Wohneinheit mechanisch betriebene Lüftungssysteme zum Einsatz.

Generell wirkt sich ein hoher Bedarf an elektrischer Energie negativ auf den Primärenergiebedarf aus, da der Stromproduktion ein aufwändiger Prozess vorgelagert ist. Deshalb wurde bei der Auswahl der Lüftungstechnik sowie bei den Umwälzpumpen und elektrischen Antrieben für die Pellets-Zentralheizung besonders die Geräteeffizienz berücksichtigt.

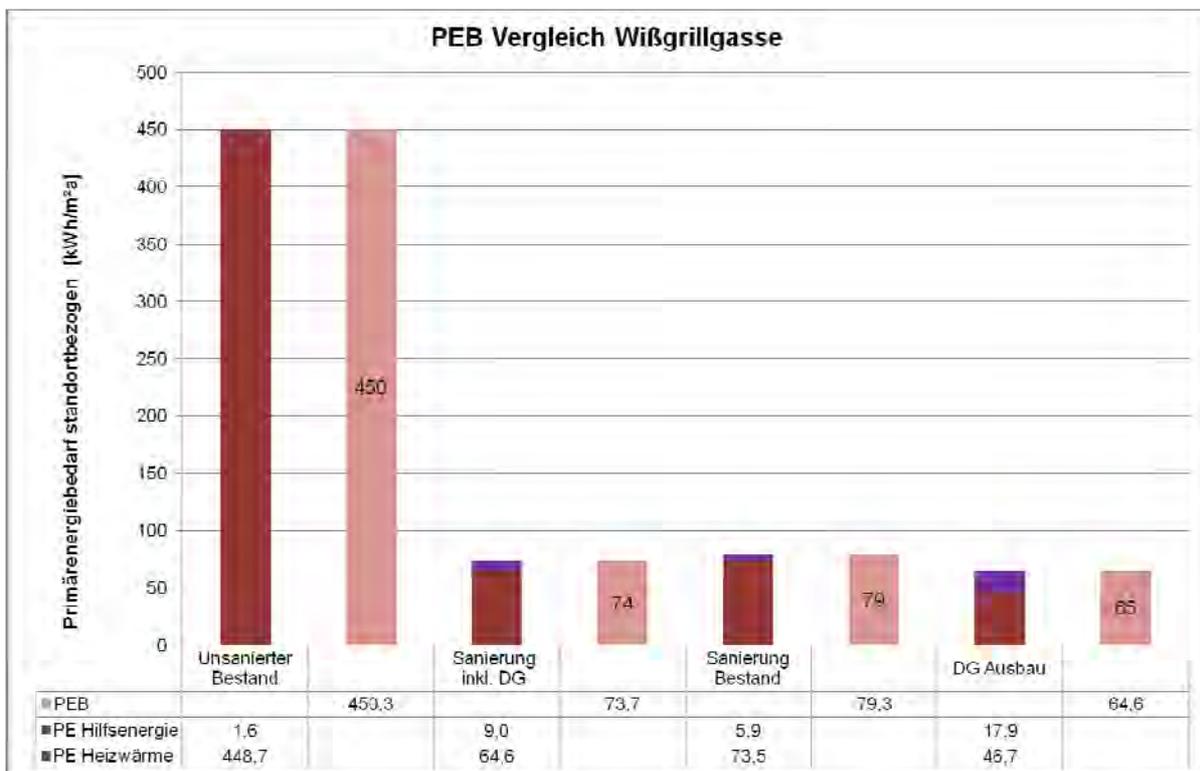


Abbildung 18: Vergleich Primärenergiebedarf unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung, Für die Berechnung wurden die Primärenergiefaktoren aus der OIB Richtlinie 2012 herangezogen. (Quelle: Berechnung und Darstellung durch e7)

Durch die effiziente Ausführung der Sanierung Wißgrillgasse und dem Energieträgerwechsel von fossilen Brennstoffen zu Biomasse konnten die spezifischen CO₂-äquivalenten Emissionen gegenüber der Ausgangssituation um 98% reduziert werden. Das bedeutet eine Minderung der durch Raumwärme-, Warmwasser- und Hilfsenergiebedarf verursachten Treibhausgasemissionen von 90,9 kg_{CO₂e}/m²*a. Die CO₂ äquivalenten Emissionen des Gebäudes nach den tatsächlich umgesetzten Maßnahmen belaufen sich auf 1,7 kg_{CO₂e}/m²*a. Diese werden fast ausschließlich vom Strombedarf der Hilfsenergie verursacht.

Absolut betrachtet ergibt sich eine Minderung der Treibhausgasemissionen für die Wißgrillgasse von 128,5 Tonnen CO₂e pro Jahr.

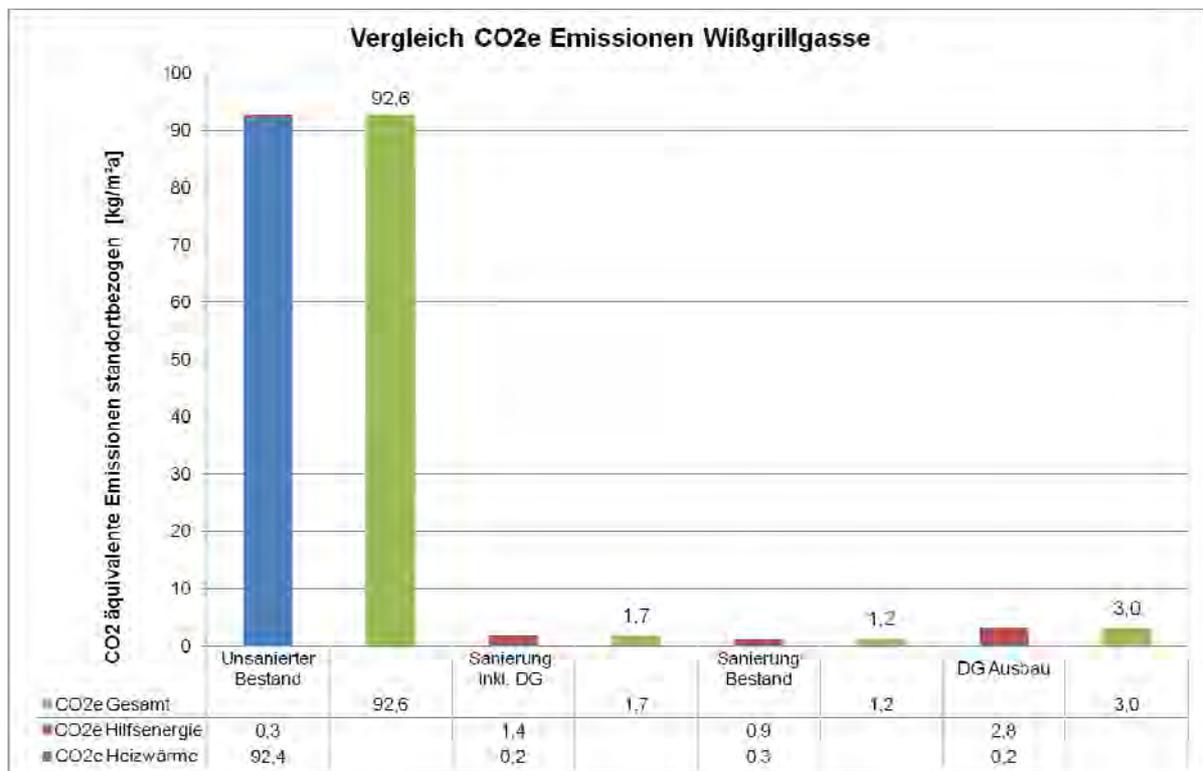


Abbildung 19: Vergleich CO₂ äquivalente Emissionen unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung. Für die Berechnung wurden die CO₂ Konversionsfaktoren aus der OIB Richtlinie 2011 herangezogen. (Quelle: Berechnung und Darstellung durch e7)

Die energetische Gesamtbewertung zeigt, dass bei der Umsetzung von innovativen Sanierungsmaßnahmen und einer entsprechenden Energieversorgung Einsparungen von über 80% möglich sind, und zwar bezogen auf den Heizwärmebedarf, den Endenergiebedarf und den Primärenergiebedarf!

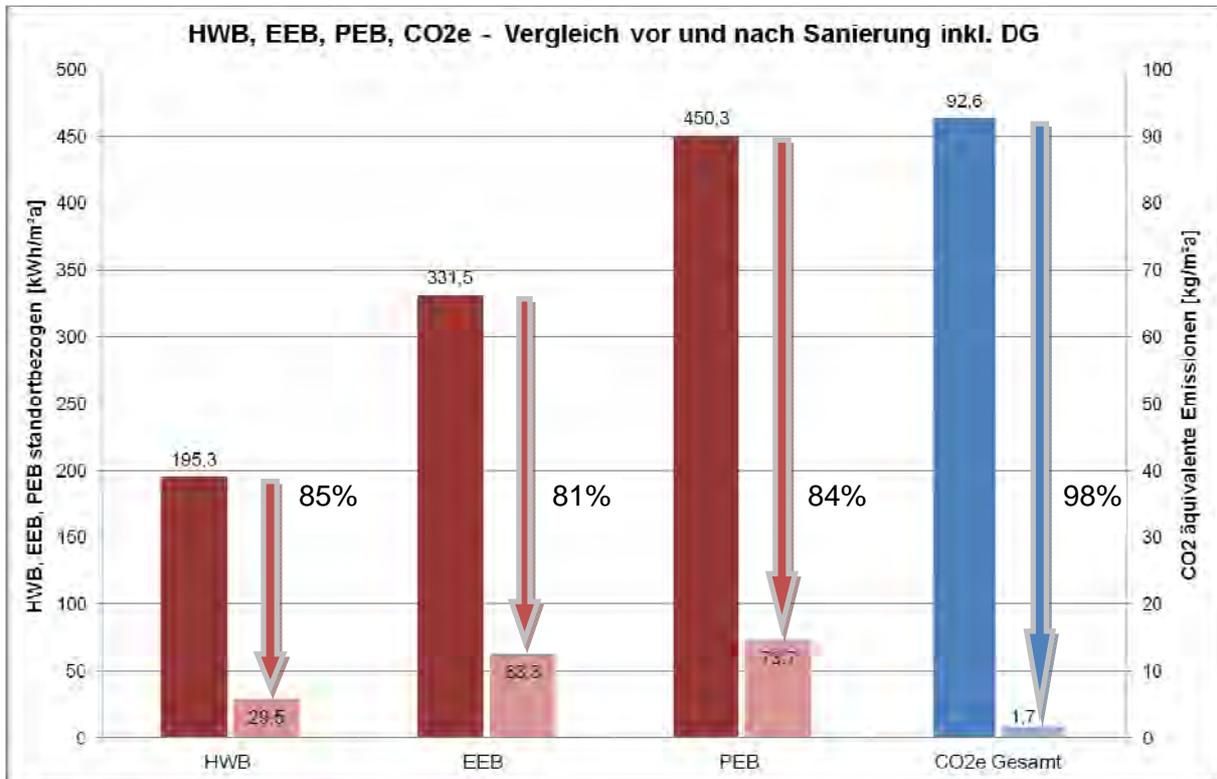


Abbildung 20: Übersicht Einsparung HWB, EEB, PEB, CO₂e der ausgeführten Sanierung gegenüber dem unsanierten Bestandsgebäude (Quelle: Berechnung und Darstellung durch e7)

Die thermisch-energetische Qualität dieses Demonstrationsprojekts mit innovativen technischen und organisatorischen Lösungen zeigt Wege auf, wie die Sanierung von Gründerzeitgebäuden einen erheblichen Beitrag zu einem CO₂-neutralen Gebäudesektor leisten kann.

3.2 Anforderungsprofil für innovative Sanierungen und Umsetzung im Demoprojekt Wißgrillgasse

Für den Leitprojekt-Antrag vom Juni 2009 wurde ein Anforderungsprofil für die innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden erstellt. Die folgende Tabelle zeigt in der Gegenüberstellung mit den einzelnen Maßnahmen den Umsetzungsgrad im Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse.

Sanierungsbe reich	Maßnahmen/ Kriterien	innovativer Ansatz im Rahmen von „Gründerzeit mit Zukunft“		Umgesetzte Maßnahmen in der Wißgrillgasse
Energie- performance	Heizwärmebedarf HWB _{BGF} (OIB)	10-30 kWh/m ² a		Senkung HWB um mehr als 80% Sanierung inkl. DG 28 kWh/m ² a Bestandsgebäude 33,5 kWh/m ² a Dachgeschoß 16,5 kWh/m ² a
	Endenergiebedarf für Heizung, WW und Hilfsenergie	50-75 kWh/m ² a		EEB für gesamtes Gebäude liegt bei 63 kWh/m ² a
	Primärenergiebedarf	95-105 kWh/m ² a (Fernwärme Wien)		PEB für gesamtes Gebäude liegt bei 74 kWh/m ² a, guter Wert aufgrund Biomasse
Umwelt- freundlichkeit	CO ₂ Bilanz	deutliche CO ₂ -Einsparung		vor Sanierung 133 tCO ₂ e/a nach Sanierung 4,2 tCO ₂ e/a
Gebäudehülle	Gebäudehülle- Dichtheit	Dichte Hülle, Blower-Door-Test laut Passivhausstandard		Prüfung von Leckagen durch Blower Door-Test kombiniert mit Thermografie, Testergebnis aufgrund Luftströmung zwischen Wohnungen (Tramdecke) nicht aussagekräftig
	Anschlüsse, Fugen	Vermeidung jeder Wärmebrücke im wirtschaftlich darstellbaren Bereich		Außendämmung des gesamten Gebäudes, Perimeterdämmung im Kellerbereich, Prüfung WB durch Thermografie
	Fenster, U-Wert gesamt	0,8 W/m ² K		U _{Glas} =0,6 W/m ² K U _{Gesamt} =0,92 W/m ² K
	Innendämmung	Klärung der technischen Erfordernisse für sicheren Einsatz		Innendämmung teilweise ausgeführt, da Außendämmung ausgeführt wurde
Gestaltung, Funktion	Außendämmung bei gegliederter Fassade	Klärung der Alternativen		Fassade musste aufgrund starker Schäden erneuert werden, daher wurde Außendämmung mit Nachbildung der Zierelemente ausgeführt um historische Erscheinungsbild erhalten zu können
	Gründerzeit-Fenster	Klärung möglicher Alternativen in Form eines neuen Fenstertyps mit gestalterischem und funktionellem Mehrwert.		GRUEFF zum Zeitpunkt der Sanierung noch nicht einsatzbereit, Einsatz von Fenstern in PH-Qualität

Gründerzeit mit Zukunft – Demonstrationsprojekt ROOFJET Wißgrillgasse

Wohnkomfort, Gesundheit	hygienisch erforderliche Lüftung	Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung		Verschiedene Lüftungskonzepte kamen zum Einsatz; Zentrale Lüftungsanlage bei DG-Neubau, wohnungsweise und raumweise Geräte sowie Abluftanlagen im Bestandsgebäude
	Baumaterialien	ökologische Baustoffe, Chemikalienmanagement auf der Baustelle		Teilweise berücksichtigt
Energieversorgung	Heizungserneuerung	Zentrale Versorgung		Einzelöfen wurden durch zentrale Pelletsanlage ersetzt
	Erneuerung Warmwasserversorgung	Zentrale Versorgung		Sämtliche Versorgungsleitungen wurden erneuert
	Energieträger	Fernwärme, Erneuerbare		Biomasse, 30m ² fassadenintegrierte solarthermische Anlage
	Stromversorgung	möglichst hoher Anteil aus hauseigener Photovoltaik		Insellösung für ein DG- Wohnung, Dachflächen wurden als Freiraum und begrünt gestaltet
	Stromverbrauch	stromsparende Ausführung der Allgemeinbeleuchtung und Haustechnik (Pumpen)		Optimierter Hilfsstrombedarf für Haustechnik durch effiziente Pumpentechnologie, Außenbeleuchtung und teilweise Allgemeinbeleuchtung in LED-Technik ausgeführt
Wasserversorgung	Leitungen	ökologische Materialwahl, Doppelleitersystem für Trink- und Brauchwasser		Minderung Leitungsverluste durch hohen Dämmstandard
	Wasser-System	alternativ prüfen auf wesentliche Trinkwassereinsparung durch Brauchwassersystem über Regenwasser.		Alternative wurde geprüft, aufgrund der hohen Kosten (Investition und Betrieb) für Brauchwassersystem und der Hygieneanforderungen, nicht berücksichtigt
Wohnqualität	privater Freiraum	privater Freiraum,-Balkon, Dachterrassen		Balkone für einen Großteil der Wohnungen, Terrassen für DG-Wohnungen, Garten für EG Wohnungen
Objektübergreifende Synergien	Wärmeversorgung	gemeinsame Versorgung mehrerer Häuser, Gruppensanierung		Gemeinsame Erschließung Straßentrakt und Hoftrakt, Objektübergreifende Erschließung unter derzeitigen Rahmenbedingungen nicht möglich
	Stellplätze	sinnvolle Zusammenlegung, Eignung für Car-Sharing		Im Konzept nicht berücksichtigt

Tabelle 1: Anforderungsprofil für innovative Sanierungen in Gründerzeitgebäuden und Umsetzungsgrad im Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse (Quelle: Leitprojekt-Antrag vom Juni 2009, Zusammenstellung e7)

3.3 TQB Zertifizierung

Im Rahmen des Subprojekts 5 „Dokumentation und Monitoring“ und in Zusammenarbeit mit dem Leitprojekte übergreifenden Projekt „Monitor+“ wurde der TQB- Planungsausweis erstellt. Demnach werden für das Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse 770 von 1000 möglichen Qualitätspunkten erreicht. Für die Sanierung eines Gründerzeitgebäudes stellt dies ein sehr gutes Ergebnis dar. Wesentliche Einbußen in der Bewertung erfolgten durch mangelnde Barrierefreiheit (50 Punkte). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die beiden Stufen beim Haupteingang erhalten werden mussten, da der Oberflächenabfluss in der Wißgrillgasse sonst zu Überflutungen im Gebäude führen würde.



Abbildung 21: TQB-Planungsausweis und Bewertung im Detail (ÖGNB-Consultant: e7)³

Das Errichtungszertifikat wird nach den Messungen (Schallschutz und VOC) Im Rahmen des Projekts „Monitor+“ voraussichtlich im Mai 2012 fertiggestellt.

³ In dem für den ÖGNB Planungsausweis herangezogene Heizwärmebedarf von 28,4 kWh/m²·a sind die dezentralen Einzelraumlüftungsgeräte in den Regelgeschossen nicht berücksichtigt.

3.4 Darstellung erster Ergebnisse der Begleituntersuchung

Um Aussagen über die tatsächliche Performance des Gebäudes und der einzelnen eingesetzten Technologien treffen zu können, wird das Objekt einem technischen Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring für die Dauer von 2 Jahren unterzogen. Neben den Energieverbräuchen werden Nutzerzufriedenheit und die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen evaluiert.

Das Mess-Monitoring in der Wißgrillgasse läuft seit März 2011 und wird von der Firma. Manschein Managing Energy durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts lagen erste Ergebnisse zur Raumluftqualität, zur Performance der Lüftungsgeräte sowie aus der NutzerInnenbefragung vor, Ergebnisse zum Energieverbrauch werden erst nach der Heizsaison 2011/12 vorliegen.

Aus Bauträger- und Eigentümersicht stellt das technische Monitoring ein wichtiges Instrument der Qualitätssicherung mit vielfachem Nutzen dar. Neben der Erleichterung bei Inbetriebnahme und Abnahme des Gebäudes führt die laufende Optimierung der Betriebsführung zu einer Reduktion der Betriebskosten, was die Vermietbarkeit des Gebäudes verbessert. Darüber hinaus fließen die Lernerfahrungen und Erkenntnisse über das Verhalten des Gebäudes direkt in zukünftige Projekte ein.

3.4.1 Raumluftqualität

Die Wißgrillgasse bietet die Möglichkeit, an einem Standort vier unterschiedliche Lüftungskonzepte messtechnisch zu erfassen und zu evaluieren. Bekanntermaßen hat das Nutzerverhalten den größten Einfluss auf die Komfortparameter CO₂-Gehalt und relative Feuchte, welche Auskunft über die Raumluftqualität geben. Dennoch zeigen sich beim Vergleich des CO₂-Gehalts bei den umgesetzten Lüftungskonzepten klare Unterschiede (Abbildung 22).

Der CO₂-Gehalt bei Komfortlüftung verläuft über den Zeitraum von 3 Monaten sehr konstant. Nur wenige Messwerte liegen über dem Richtwert nach Pettenkofer von 1000 ppm. Die Messwerte der übrigen Lüftungskonzepte unterliegen einer viel größeren Bandbreite und befinden sich dauerhaft auf höherem Niveau. Ein Trend zur Abnahme des CO₂-Gehalts bei dem Einzelraumlüftungsgerät und bei der Fensterstocklüftung ist zu erkennen. Dies ist auf die zusätzlichen Fensteröffnungszeiten bei zunehmender Außentemperatur zurückzuführen.

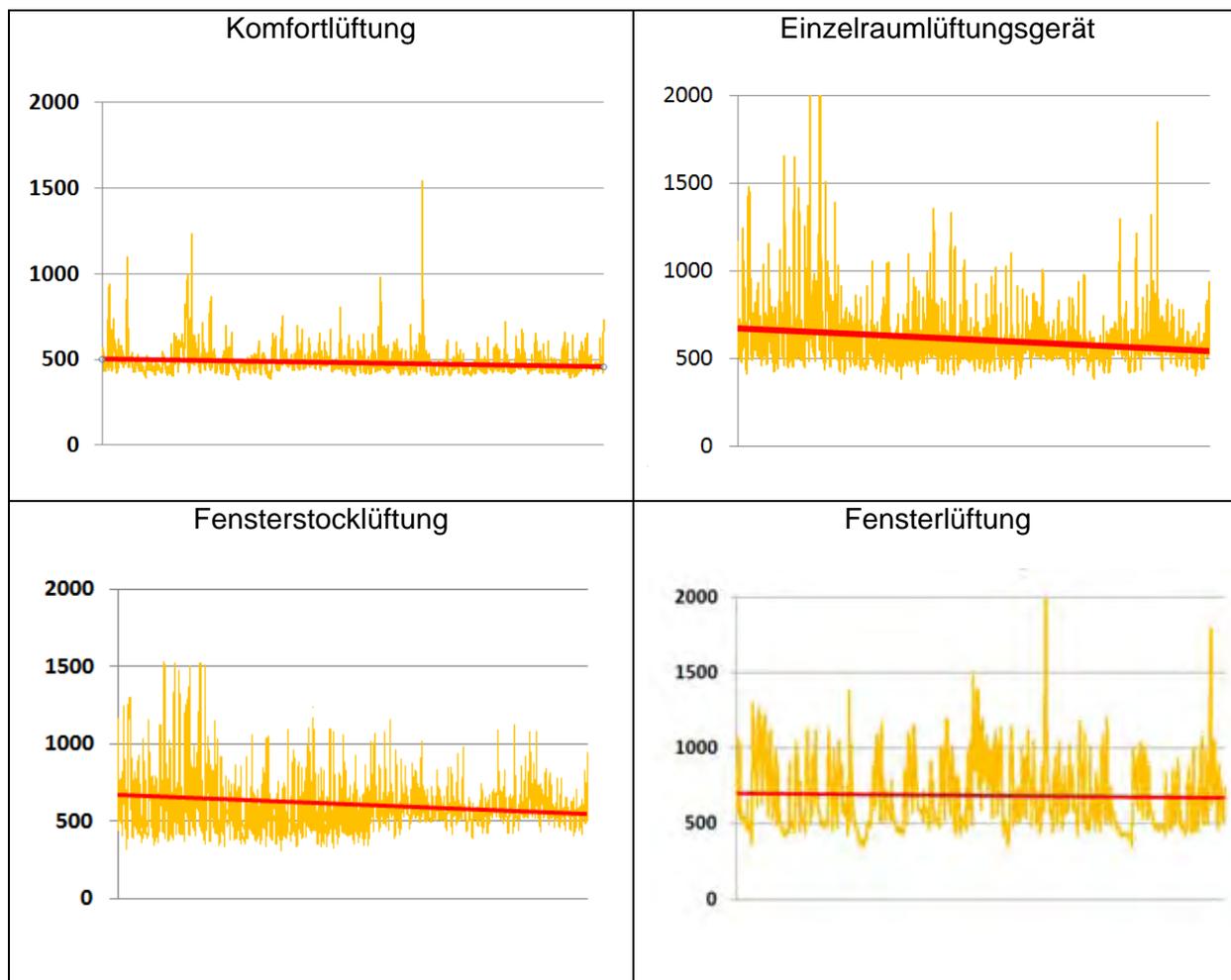


Abbildung 22: Vergleich CO₂-Gehalt im Wohnraum bei zentraler Komfortlüftung, Einzelraumlüftungsgeräten, Fensterstocklüftung und Fensterlüftung. (Vertikale Achse CO₂-Gehalt [ppm], horizontale Achse Beobachtungszeitraum von April bis Juni 2011)

Betrachtet man die Raumluftqualität bei kontrollierter Wohnraumlüftung im Detail (Abbildung 23), so weisen CO₂-Gehalt und relative Feuchte der Raumluft nur geringe Schwankungen auf. Im Beobachtungszeitraum Anfang Dezember 2012 verläuft der CO₂-Gehalt im Raum sehr konstant und liegt nur geringfügig über der durchschnittlichen CO₂-Konzentration der Außenluft von ca. 400 ppm. Die relative Feuchte sinkt bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt nicht unter 30%.

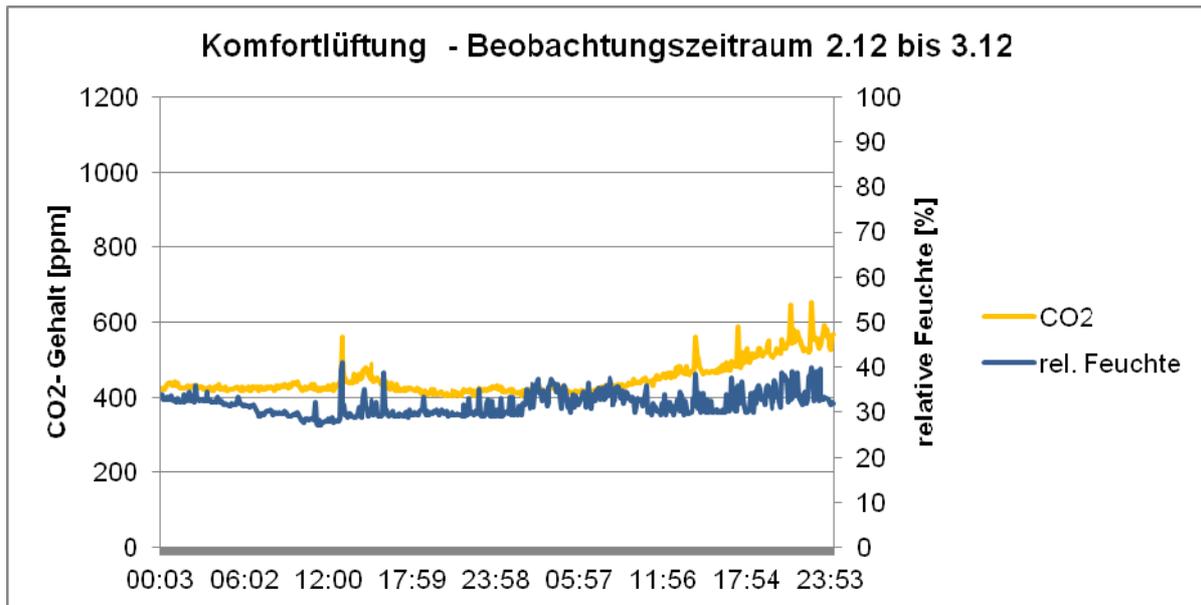


Abbildung 23: Raumlufqualität bei zentraler Komfortlüftungsanlage

Bei der Fensterlüftung (Abbildung 24) sind klar die Fensteröffnungszeiten durch rapide Senkung des CO₂-Gehalts und Senkung der relativen Raumlufffeuchte erkennbar. Die relative Feuchte im Raum steigt jedoch nach Schließen des Fensters wieder auf den Ausgangswert aufgrund der gespeicherten Feuchte in Einrichtungsgegenständen und der Bausubstanz. Der CO₂-Gehalt steigt bzw. sinkt bei geschlossenem Fenster in Abhängigkeit von An- und Abwesenheit der Bewohner. Bei längerer Abwesenheit kann der CO₂-Gehalt auf das Niveau der Außenluft sinken.

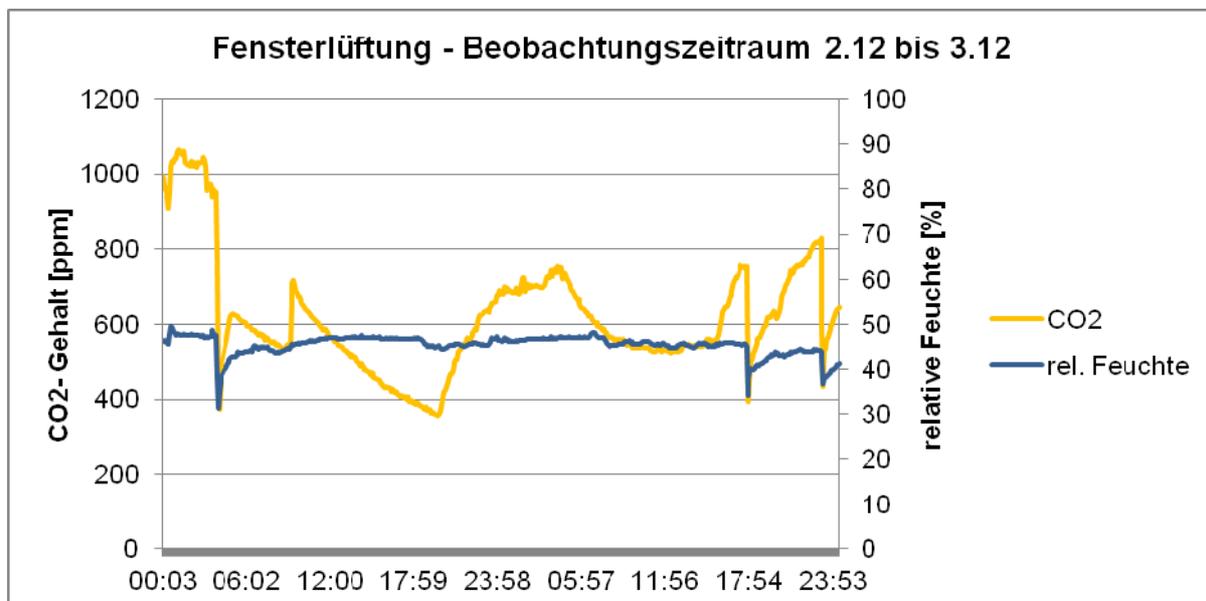


Abbildung 24: Raumlufqualität bei Fensterlüftung

3.4.2 Performance Lüftungsgeräte

Die Performance der Wärmerückgewinnung der zentralen Anlage kann durch die in Österreich für Prüfung von Luft-Luft- Wärmetauschern gültige ÖNORM EN 308 beschrieben werden. Die Berechnung der Rückwärmezahl erfolgt aufgrund gemessener Temperaturdifferenzen ohne Berücksichtigung von Feuchte. Die berechnete zuluftseitige Rückwärmezahl beträgt bei der vorliegenden Anlage 88%, die fortluftseitige Rückwärmezahl 63%. Der berechnete effektive Wärmebereitstellungsgrad nach Passivhausinstitut liegt bei 64%. Laut Herstellerangaben liegt der Wärmebereitstellungsgrad des Geräts bei 85% (die der Berechnung lt. Hersteller zugrunde liegenden Annahmen sind nicht bekannt). Die verschiedenen Angaben und Berechnung zur Wärmerückgewinnung von Lüftungsanlagen können stark voneinander abweichen. Aus diesem Grund muss immer unterschieden werden, welche Art der Berechnung für Wärmerückgewinnung vom Hersteller angegeben wird und welcher Wert der Energiebedarfsrechnung zugrunde liegt.

Bei detaillierter Betrachtung des Einzelraumlüftungsgeräts werden die Betriebszeiten klar ersichtlich. Befindet sich das Einzelraumgerät außer Betrieb, so sinkt die Temperatur der an der raumseitig gemessenen Oberfläche des Wärmetauschers annähernd auf das Niveau der Außentemperatur. Das bedeutet bei Stillstand des Ventilators stellt sich innen das gleiche Temperaturniveau wie außen ein und es liegen unkontrollierte Lüftungswärmeverluste über den gesamten Querschnitt des Wärmetauschers ($d=14\text{cm}$) vor. Wird das Gerät in Betrieb genommen, so ist eine Temperaturdifferenz zwischen raumseitiger Oberfläche des Wärmetauschers (Speichermediums) und der außenluftseitigen Oberflächentemperatur zu erkennen. Die Auswertung der tatsächlichen Wärmerückgewinnung aufgrund der Be- und Entladung des Speichermediums ist derzeit in Arbeit.

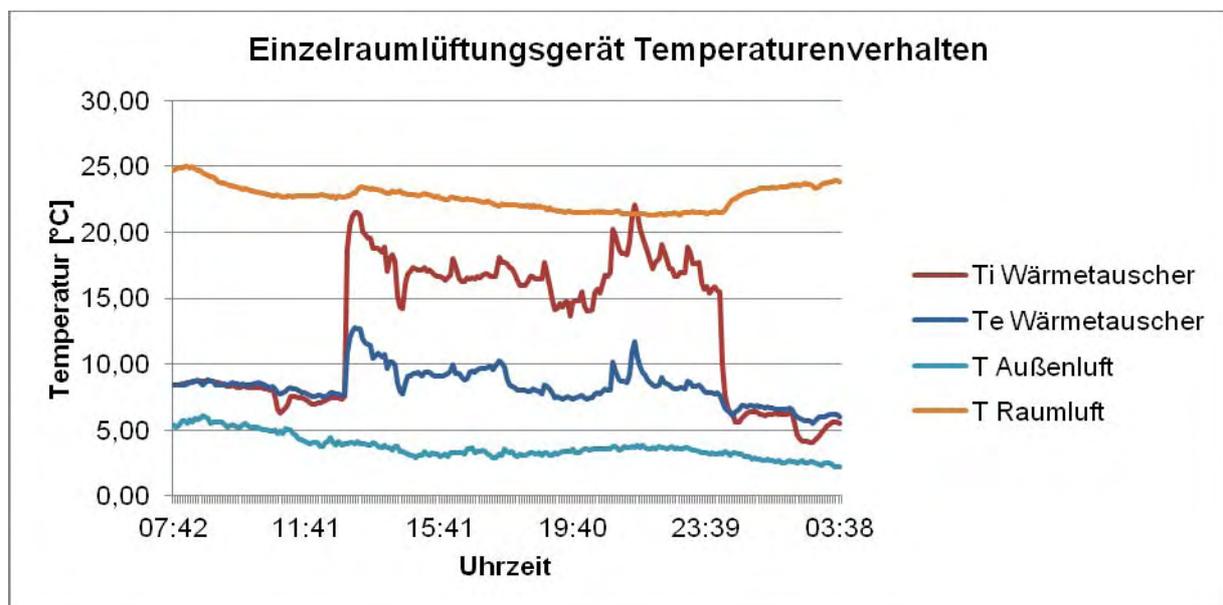


Abbildung 25: Temperaturverhältnisse bei Außenwandintegrierten Einzelraumlüftungsgerät

3.4.3 Ausgewählte Ergebnisse aus der Nutzerbefragung

Neben technischen Evaluierungen zu den einzelnen Lüftungskonzepten wurden im Zuge des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ Befragungen der Bewohner zur Nutzerzufriedenheit durchgeführt. Es muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Ergebnisse der Nutzerbefragung nur für das untersuchte Gebäude Gültigkeit haben und Verallgemeinerungen aufgrund der geringen Fallzahl nicht zulässig sind.

Allgemein sei zu erwähnen, dass die Bewohner sehr zufrieden mit dem sanierten Gebäude und der Wohnsituation sind. Die energetischen Maßnahmen und der Einsatz von innovativen Technologien werden jedoch nur von wenigen Personen als Besonderheit des Gebäudes oder ev. Entscheidungsgrund für die Wohnung genannt.

Bei der Evaluierung von Wohnungen mit Lüftungsanlagen wurden die Nutzer speziell zu Erfahrungen mit der Lüftungsanlage und zur Nutzung der Regelungsmöglichkeiten befragt. Dabei stellte sich heraus, dass die Nutzer nicht sehr stark daran interessiert sind, die Lüftungsanlage selbst zu regeln. Das Nutzerverhalten bzw. Lüftungsverhalten der Bewohner weicht trotz Einschulung und Nutzerhandbuch von dem für einen effizienten Betrieb notwendig Verhalten ab. Die Regelung der Anlagen durch die Nutzer bei An- und Abwesenheit bzw. im Sommer und Winterbetrieb erfolgt sehr unterschiedlich.

Ein Interesse an einer weiteren detaillierteren Einschulung zum Betrieb der Lüftungsanlagen besteht nur seitens weniger Bewohner, auch die Informationsunterlagen werden nur teilweise gelesen.

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass der Schlüssel für ein besseres Verständnis für die energietechnischen Maßnahmen mit Sicherheit in der Information liegt. Bewohner, die sich für die Thematik interessieren, sind besser informiert und nützen die Lüftungsanlage zur Zufriedenheit. Die Information soll nicht nur beinhalten, wie man als Bewohner die Lüftungsanlage regeln kann, sondern auch, welche Funktionen diese Anlage übernimmt und welche Auswirkungen das Verhalten der Nutzer auf das Gebäude (Bauteilsicherheit) und die Raumluftqualität hat.

4 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Das Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse als Haus der Zukunft weist den Weg in die Stadt der Zukunft! Wien hat von allen Bundesländern die höchste Bevölkerungsdynamik, zusammen mit dem Trend zu Singlewohnungen ergibt sich daraus ein anhaltender Bedarf nach neuem Wohnraum. Unter Ausnutzung der derzeitigen Widmungsreserven hat Wien nur noch Raum für 90.000 Wohnungen und bei einem prognostizierten jährlichen Bedarf von 10.000 Wohnungen (neueste Zahlen) ist in weniger als 10 Jahren kein Platz mehr für weitere Neubauten. Nachverdichtung im Bestand bietet daher die Chance, wertvolle Grünflächen am Stadtrand zu erhalten und Pendlerströme zu reduzieren.

Auf der anderen Seite sind Gründerzeitviertel – vor allem in den Außenbezirken – von Abwanderung betroffen, die Nahversorgung kann nicht mehr aufrecht erhalten und Schulen müssen geschlossen werden. Nachverdichtung, Sanierung und Begrünung heißt das Gebot der Stunde und da kann die Wißgrillgasse als eindrucksvolles Vorzeigeobjekt dienen. Die Wohnnutzfläche wurde fast verdoppelt, trotzdem konnte der Heizwärmebedarf um 85 % und der CO₂-Ausstoß um mehr als 90 % reduziert werden. Eine BewohnerInnenbefragung ergab, dass trotz hoher Dichte und relativ schlechter Wohnlage (Image, Bahnlärm) die Wohnzufriedenheit und die Identifikation mit dem Haus extrem hoch sind.

Wesentliche Erfahrungen aus dem Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse – insbesondere in den Bereichen Bauphysik, Haus-, Elektrotechnik und Lüftungsanlagen – fließen laufend in Sanierungsprojekte der Firmen Ulreich Bauträger und Gassner & Partner Baumanagement sowie in weitere Demonstrationsprojekte im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ ein. Insbesondere tragen die Erfahrungen dazu bei, die Zufriedenheit der jeweiligen NutzerInnen bei zukünftigen Projekten weiter zu verbessern.

Um Aussagen über die tatsächliche Performance des Gebäudes und der einzelnen eingesetzten Technologien treffen zu können, wird das Objekt einem technischen Energieverbrauchs- und Komfortmonitoring für die Dauer von 2 Jahren unterzogen (Subprojekt 5 „Dokumentation und Monitoring“). Neben den Energieverbräuchen werden Nutzerzufriedenheit und die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen evaluiert. Die Ergebnisse werden in einem eigenen Bericht veröffentlicht.

Aus Bauträger- und Eigentümersicht stellt das technische Monitoring ein wichtiges Instrument der Qualitätssicherung mit vielfachem Nutzen dar. Neben der Erleichterung bei Inbetriebnahme und Abnahme des Gebäudes führt die laufende Optimierung der Betriebsführung zu einer Reduktion der Betriebskosten, was die Vermietbarkeit des Gebäudes verbessert. Darüber hinaus fließen die Lernerfahrungen und Erkenntnisse über das Verhalten des Gebäudes direkt in zukünftige Projekte ein.

5 Ausblick und Empfehlungen

Im Hinblick auf die im Mietrecht festgelegten Zinsobergrenzen bei Neuvermietung ist eine kostendeckende Vermietung nach umfassender hochwertiger Sanierung eines Gründerzeitgebäudes durchaus möglich. Daher wären Modelle zu entwickeln und anzuwenden, die etwa Zuschläge bei qualitativ hochwertiger und höchst energieeffizienter Sanierung erlauben. Vorschläge dazu wurden im Rahmen des Gründerzeit mit Zukunft Subprojekts 2 „Grundlagen“ entwickelt und in einschlägigen Fachzeitschriften zur Diskussion gestellt (vgl.: Karin Sammer: Mietzinsrechtliche Aspekte bei der innovativen Sanierung von Gründerzeitgebäuden, in: immolex Dezember 2011).

5.1 Verwertung

Wenige Monate nach Fertigstellung und Übergabe hat das Demonstrationsprojekt Wißgrillgasse ein äußerst hohes Maß an Öffentlichkeitswirksamkeit und Resonanz in der Fachwelt erzielt. So wurden wohn- und immobilienwirtschaftliche Themen zweimal anhand von ORF-Beiträgen für das Hohe Haus am Beispiel der Wissgrillgasse dargestellt. Einmal wurde das Demonstrationsprojekt ausführlich in „Wien heute“ präsentiert und ein weiteres Mal wurden die Bauträger und ihre Projekte im Rahmen einer Sendung des ORF-Klimaschwerpunktes porträtiert. In praktisch allen relevanten Fachzeitschriften und Qualitätszeitungen waren Berichte über die Wissgrillgasse zu lesen. Dem Immobilien-Fachpublikum wurde die Wissgrillgasse im Rahmen der ÖVI-Winterseminarwoche und einer ÖVI Fachveranstaltung zum Thema Lüftung vorgestellt.

Darüber hinaus fanden und finden laufend Exkursionen vor Ort mit Fachpublikum (ExpertInnen aus den Bereichen Architektur und Planung, Hausverwaltung, Forschung, Verwaltung, Energieberatung etc.) sowie StudentInnen (u.a. Webster University) statt. Für Anfang Juni 2012 ist der Besuch einer 50-köpfige Delegation mit dem belgischen Umweltminister angekündigt.

6 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

Amann C., Rammerstorfer J., Wirth D., Fiebinger M., Oettl F., Hanninger G., Obermayer J., Hanic R.; Machbarkeitsstudie für das Demonstrationsprojekt „David’s Corner“ ; Erstellt im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“, 2010

Amann W., Mundt A., Hüttler W.; (forthcoming), Social housing providers at the forefront of energy efficiency, in: Nieboer N., Tsenkova S., Gruis V. (Eds.) Energy Efficiency in Housing Management; Earthscan, 2012

EU; RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

Gassner R., Ulreich H.J., Amann C., Hüttler W., Rammerstorfer J., Varga M.; Machbarkeitsstudie für das Demonstrationsprojekt „Wißgrillgasse“; Erstellt im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“, 2010

Havel M.; Qualitativ hochwertige Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Arbeitsbehelf für Sanierungswillige aus der Sicht der Praxis (Teilbericht im Rahmen von SP2), 2011

Hüttler W., Sammer K.; Innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Technische Optionen und rechtliche Fragen; Immolex 9/2010 237-243, 2010

Passivhaus Institut Darmstadt;

http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Lueftung_Ergaenzungen.html, Zugriff am 18.01.2012

Statistik Austria; Gebäude und Wohnungszählung, 2001

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gebäude und Wohnungen in Wien nach Bauperiode (Quelle: Statistik Austria)	14
Abbildung 2: Bestandsgebäude Straßenansicht (Foto: Gassner & Partner)	18
Abbildung 3: Kellergeschoß Bestandsgebäude (Foto: Gassner & Partner)	18
Abbildung 4: Grundriss und Anteil Feuermauer (Quelle: Gassner & Partner)	18
Abbildung 5: Innendämmung mit Mineralschaumplatte (Quelle: RKI GmbH)	22
Abbildung 6: U-Wert Messung TU Wien (Fotos: Gassner, e7)	23
Abbildung 7: Überschwemmung Kellerräume während der Bauphase (Quelle: Gassner)	28

Abbildung 8: Pelletslagerraum nach Fertigstellung (Quelle: Gassner).....	28
Abbildung 9 und 10: Innenhof vor und nach Sanierung (Fotos: Gassner)	29
Abbildung 11: Gründerzeithaus Wißgrillgasse nach der Sanierung (Foto: Gassner & Partner)	31
Abbildung 12: Ansicht Fassade (Foto: e7)	31
Abbildung 13: Ansicht Fenster (Foto: e7).....	31
Abbildung 14: Stiegenhaus (Foto: Ulreich).....	31
Abbildung 15: Haustechnikzentrale Wißgrillgasse (Fotos: e7).....	32
Abbildung 16: Vergleich Heizwärmebedarf unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung für den Referenzstandort (Quelle: Berechnung EAW durch Gassner & Partner, Darstellung durch e7)	33
Abbildung 17: Vergleich Endenergiebedarf unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung (Quelle: Berechnung EAW durch Gassner & Partner, Darstellung durch e7).....	34
Abbildung 18: Vergleich Primärenergiebedarf unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung, Für die Berechnung wurden die Primärenergiefaktoren aus der OIB Richtlinie 2012 herangezogen. (Quelle: Berechnung und Darstellung durch e7)	35
Abbildung 19: Vergleich CO ₂ äquivalente Emissionen unsaniertes Bestandsgebäude und ausgeführte Sanierung, Für die Berechnung wurden die CO ₂ Konversionsfaktoren aus der OIB Richtlinie 2011 herangezogen. (Quelle: Berechnung und Darstellung durch e7)	36
Abbildung 20: Übersicht Einsparung HWB, EEB, PEB, CO ₂ e der ausgeführten Sanierung gegenüber dem unsanierten Bestandsgebäude (Quelle: Berechnung und Darstellung durch e7)	37
Abbildung 21: TQB-Planungsausweis und Bewertung im Detail (ÖGNB-Consultant: e7)	40
Abbildung 22: Vergleich CO ₂ -Gehalt im Wohnraum bei zentraler Komfortlüftung, Einzelraumlüftungsgeräten, Fensterstocklüftung und Fensterlüftung. (Vertikale Achse CO ₂ - Gehalt [ppm], horizontale Achse Beobachtungszeitraum von April bis Juni 2011)	42
Abbildung 23: Raumluftqualität bei zentraler Komfortlüftungsanlage.....	43
Abbildung 24: Raumluftqualität bei Fensterlüftung.....	43
Abbildung 25: Temperaturverhältnisse bei Außenwandintegrierten Einzelraumlüftungsgerät	44

7 Anhang

- Bericht U-Wert-Messung verfasst von TU Wien, Institut für Bauphysik
- Luftschallmessung von unterschiedlichen Lüftungsvarianten



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology



Fakultät für Bauingenieurwesen
Institut für Hochbau und Technologie
Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz

Gassner & Partner
Baumanagement GmbH
Dipl.-Ing. Jürgen Brenner
Obere Amtshausgasse 20-24
1050 Wien

Karlsplatz 13/206-2, A-1040 Wien
www.bph.tuwien.ac.at

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Thomas Bednar
Leiter

T +43 1 58801-20650
F +43 1 58801-920650
Thomas.Bednar@tuwien.ac.at

Sachbearbeiter: DI Paul Wegerer

E-Mail: paul.wegerer@tuwien.ac.at

BERICHT

über die

BESTIMMUNG DES EFFEKTIVEN WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENTEN MITTELS IN-SITU-MESSUNGEN AM GRÜNDERZEITHAUS WISSGRILLGASSE 10

Wien, 12. Dezember 2011

1 Inhalt

1	INHALT	2
2	ALLGEMEINES	3
3	GRUNDLAGEN UND AUFGABENSTELLUNG	3
3.1	PROBLEMSTELLUNG	3
3.2	BESTIMMUNG DES EFFEKTIVEN WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENTEN EINER BESTANDSWAND.....	4
3.3	ZIELE DER MESSUNGEN.....	4
3.4	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG.....	4
4	ERGEBNISSE DER MESSUNGEN	6
4.1	INNEN- UND AUßENKLIMA.....	6
4.2	AUSWERTUNG DER WÄRMESTROMMESSUNG	8
4.3	BERECHNUNG DES U-WERTS AUS WÄRMESTROM UND TEMPERATURDIFFERENZ	10

2 Allgemeines

- Auftraggeber: Gassner & Partner
Baumanagement GmbH
Dipl.-Ing. Jürgen Brenner
Obere Amtshausgasse 20-24
1050 Wien
- Auftragnehmer: Technische Universität Wien
Institut für Hochbau und Technologie
Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz
Karlsplatz 13/206-2
1040 Wien
- Auftragsgegenstand: Bestimmung des effektiven Wärmedurchgangswiderstandes einer bestehenden Außenwand am Objekt
Wißgrillgasse 10, 1140 Wien
Vergleich von ungedämmtem Bestand und sanierter, gedämmter Wand
- Grundlagen:
- Ortsbegehung am 23.9.2010
 - Montage von Wärmestrommessfolien und Temperatursensoren in der Wohnung Top 6A
 - Messtechnische Begleitung von 6.10.2010 bis 4.2.2011
 - Fotografische Dokumentation
 - Auswertung von Wärmeströmen und Temperaturverteilungen
 - Berechnung des effektiven U-Werts der Bestandswand und der gedämmten Wand

3 Grundlagen und Aufgabenstellung

3.1 Problemstellung

Zur Überprüfung der Richtigkeit der Annahmen bei der Erstellung des Energieausweises soll der Wärmedurchgangskoeffizient einer Bestandswand gemessen werden. Die Frage, wie groß die Abweichungen zwischen Berechnung und Realität sind, soll anhand zweier Messungen analysiert werden.

Grundsätzlich werden zur Berechnung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes stationäre Zustände in der Konstruktion angenommen. Für die Berechnungen werden die Materialparameter Dichte, spezifische Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit als konstante Werte eingesetzt. Die

Berechnungsergebnisse weisen im Vergleich zur Realität einen gewissen Fehler auf, der vor allem in der Altbausanierung oft nur sehr schwer abschätzbar ist. Mithilfe der am beschriebenen Objekt in der Wißgrillgasse durchgeführten Messungen sollen die wahren U-Werte der Konstruktion ermittelt werden, um beispielhaft zu zeigen, wie genau die angenommenen Materialkennwerte der Realität entsprechen.

3.2 Bestimmung des effektiven Wärmedurchgangskoeffizienten einer Bestandswand

Der Wärmedurchgangskoeffizient wird über die Berechnung des Wärmedurchlasswiderstands der Bestandskonstruktion aus dem gemessenen Wärmestrom und der Temperaturdifferenz der Bauteiloberflächen bestimmt. Diese In-Situ-Messung erfolgt in Anlehnung an die zurückgezogene ÖNORM EN 12494. Derzeit ist keine Norm verfügbar, die eine In-Situ-Messung der vorliegenden Problemstellung beschreibt.

Unter dem effektiven U-Wert einer Konstruktion versteht man einen dynamischen, zeitabhängigen Wärmedurchgangskoeffizienten, der verschiedene instationäre Randbedingungen berücksichtigt. Neben der solaren Einstrahlung beeinflussen das Wärmespeichervermögen der Wand, die Temperaturleitfähigkeit sowie die feuchte- und temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit den zeitlichen Verlauf des effektiven U-Werts. Um einen annähernd konstanten und von Randbedingungen nur wenig beeinflussten Messwert zu erhalten, müssen daher solare Einstrahlung, große Temperaturschwankungen an den Oberflächen sowie unregelmäßige Feuchteinträge in die Konstruktion vermieden werden. Zusätzlich muss ein entsprechender Temperaturgradient in der Wand vorherrschen, um einen Wärmestrom messen zu können.

Aus diesem Grund wird eine bereits bezogene, beheizte Wohnung (Top 6A) ausgewählt, die eine hofseitige Fassade aufweist. Die Lage der Versuchswand im Erdgeschoß und die hofseitige Orientierung verhindern eine Beeinflussung der Oberflächentemperatur durch direkte Sonneneinstrahlung und durch Wind.

3.3 Ziele der Messungen

Die Messungen sollen die realen Transmissionswärmeverluste anhand des Wärmestroms durch die Außenwand aufzeigen. Da zum Zeitpunkt der Montage der Messanlage noch keine Dämmung an der Fassade aufgebracht wurde, kann der Ist-Zustand des Bestandsobjektes erfasst werden. Während der Messphase wird die Vollwärmeschutzfassade fertiggestellt und somit der Wärmestrom durch die Außenwand verringert. Es ist daher ein direkter Vergleich von Bestandswand und thermisch saniertem Bauteil an einer Messstelle möglich.

3.4 Durchführung der Messung

Wie bereits erwähnt, wird die Messung an einer hofseitigen Außenwand in Top 6A durchgeführt. Zwei Wärmestrommessfolien und 14 Temperatursensoren werden montiert. Zusätzlich wird das Innenraumklima in Form von Temperatur und relativer Luftfeuchte mit einem Datenlogger erfasst. Der Sensor ist in Raummitte von der Decke abgehängt und befindet sich ca. 2,10 m über dem Fußboden. Die Lage der Wärmestrommessfolien ist in Abb. 1 ersichtlich. Eine Messung wird an der Wandfläche, eine weitere im Parapetbereich durchgeführt. Zu diesem Zweck wird der Heizkörper in der Fensternische abmontiert. Abb. 9 in Anhang A zeigt die genaue Anordnung der Wärmestrommessfolien und der Temperatursensoren.

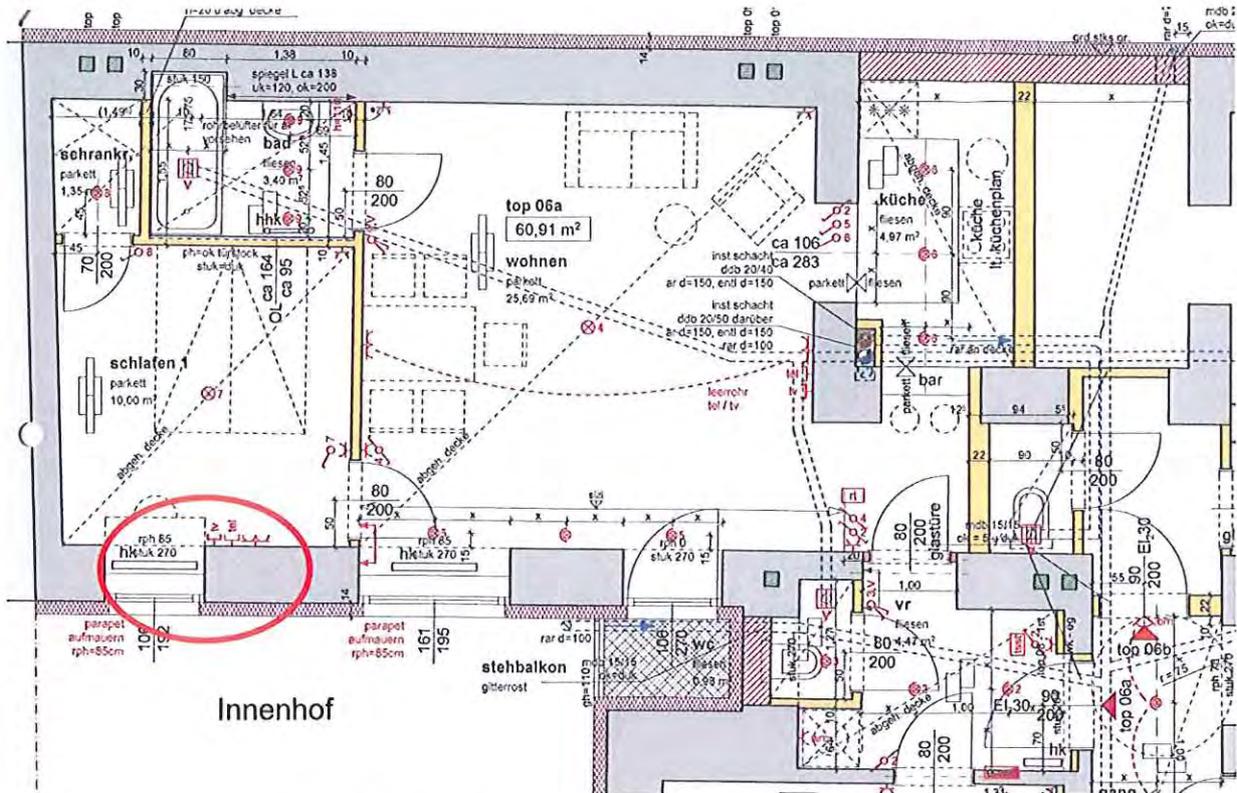


Abb. 1: Lageplan der Wohnung TOP 6A und Lage der Versuchswand

Die Messung erfolgt von 6.10.2010 bis 4.2.2011. Zu Beginn der Messungen befindet sich die Wohnung Top 6A noch im Bauzustand. Die Versuchswand ist bei der Applikation des Messequipments frisch gestrichen, was aufgrund des Feuchtegehalts der Wandoberfläche zu kurzzeitigen Problemen mit den Wärmestrommessfolien führt. Diese sind sehr feuchteempfindlich und verwölben sich leicht, wenn sie mit flüssigem Wasser – in diesem Fall mit Kondensat – in Berührung kommen. Eine großflächige Verklebung der Wärmestrommessfolien kann ein Ablösen und Hinterströmen verhindern. Außerdem wird die Wohnung zu Beginn der Messung stark beheizt und regelmäßig belüftet, um die Austrocknung zu beschleunigen. Die Temperaturschwankungen und die hohen relativen Luftfeuchten sind in der Aufzeichnung des Innenklimas in Abb. 2 zu erkennen.

Die Wohnung Top 6A wird am 1.11.2010 bezogen. Im verbleibenden Messzeitraum bis 4.2.2011 wird das relevante Zimmer als Schlafraum genutzt. Die Temperatur wird über einen elektrischen Heizstrahler annähernd konstant gehalten. Durch gezieltes Stoßlüften werden jedoch immer wieder kurzfristige große Schwankungen von Temperatur und relativer Luftfeuchte hervorgerufen. Dies hat negative Auswirkungen auf die Wärmestrommessfolie im Messquerschnitt 2, die sich im Parapetbereich unter dem Fenster befindet. Aufgrund der direkten Belüftung dieses Bereiches mit kalter Außenluft und dem damit einhergehenden starken Temperaturwechsel an der Wandoberfläche im Bereich der Wärmestrommessfolie treten große Schwankungen sowie Richtungswechsel des Wärmestroms auf. Eine Auswertung ist in diesem Fall nur durch eine Mittelung der Messwerte über einen langen Messzeitraum möglich.

Bei jeder Wärmestrommessfolie wird die Oberflächentemperatur der Wand mithilfe eines Temperatursensors gemessen – sowohl an der Innenseite als auch an der Außenseite der Wand. Die Aufbringung des Vollwärmeschutzes auf die Fassade bringt eine Änderung der Oberflächentemperatur an der Außenseite der Wand mit sich. Von den beiden Messsensoren an der Bestandsoberfläche wird einer vorübergehend entfernt und später auf die fertige, gedämmte Fassade montiert. Der zweite Sensor wird überdämmt und misst somit die Temperatur zwischen Dämmung und Bestandswand. Die Änderung der Temperaturverläufe wird in Abschnitt 4 genau erörtert.

Wärmestrom und Oberflächentemperatur werden im Abstand von einer Minute gemessen und jeweils über zehn Minuten gemittelt aufgezeichnet. Aus den gemessenen Wärmeströmen durch die zwei Wandquerschnitte und den gemessenen Oberflächentemperaturen kann der Wärmedurchlasswiderstand berechnet werden. Dies erfolgt tabellarisch und wird über die gesamte Messdauer fortlaufend gemittelt, d.h., dass jeder neu hinzukommende Messwert zur Bildung des Mittelwerts herangezogen wird. Daher ergeben sich umso konstantere Werte, je länger die Messung andauert. Nach dem Aufbringen der Außendämmung und der damit einhergehenden Änderung des Wärmedurchlasswiderstandes muss mit einer neuen Mittelwertbildung begonnen werden, in die die Werte vor der Änderung von R_T nicht einfließen.

4 Ergebnisse der Messungen

4.1 Innen- und Außenklima

Wie bereits im vorigen Abschnitt erwähnt, wird das Zimmer, in dem die Messapparatur montiert ist, als Schlafzimmer von einer Person genutzt. Die Temperatur wird mit einem elektrischen Heizstrahler auf annähernd konstantem Niveau gehalten. Regelmäßiges Stoßlüften führt zu markanten Einbrüchen von Temperatur und relativer Luftfeuchte. In Abb. 2 (große Darstellung siehe Anhang A) ist das Raumklima im Versuchsraum anhand von Temperatur und relativer Luftfeuchte über den gesamten Messzeitraum dargestellt.

Abb. 3 (große Darstellung siehe Anhang A) zeigt die Temperaturverläufe von Innen- und Außenluft sowie die Oberflächentemperatur an der Fassade. Der Sensor an der äußeren Wandoberfläche befindet sich anfangs an der unverputzten Ziegelmauer und wird am 17.11.2010 mit der Dämmschicht überdeckt. Der dadurch hervorgerufene Temperatursprung ist im Temperaturverlauf deutlich zu erkennen. Aufgrund der Witterung kann die Fassade erst in der zweiten Dezemberwoche fertiggestellt werden. Erst dann wird wieder ein Temperatursensor an der äußeren Wandoberfläche – nun auf dem Vollwärmeschutz – montiert. Die Arbeitsphase an der Fassade, in der keine Messdaten der Außenluftbedingungen erhoben werden, ist in Abb. 3 dargestellt und dient zur Orientierung, ab wann die Außenwand gedämmt ist. Als Vergleich und zur Überbrückung der Zeitspanne ohne Außenluftmessdaten wird das Klima der Wetterstation des Forschungsbereichs für Bauphysik und Schallschutz vom Standort Aspanggründe in 1030 Wien, Adolf Blamauer Gasse 1-3 herangezogen. Dabei zeigt sich, dass sich der Temperaturverlauf zwischen Innenhof Wißgrillgasse und Freigelände Aspanggründe sehr gut deckt.

Nach der Applikation der Vollwärmeschutzfassade ist zu erkennen, dass die Temperaturen hinter der Dämmung (rote Linie in Abb. 3) der Raumlufttemperatur (grüne Linie in Abb. 3) folgen. Weiters zeigt sich deutlich, dass der Temperaturgradient nach der Dämmmaßnahme im Ziegelmauerwerk flacher ist als vor dem Aufbringen des Vollwärmeschutzes.

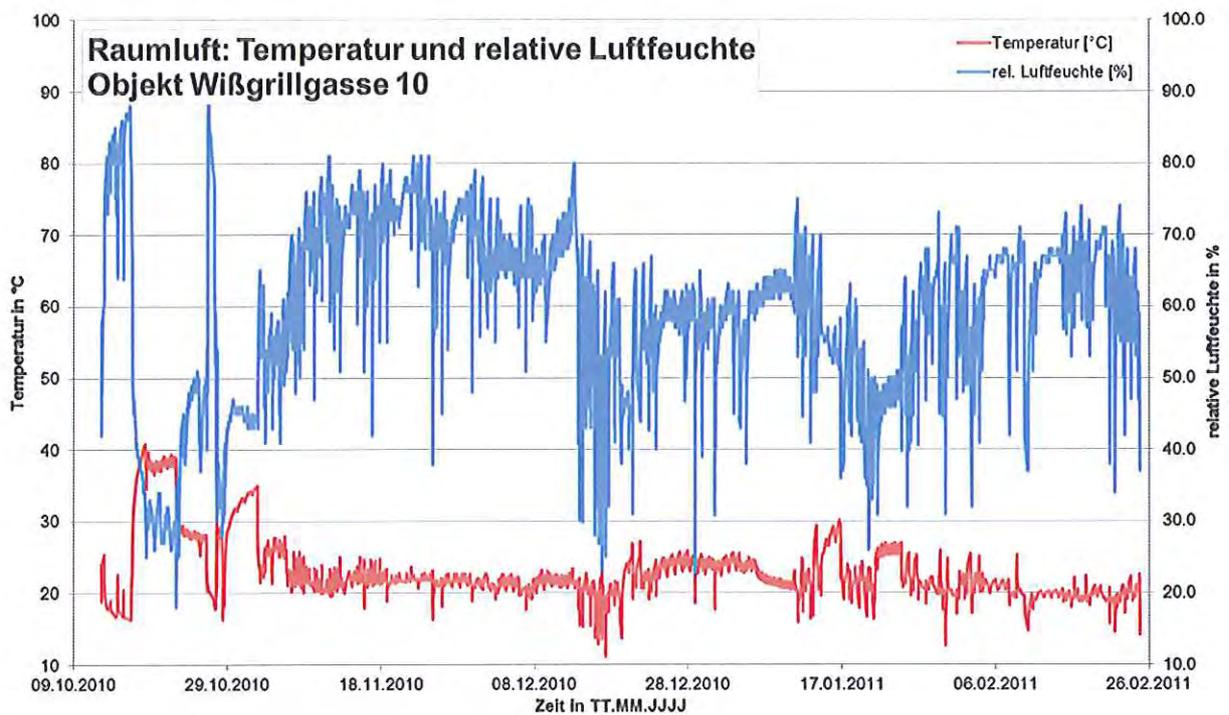


Abb. 2: Innenklima; Temperatur und relative Luftfeuchte

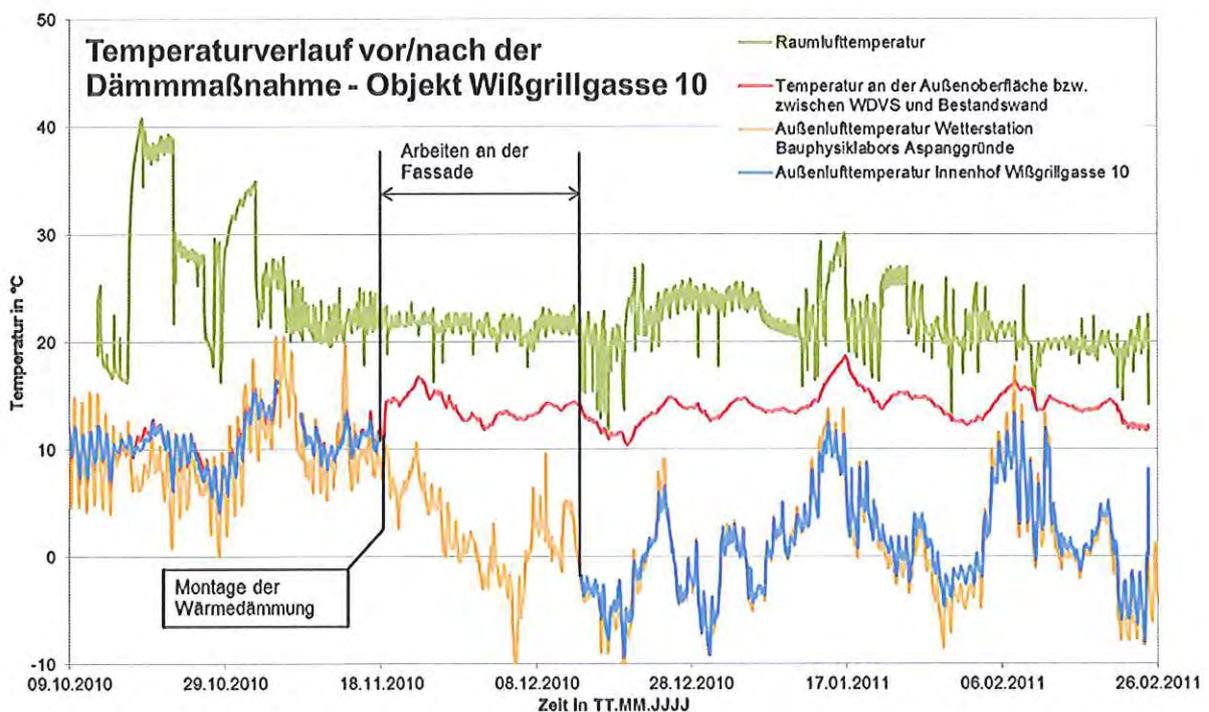


Abb. 3: Temperaturverläufe: innen, außen und zwischen Dämmung und Bestandwand

Die folgende Abb. 4 (große Darstellung siehe Anhang A) zeigt die gemessenen Oberflächentemperaturen an den Messquerschnitten der Wandfläche und des Parapetbereichs. Der Temperaturunterschied an der Bauteiloberfläche zwischen Wandfläche und Parapet ist deutlich erkennbar.

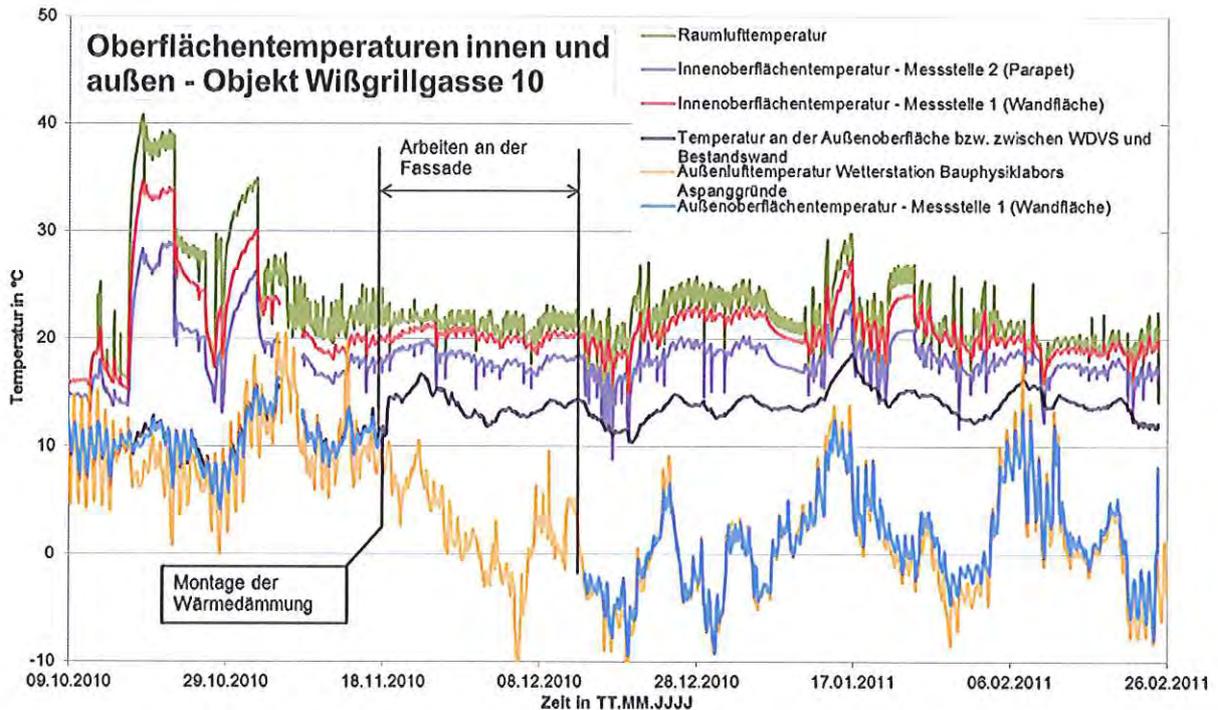


Abb. 4: Oberflächentemperaturen innen und außen sowie Raumluft- und Außenlufttemperaturen

4.2 Auswertung der Wärmestrommessung

Die Messung des Wärmestroms erfolgt an einer ungestörten Wandfläche (Messstelle 1) und im Parapetbereich (Messstelle 2). In Abb. 5 sind die gemessenen Wärmeströme über die gesamte Versuchsdauer dargestellt. Außerdem sind die Raum- und die Außenlufttemperatur abgebildet. Es ist deutlich erkennbar, dass das Vorzeichen der Wärmeströme oft wechselt, was wie folgt begründbar ist:

- Wie bereits erwähnt, kann es vorkommen, dass sich die Wärmestrommessfolie bei einer hohen Feuchtebelastung verwölbt und möglicherweise von der Wandoberfläche abhebt. Dies führt zu einer Hinterströmung der Folie und einer Verfälschung der Messwerte. Daher werden die Wärmestrommessfolien bei Bedarf abmontiert und mit der anderen Seite wieder an der Wand befestigt. Infolge dessen ändert sich das Vorzeichen des Wärmestroms in der Aufzeichnung. Für die Auswertungen werden die Messdaten korrigiert, sodass der dargestellte Wärmestrom von innen nach außen als positiv definiert ist. Die vorzeichenbereinigten Messwerte sind in Abb. 5 (große Darstellung siehe Anhang A) dargestellt.
- Die Ursache für kurzzeitige Vorzeichenwechsel des Wärmestroms ist die Fensterlüftung. Wird das Fenster geöffnet, fällt kalte Außenluft in den Raum ein. Daraufhin sinkt die Temperatur der Raumluft rapide ab und liegt unter der Temperatur der Bauteiloberflächen. Im Zuge dessen ändert der Wärmestrom seine Richtung und fließt nun vom warmen Bauteil in den kühleren

Raum. Dieser Vorgang dauert solange an, bis sich Raumluft- und Bauteiltemperatur wieder ausgeglichen haben. Dies hängt vom Wärmespeichervermögen der Konstruktion ab und ist in der Regel nur von kurzer Dauer. Bei längerem Lüften mit gekipptem Fenster kann es zu einer massiven Auskühlung des betroffenen Mauerwerks, vor allem des Parapetbereichs, kommen.

Vergleicht man die Wärmeströme der Messstellen 1 und 2, so ist deutlich zu erkennen, dass die Lüftungsbedingten Vorzeichenwechsel im Parapetbereich stärker ausfallen als in der Wandfläche. Dies kann damit erklärt werden, dass die kalte Luft direkt über die Wärmestrommessfolie 2 streichen kann und somit eine Verfälschung des Messergebnisses hervorruft.

Neben dem Lüftungsverhalten ist in Abb. 5 auch der Zusammenhang zwischen der Raumlufttemperatur und dem Wärmestrom durch die Wand zu erkennen. Ein Anstieg der Raumlufttemperatur führt in den meisten Fällen zu einem Anstieg des Wärmestroms, nur in Ausnahmefällen, bei einem gleichzeitigen Ansteigen von Innen- und Außentemperatur, ist ein Rückgang des Wärmestroms erkennbar.

Die Auswirkungen der Dämmmaßnahme sind in der Darstellung der gemessenen Wärmeströme kaum ablesbar. Ein deutlicher Sprung in den Wärmestrommesswerten aufgrund der Dämmung ist vorerst nicht zu beobachten, was einerseits mit der bereits angesprochenen massiven Fensterlüftung in diesem Zeitraum zu erklären ist, andererseits muss der Temperaturgradient in der Wand berücksichtigt werden, um eine Aussage über die Transmissionswärmeverluste durch die Konstruktion treffen zu können. Eine genaue Analyse der Transmissionswärmeverluste vor und nach der Dämmmaßnahme ist anhand der gemittelten U-Werte möglich.

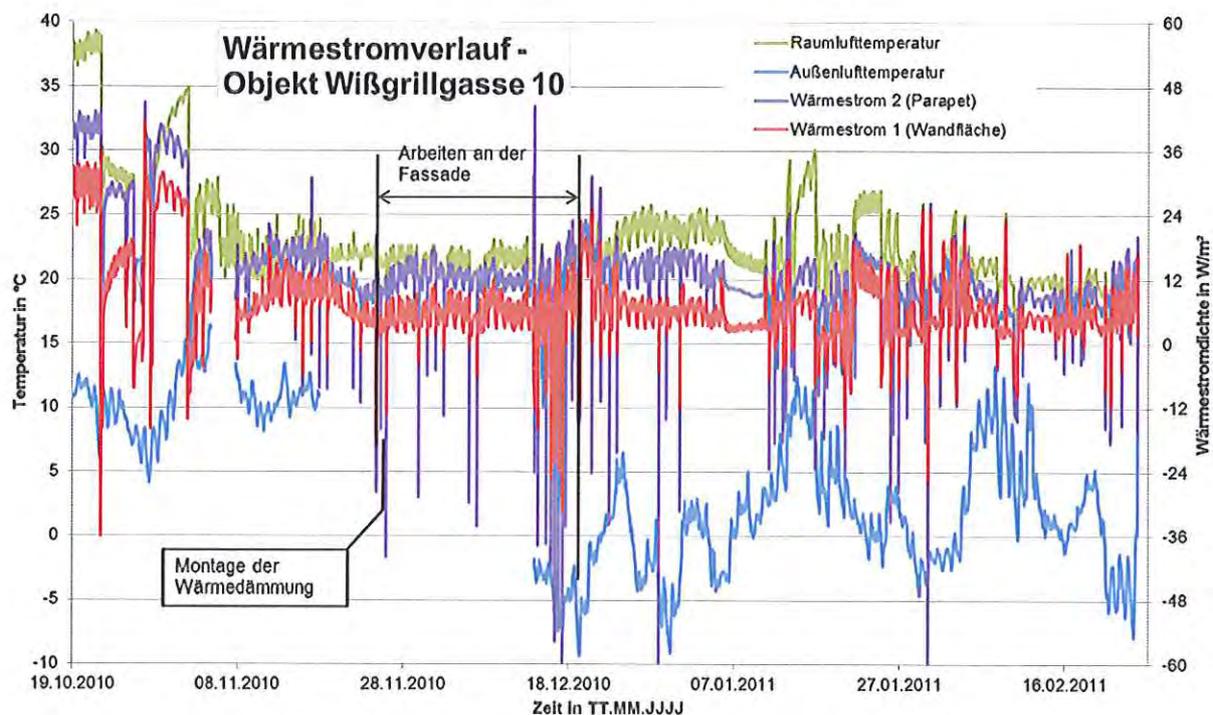


Abb. 5: Raum- und Außenlufttemperaturen sowie Wärmeströme an den Messstellen 1 und 2 – vorzeichenbereinigte Messwerte

4.3 Berechnung des U-Werts aus Wärmestrom und Temperaturdifferenz

Aus den gemessenen Oberflächentemperaturen und dem Wärmestrom durch eine bestimmte Fläche lässt sich der U-Wert einer Konstruktion gemäß folgender Gleichung ermitteln.

$$U = \frac{q}{T_i - T_e}$$

mit

- U Wärmedurchgangskoeffizient in W/m²K
- q Wärmestromdichte in W/m²
- T_i innere Oberflächentemperatur in °C
- T_e äußere Oberflächentemperatur in °C

Auf diese Weise können aus den gemessenen Wärmeströmen und Oberflächentemperaturen die U-Werte der Wandquerschnitte in der Wandfläche und im Parapetbereich berechnet werden. Abb. 6 zeigt die effektiven U-Werte der beiden Messstellen. Dabei ist die Verbesserung des U-Werts infolge der Dämmmaßnahme deutlich erkennbar.

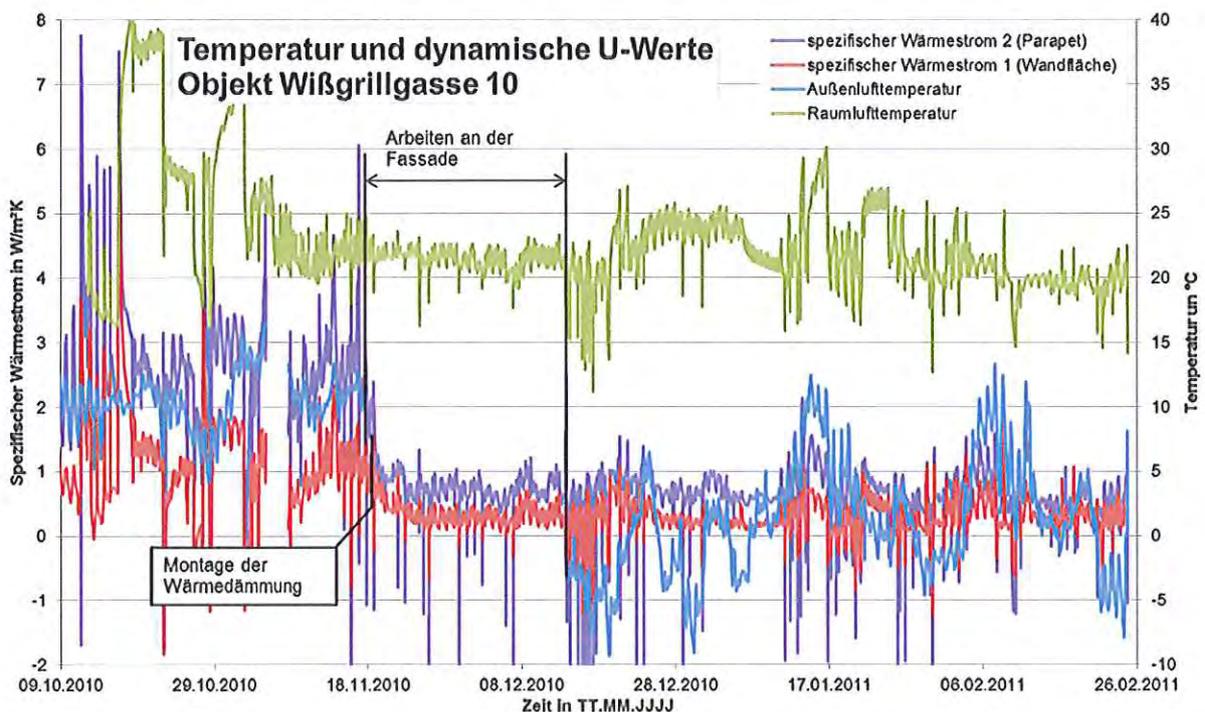


Abb. 6: Gemessene Temperaturen und errechnete spez. Wärmeströme in der Wandfläche und im Parapetbereich

In dieser Darstellung sind die Einflüsse der Fensterlüftung deutlich sichtbar, da Zehn-Minuten-Messwerte dargestellt sind. Die Schwankungen aufgrund des Stoßlüftens sind besonders an der Messstelle 2 im Parapetbereich (violette Kurve in Abb. 6) zu erkennen.

Die folgende Abb. 7 zeigt den spezifischen Wärmestrom in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz. Dabei ist eine Punktwolke erkennbar, die keine Bewertung des tatsächlichen U-Werts zulässt. Aufgrund der hohen Schwankungsbreite, die durch verschiedenste Randbedingungen hervorgerufen wird, führt bei der In-Situ-Bestimmung des U-Werts ausschließlich eine Mittelwertbildung über einen ausreichend langen Zeitraum zu repräsentativen Ergebnissen.

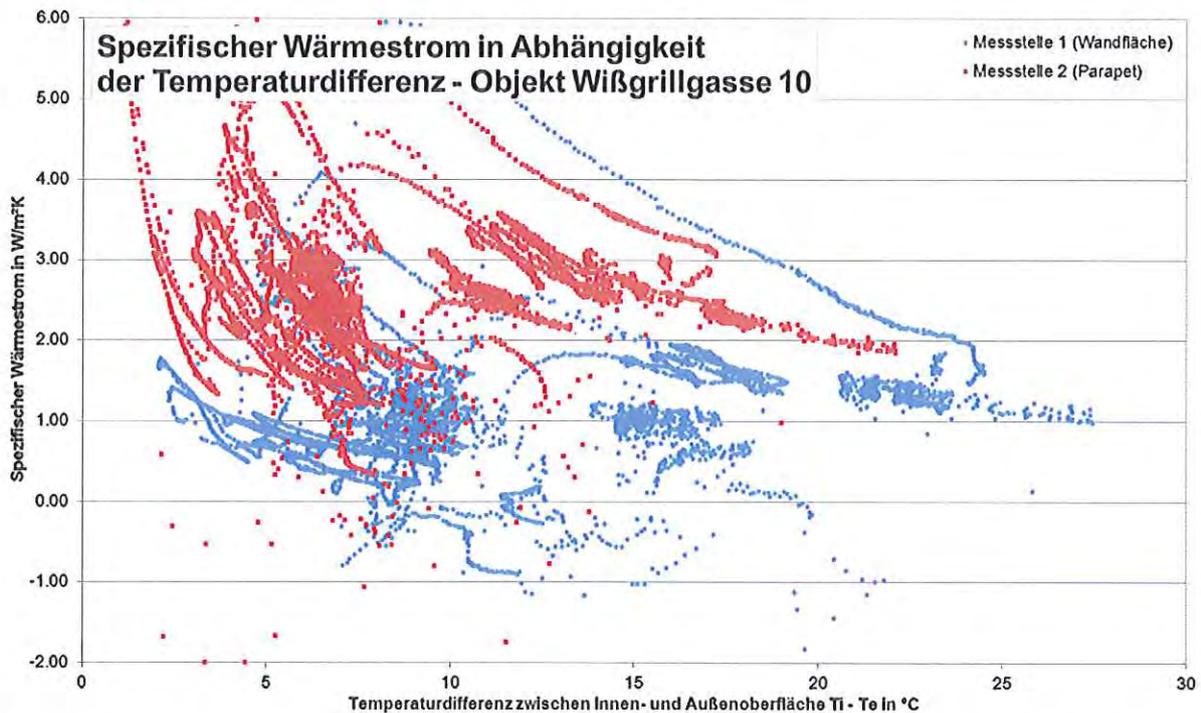


Abb. 7: Spezifischer Wärmestrom in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenoberfläche vor der Dämmmaßnahme

Um einen direkten Vergleich mit stationär berechneten U-Werten zu erlangen, werden aus den vorliegenden Messergebnissen gemittelte U-Werte bestimmt. Dies erfolgt durch Bildung des Durchschnitts der Zehn-Minuten-Messwerte. Wie bereits in Abschnitt 3.4 erläutert, werden die berechneten U-Werte über die gesamte Messdauer fortlaufend gemittelt, d.h., dass jeder neu hinzukommende Messwert zur Bildung des Mittelwerts herangezogen wird. Wie in der folgenden Abb. 8 zu sehen ist, werden die Werte umso konstanter, je länger die Messung andauert.

An der violetten und der roten Kurve in Abb. 8 ist die Verbesserung des U-Werts nach Applikation der Außendämmung eindeutig erkennbar. Die Verringerung der Transmissionswärmeverluste wirkt sich vor allem im Parapetbereich aus, der vor der Dämmmaßnahme einen U-Wert von 2,63 W/m²K aufwies, danach einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,69 W/m²K. In der Wandfläche, wo das Bestandsmauerwerk fast doppelt so dick ist wie im Parapetbereich, konnte eine Verbesserung des U-Werts von 1,14 auf 0,3 W/m²K erreicht werden.

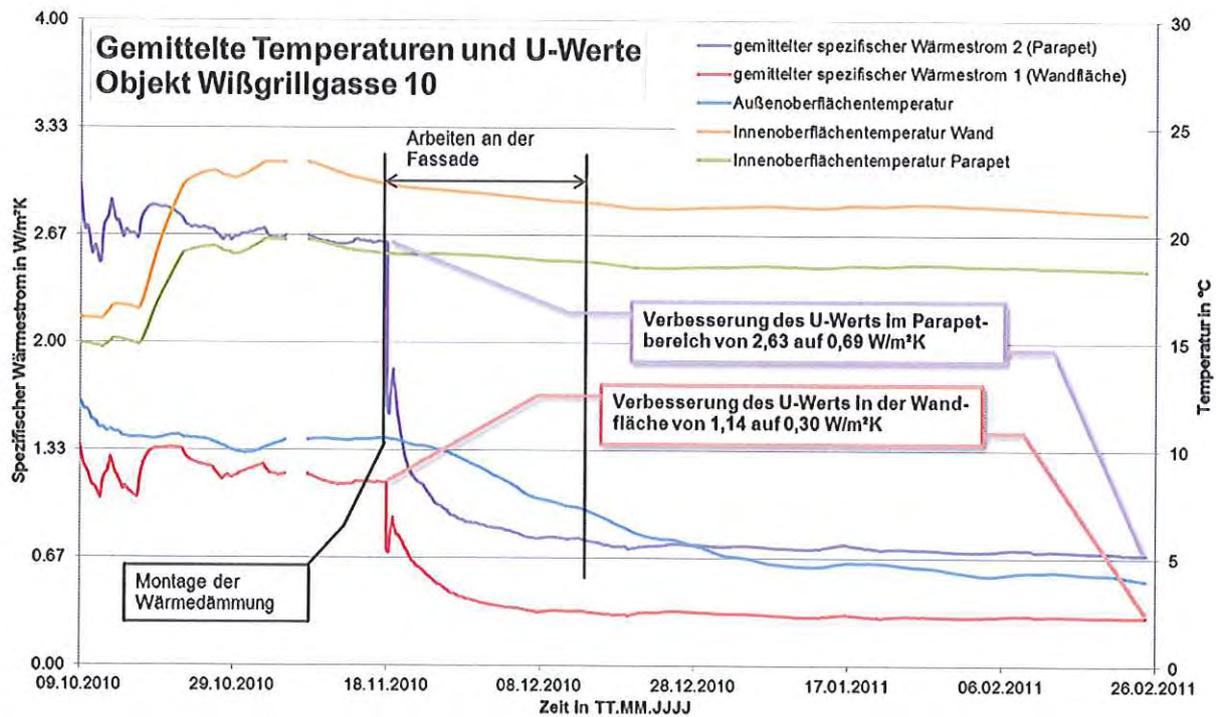


Abb. 8: Gemittelte Oberflächentemperaturen und U-Werte in der Wandfläche und im Parapetbereich

An dieser Stelle wurden keine Vergleichsrechnungen angestellt, die die Messwerte verifizieren oder falsifizieren können. Der Einfluss von möglichen Wärmebrücken, vor allem im Parapetbereich, sowie etwaige andere Einflüsse auf die Konstruktion müssen in einer Vergleichsrechnung berücksichtigt werden.

Für die Richtigkeit der dargestellten Ergebnisse

Wien, 12. Dezember 2011

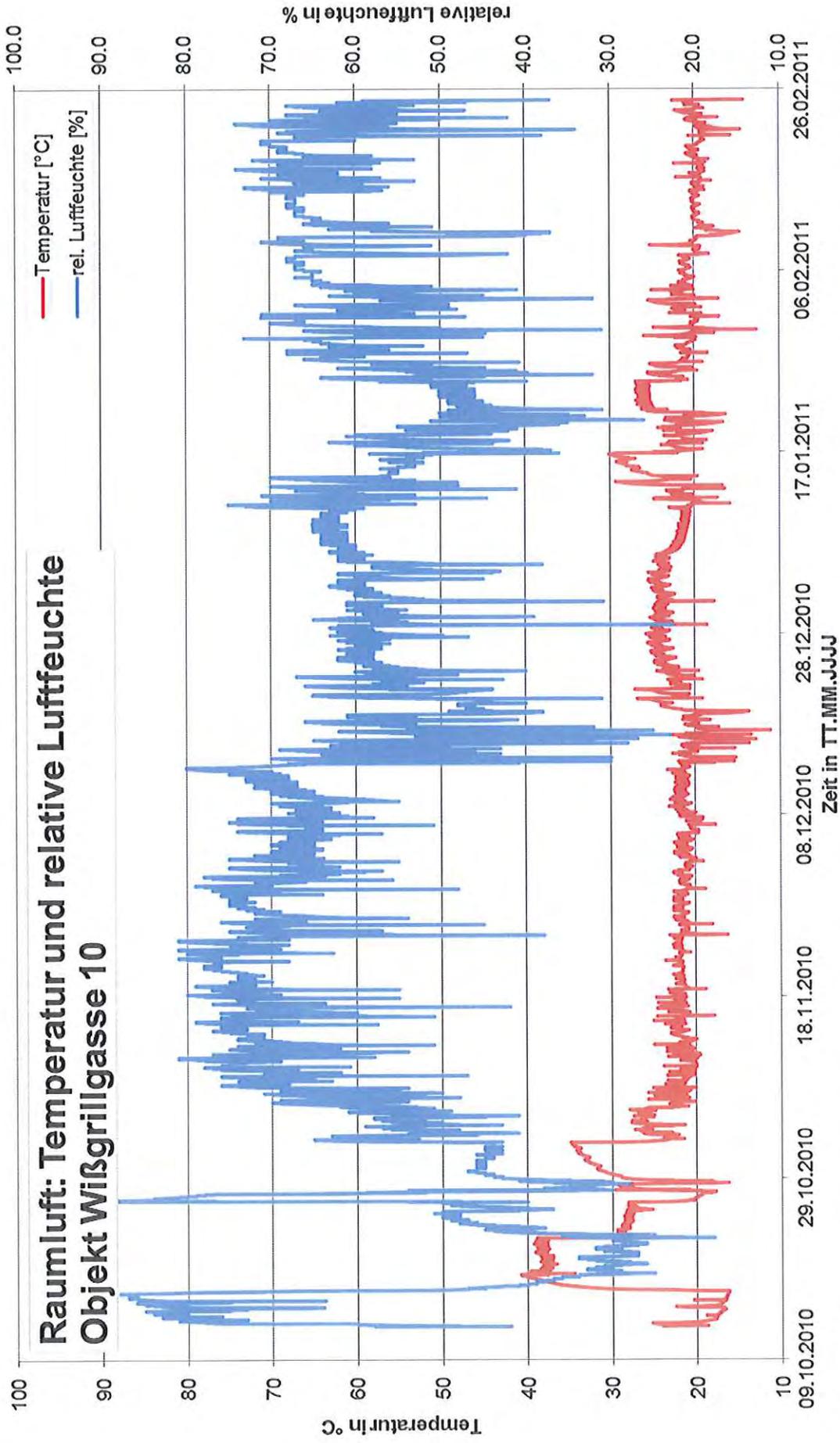
.....
Ao. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Thomas Bednar

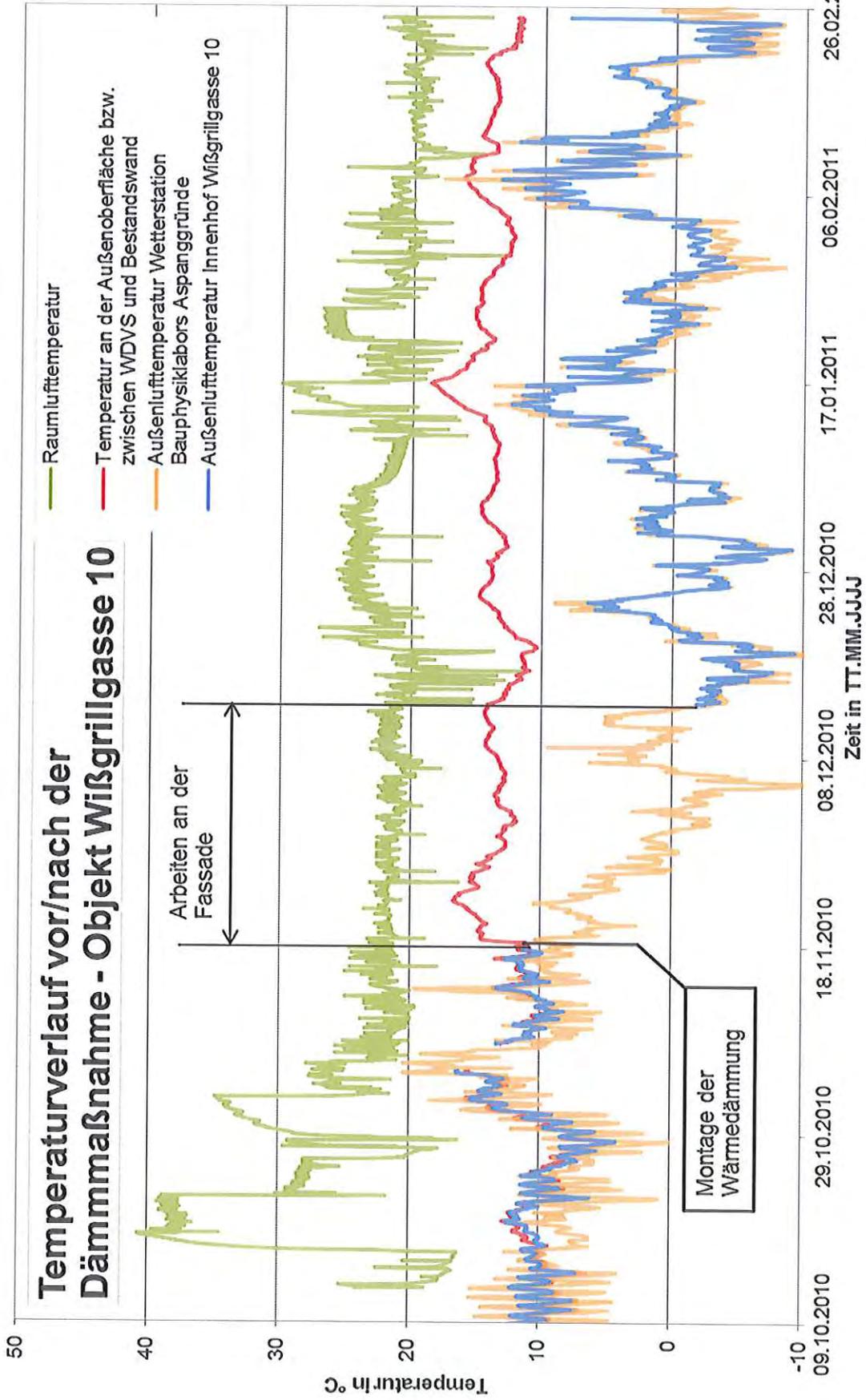
Anhang A

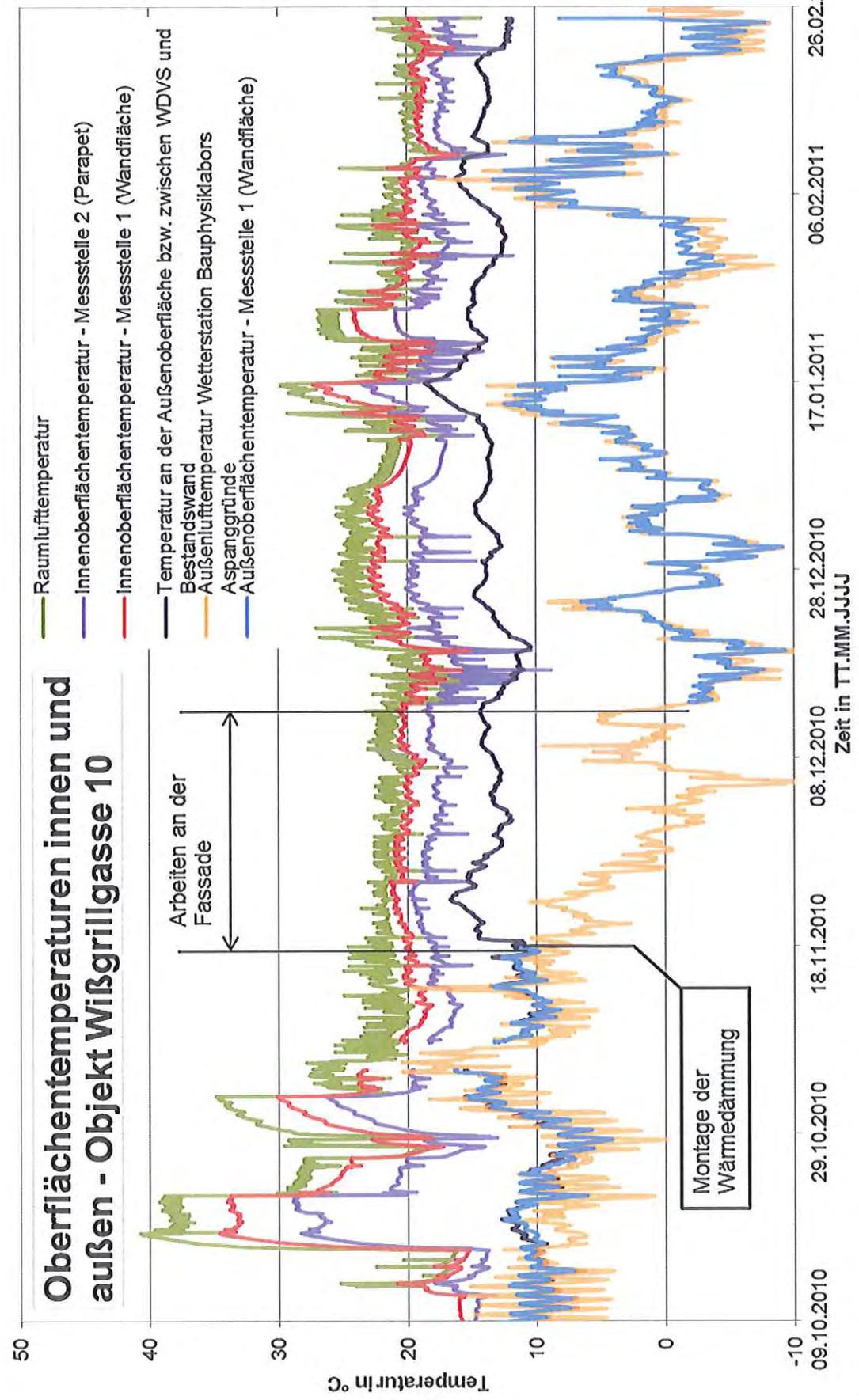
ANORDNUNG DER THERMOELEMENTE

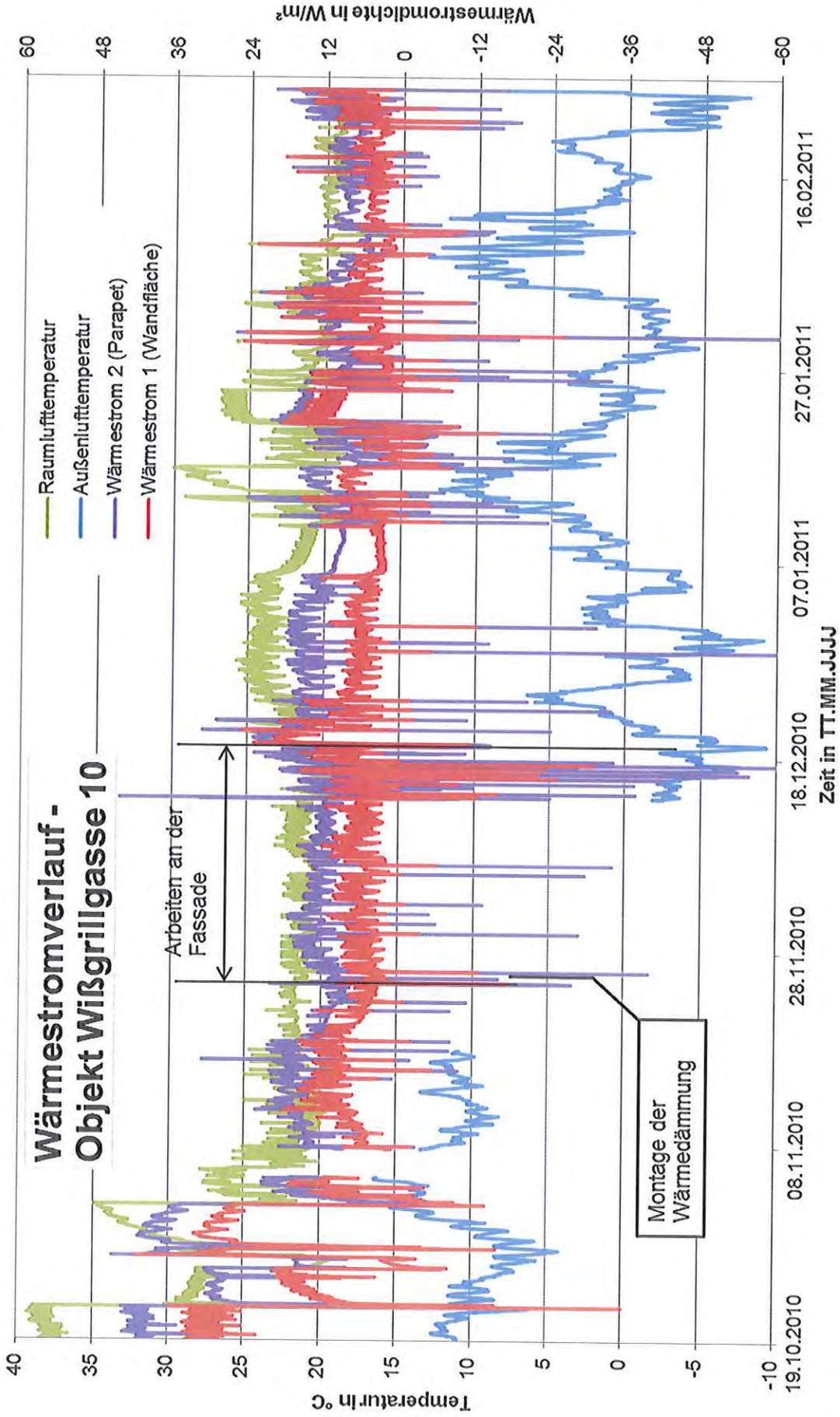


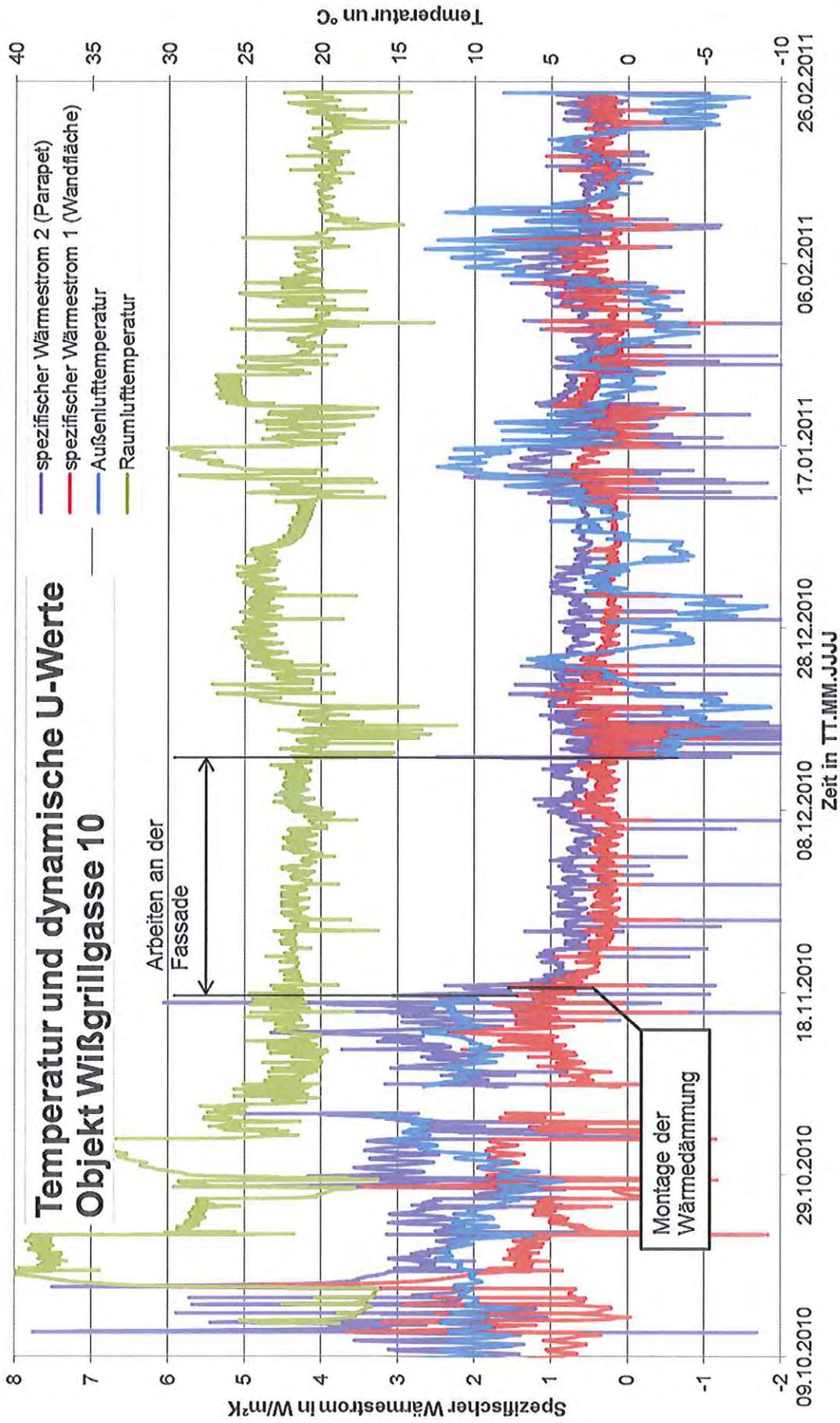
Abb. 9: Messaufbau – Bezeichnungen der Messapparaturen

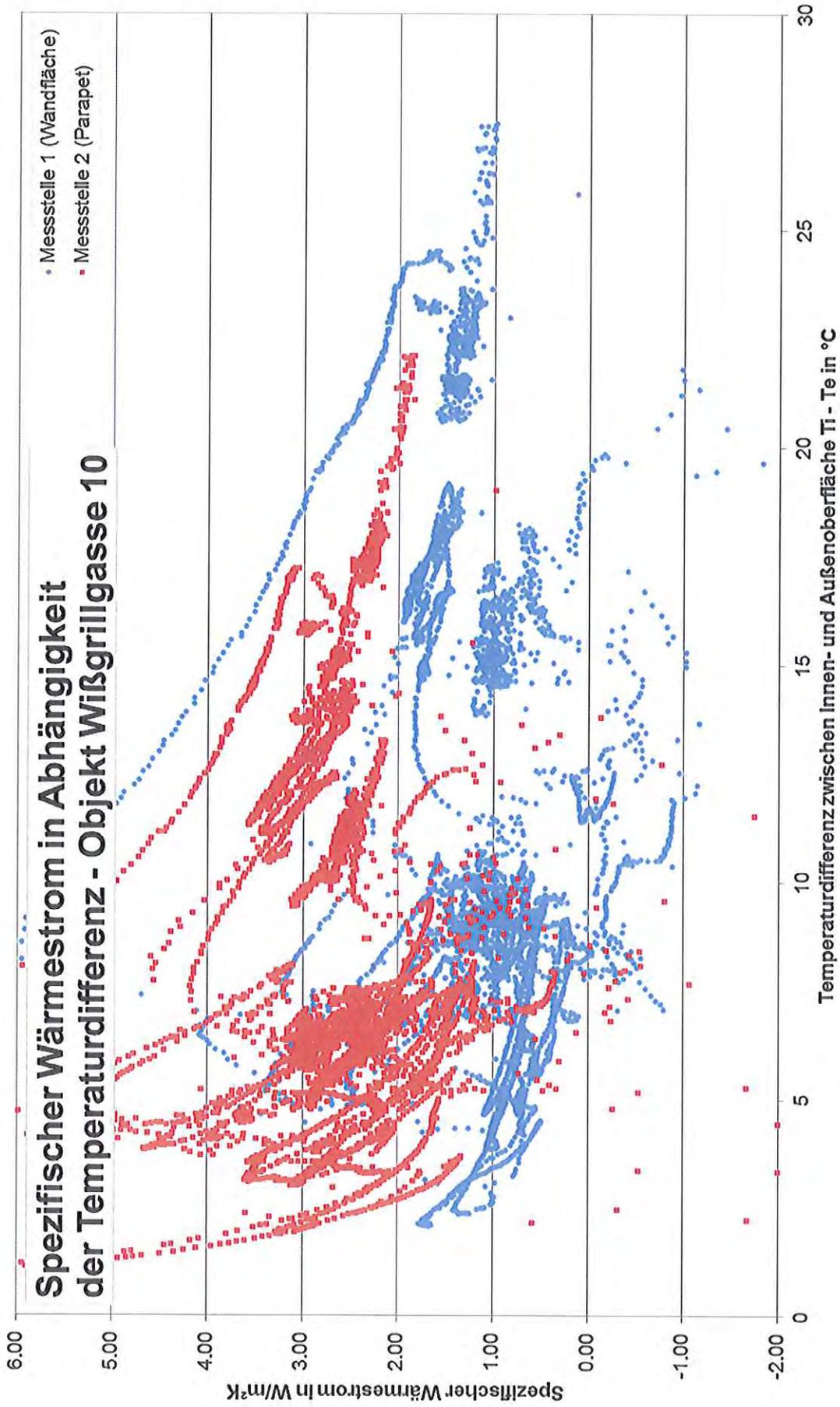




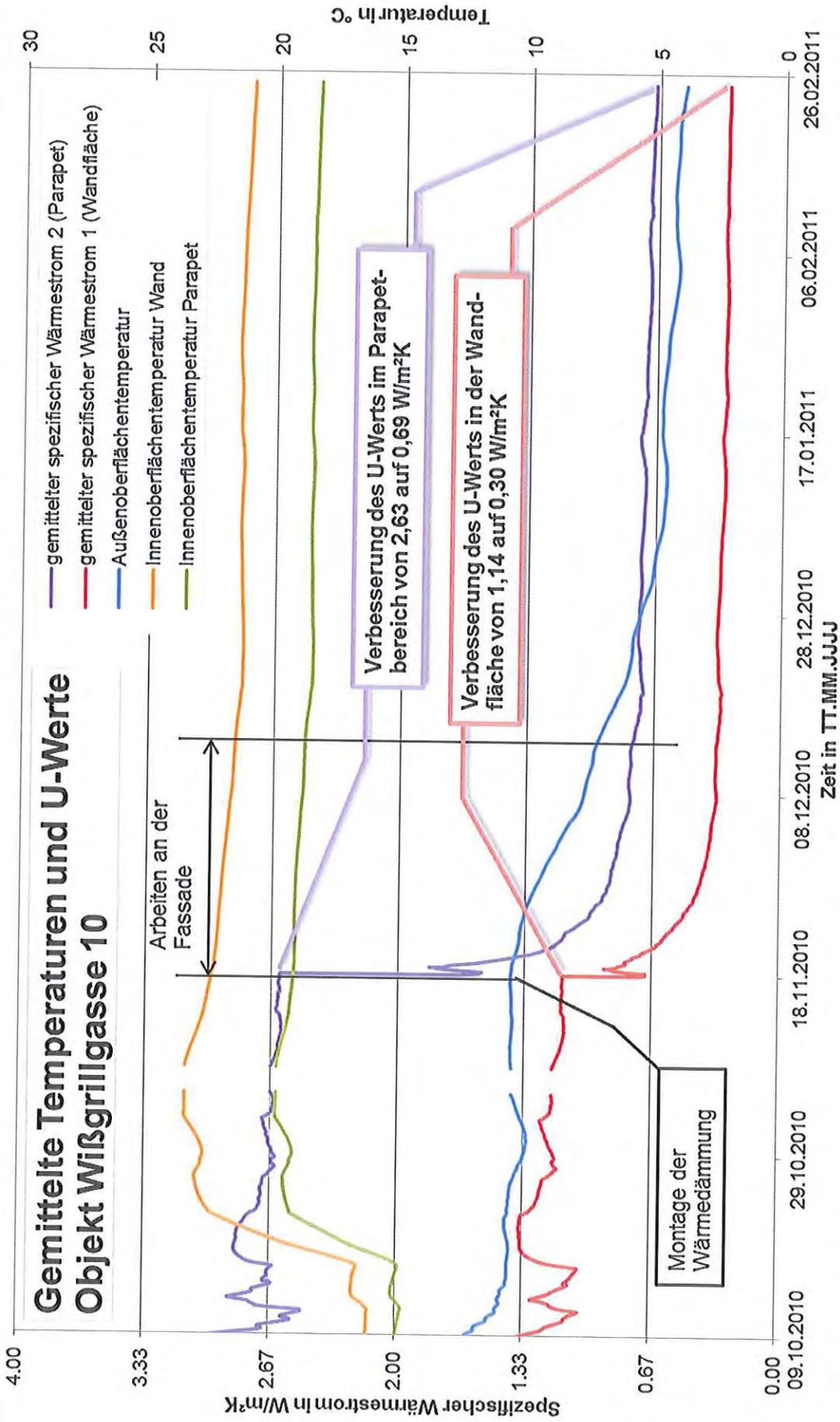








Gemittelte Temperaturen und U-Werte Objekt Wißgrillgasse 10





DIPL.-ING. MANFRED WURZINGER

Ingenieurkonsulent für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

staatlich befugter und beeideter Ziviltechniker

A-2870 Aspang, Bachgasse 2

Mobil: 0664/450 32 31

Tel. u. Fax: 02642/52374

E-Mail: office@gis3plus.com

Web: <http://www.gis3plus.com>

UID-Nr.: ATU56928249

MESSBERICHT

Luftschalldämmung

Projekt:

Umbau Wohnhaus Wißgrillgasse 10, 1140 Wien

Bauakustik:

***Luftschalldämmung einer bestehenden Außenfassade
mit eingebauten Wohnraumlüfter***

Dipl. Ing. Manfred Wurzinger
Staatlich befugter und beeideter Ziviltechniker

Dipl. Ing. Alexander Hofmann
Sachbearbeiter

Aspang, im Mai 2010

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 GEGENSTAND DER MESSUNGEN	4
2.1 ALLGEMEINES	4
2.2 MESSSITUATIONEN	7
2.2.1 Situation 1: Wohnraumlüfter „inVenter iV14“	7
2.2.2 Situation 2: Verschlussene Lüfteröffnungen „Rohzustand“	7
2.2.3 Situation 3a: Fensterlüfter „Krobath“- Lamellen geschlossen	8
2.2.4 Situation 3b: Fensterlüfter „Krobath“- Lamellen offen.....	8
3 MESSERGEBNISSE UND BEWERTUNG	9
3.1 MESSERGEBNISSE SITUATION 1: WOHNRAUMLÜFTER „INVENETER IV14“	9
3.2 MESSERGEBNISSE SITUATION 2: VERSCHLOSSENE LÜFTERÖFFNUNGEN, „ROHZUSTAND“	11
3.3 MESSERGEBNISSE SITUATION 3A: „FENSTERLÜFTER KROBATH“- GESCHLOSSENE LAMELLEN	13
3.4 MESSERGEBNISSE SITUATION 3B: „FENSTERLÜFTER KROBATH“- GEÖFFNETE LAMELLEN	15
4 GRUNDLAGEN DER MESSUNG	17
4.1 ZUGRUNDE LIEGENDE NORMEN	17
4.2 MESSPRINZIP UND MESSERGEBNISSE	17
4.3 LUFTSCHALLDÄMMUNG NACH LAUTSPRECHER- VERFAHREN FÜR FASSADE	17
4.4 MESSGERÄTE	18
4.5 ERGEBNISUNSICHERHEIT	18
5 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	19
6 EICHSCHHEIN VERWENDETES MESSGERÄT	20

1 Zusammenfassung

Im Zuge der Planung zum Umbau bzw. thermischen Sanierung des Wohnhauses Wißgrillgasse 10, 1140 Wien ist der Einbau von geeignete Wohnraumlüfter zwecks Belüftung der Wohneinheiten vorgesehen. Aufgrund entsprechend hohen Außenschallpegels (Nahelage der ÖBB Westbahn, Städtischer Umgebungslärm) sind Wohnraumlüfter mit einem entsprechend guten Schalldämmmaß gemäß Einhaltung der bedungenen Werte aus ÖNorm B 8115-2 zu dimensionieren. Hierzu ist eine Bestimmung der entsprechenden Werte im eingebauten Zustand erforderlich.

Das Zivilingenieurbüro Dipl. Ing. Manfred Wurzinger wurde von der Gassner & Partner Baumanagement GmbH beauftragt eine Bauakustikmessung nach ÖNorm ISO 140-5 zur Bestimmung des bewertete Schalldämmmaßes des Trennbauteiles Außenfassade mit Fenstern bzw. eingebauten Wohnraumlüftern in einem Testraum im 1. Obergeschoß durchzuführen.

Die durchgeführte Bauakustikmessung dient zur Erhöhung der Planungssicherheit, da für die vorhandene Außenfassade mit eingebauten Wohnraumlüftern keine gesicherten Schalldämmmaße vorliegen. Folgende Ergebnisse wurden ausgewertet:

Tabelle 1-1: Messergebnis: Bauschalldämmmaße

Prüfbericht Nr.:	Messsituation: Bauteil	Senderaum	Empfangsraum	$R_w'_{45^\circ} (C, C_{tr})$
1	Situation 1: Außenfassade mit InVenter- Lüfter	vor Fassade	Top 06b	33 (-2;-3) dB
2	Situation 2: Außenfassade „Rohzustand“, Lüfteröffnungen verschlossen	vor Fassade	Top 06b	38 (-1;-3) dB
3	Situation 3a: wie 2 mit Krobath Fensterlüfter, Lamellen geschlossen	vor Fassade	Top 06b	37 (-1;-3) dB
4	Situation 3b: wie 2 mit Krobath Fensterlüfter, Lamellen offen	vor Fassade	Top 06b	36 (-1;-3) dB

Abbildung 1-1: Wohnhaus Wißgrillgasse 10, 1140 Wien



In den nachstehenden Ausführungen werden die allgemeinen Grundlagen beschrieben, sowie die Ergebnisse der Bauakustikmessungen zusammenfassend ausgewertet.

2 Gegenstand der Messungen

2.1 Allgemeines

In folgendem, mit dem Auftraggeber einvernehmlich festgelegtem Test-Messraum, wurde am 26.05.2010 eine Bauakustikmessungen im Wohnhaus Wißgrillgasse 10 durchgeführt:

§ Wohnraum Top 06b, 1. Obergeschoß (40,35m²)

In den nachstehenden Abbildungen ist die Situierung des Test- Messraumes und die jeweilige Messsituation dargestellt.

Abbildung 2-1: Übersichtsplan 1. Obergeschoß

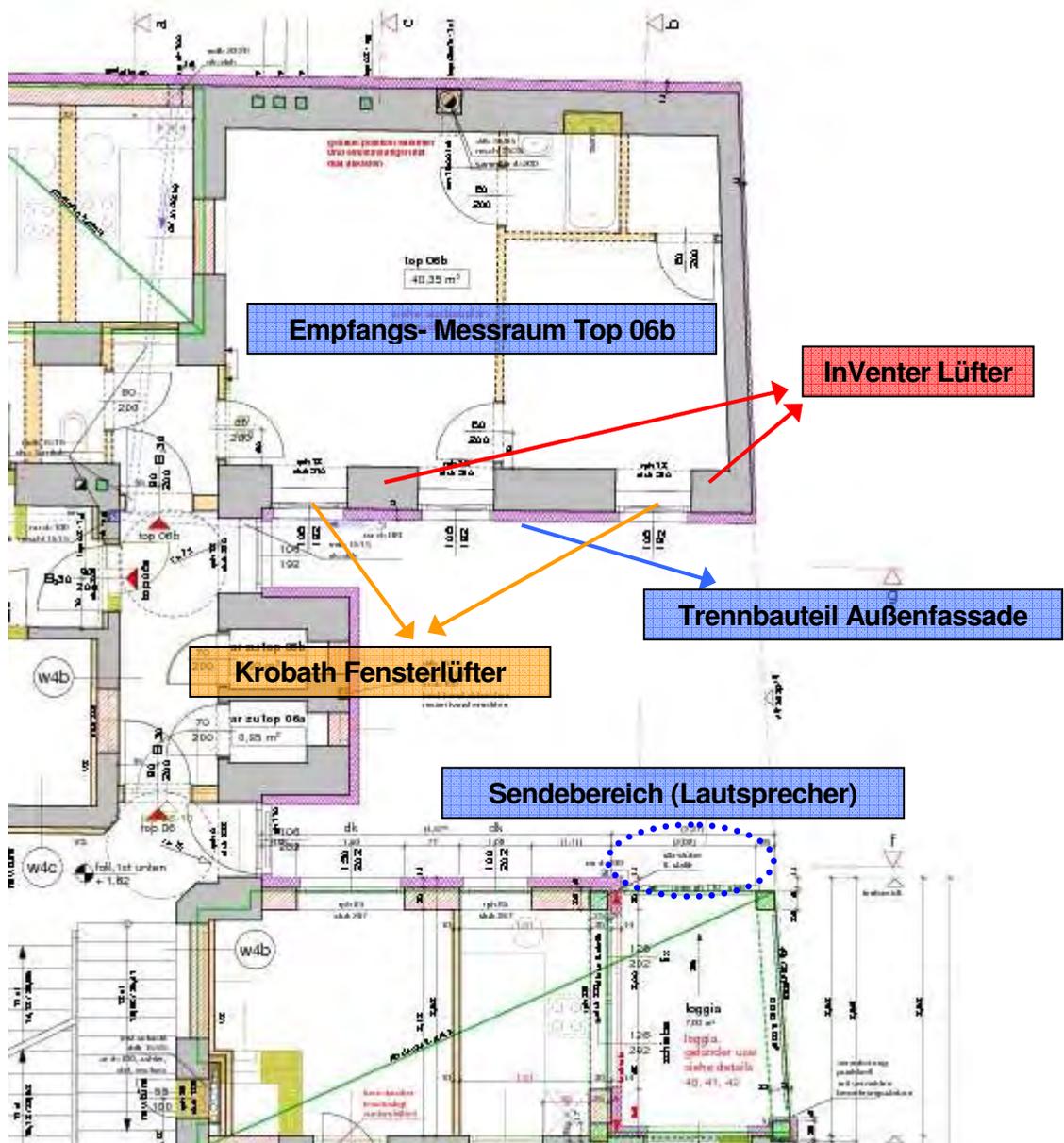


Abbildung 2-2: Foto; Messraum Top 06b



Abbildung 2-3: Foto; Sendebereich (Lautsprecherposition)



Abbildung 2-4: Foto, Außenfassade Raum Top 06b mit Lüfteröffnungen



Das Messobjekt „Außenfassade Raum Top 06b“ hat folgende Abmessungen:

Länge: ca. 7,00 m

Höhe: 2,80 m

Breite: 0,60 m

Die Fläche des Trennbauteils Außenfassade beträgt rund 19,5 m², das Volumen von Raum Top 06b rund 110 m³

Die Außenwand ist im Bestand eine ungedämmte, beidseitige verputzte rund 60 cm starke Vollziegelwand mit drei neu eingebauten Flügel Fenster (System Reform Geneo 86mm: Dimension: 1,06 x 1,92) mit Kunststoffrahmen. Die Fenster weisen laut Datenblatt ein bewertetes Schalldämmmaß nach Laborprüfung im Prüfstand von $R_w = 42$ dB auf.

In der gegenständlichen Außenfassade sind bereits zwei Durchbrüche für den Einsatz von zwei Wohnraumlüftern vorbereitet (siehe Abbildung 2-4). Ebenso sind im unmittelbaren Bereich der Mauerdurchbrüche bereits Vollwärmeschutzplatten ($d = 14$ cm), welche im Zuge der thermischen Sanierung des Wohnhauses an allen Außenfassaden angebracht werden, vorhanden.

2.2 Messsituationen

2.2.1 Situation 1: Wohnraumlüfter „inVenter iV14“

In Situation 1 sind zwei Wohnraumlüfter (Lüftungssystem inVenter iV14 mit Wärmerückgewinnung) mit Schalldämmeinsatz SDE und Schallschutzmatte SM in die gegenständliche Außenfassade eingebaut. Die genaue Situierung der Wohnraumlüfter InVenter ist aus Abbildung 2-1 ersichtlich. Nachfolgende Abbildung 2-5 zeigt die Innenansicht eines eingebauten Wohnraumlüfters.

Abbildung 2-5: InVenter iV14 Wohnraumlüfter

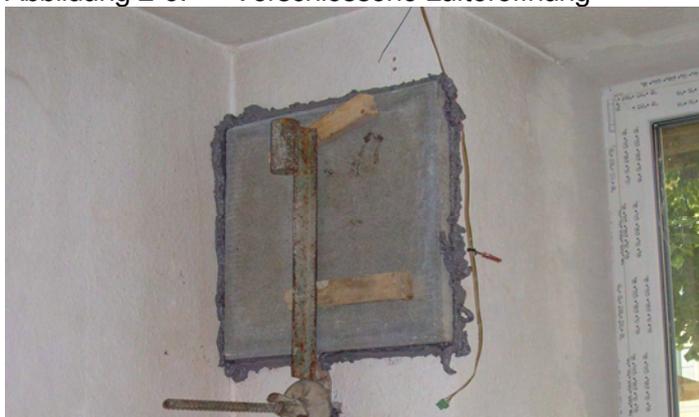


Laut dem Prüfbericht der ITA Ingenieurgesellschaft für technische Akustik mbH Beratende Ingenieure VBI, Max- Planck-Ring 49, 65205 Wiesbaden- Delkenheim weist das Lüftungssystem inVenter iV14 mit Schalldämmeinsatz (SDE und SM) eine Norm- Schallpegeldifferenz nach DIN EN 20 140-10 von $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 40 (-1,-4)$ dB im Prüfstand auf. Bei einer äquivalenten Schallabsorptionsfläche von 10 m^2 und einer Querschnittsfläche des InVenter Lüfters von $0,0314 \text{ m}^2$ kann also von einem bewerteten Schalldämmmaß im Prüfstand von $R_w = 15$ dB ausgegangen werden.

2.2.2 Situation 2: Verschlussene Lüfteröffnungen „Rohzustand“

In Situation 2 ist der „Rohzustand“ durch Verschluss der zwei Durchbruchsöffnungen (nach Ausbau der InVenter Wohnraumlüfter) wieder hergestellt worden. Hierbei wurde die Öffnung mit Steinwolle voll ausgefüllt, schwere Betonplatten außen und innen befestigt und die Fugen zwischen Innenwand und Steinplatte mit PU- Schaum gefüllt. Somit kann von einer etwa gleichwertigen Situation, wie vor Herstellung der Mauerdurchbrüche (zwecks Montage der Wohnraumlüfter) ausgegangen werden. Nachfolgende Abbildung 2-6 zeigt die Innenansicht der verschlossenen Lüfteröffnung.

Abbildung 2-6: Verschlussene Lüfteröffnung



2.2.3 Situation 3a: Fensterlüfter „Krobath“- Lamellen geschlossen

In Situation 3a wurden (bei Beibehaltung von Situation 2) zwei Fensterlüfter der Fa. Krobath Protech (Modell: Hygro Star EHA 574 inklusive Schalldämmaufsätze AEA 571 und ARÈA 571S) in die Fensterrahmen (Blindstöcke) eingebaut. In Situation 3a wurden die Lamellen der Lüfter während der Akustikmessung geschlossen gehalten. Die genaue Situierung der Fensterlüfter „Krobath“ ist aus Abbildung 2-1 ersichtlich. Nachfolgende Abbildung 2-7 zeigt die Innenansicht eines eingebauten Fensterlüfters mit geschlossener Lamelle.

Abbildung 2-7: Krobath Fensterlüfter mit geschlossener Lamelle



2.2.4 Situation 3b: Fensterlüfter „Krobath“- Lamellen offen

Die Situation 3b ist gleich der Situation 3a nur wurden die Lamellen der Fensterlüfter während der Akustikmessung offen gehalten. Nachfolgende Abbildung 2-7 zeigt die Innenansicht eines eingebauten Fensterlüfters mit offener Lamelle.

Abbildung 2-8: Krobath Fensterlüfter mit offener Lamelle



3 Messergebnisse und Bewertung

Die Luftschallmessungen wurden bei Unterberechnung der Bauarbeiten im Wohnhaus (bei möglichst niedrigem Fremdgeräuschpegel) am Mittwoch dem 26.05.2010 nach ÖNorm EN ISO 140-5 durchgeführt und nach ÖNorm EN ISO 717-1 bewertet.

3.1 Messergebnisse Situation 1: Wohnraumlüfter „inVeneter iV14“

Tabelle 3-1: Prüfbericht Nr. 1 Raum Top 06b, Luftschall

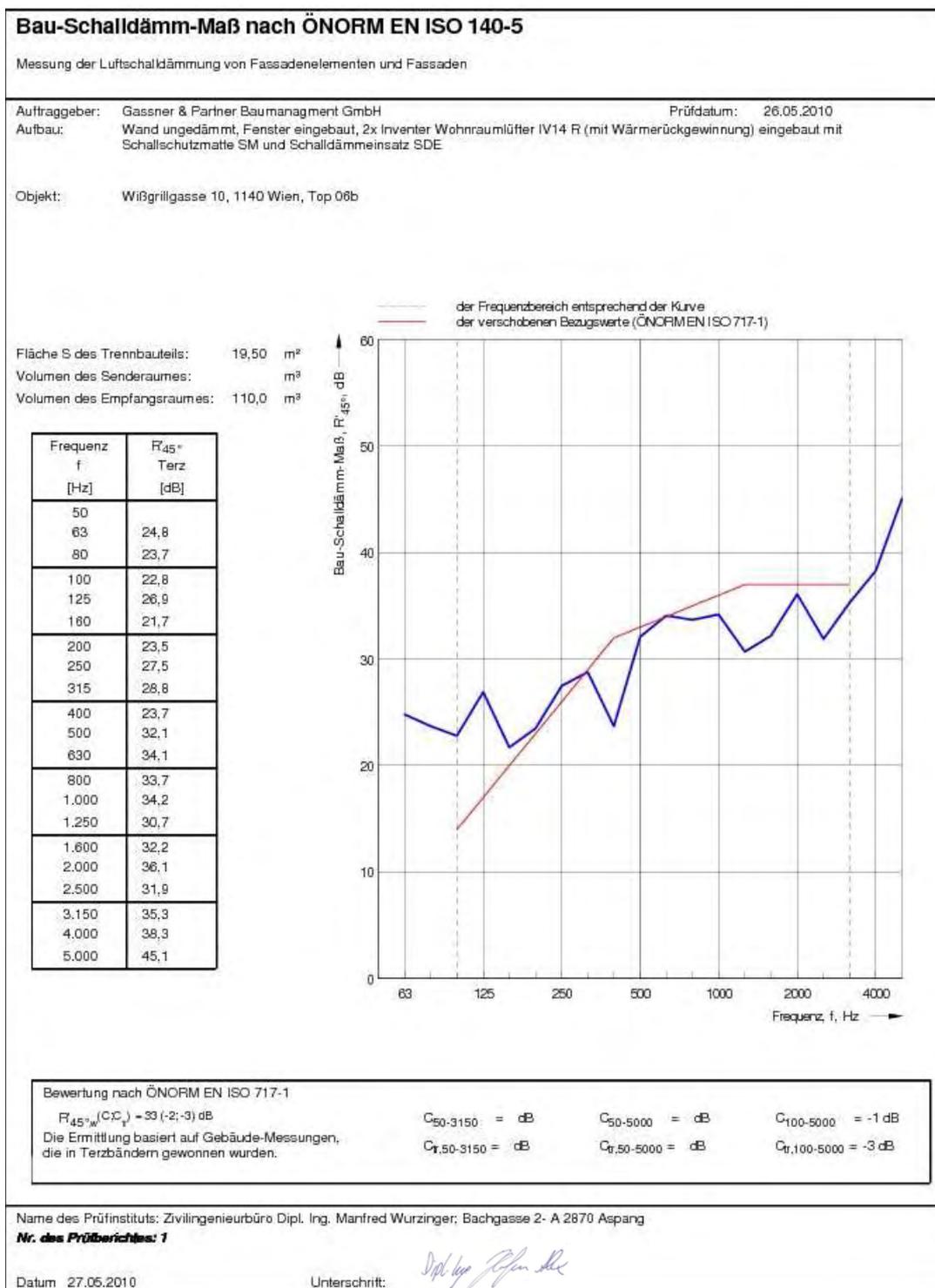


Tabelle 3-2: Resultat Tabelle Nr. 1 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5							
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden							
Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1 $R_{45,w}(C;C_T) = 33 (-2; -3) \text{ dB}$ Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.							
		$C_{50-3150} = \text{dB}$		$C_{50-5000} = \text{dB}$		$C_{100-5000} = -1 \text{ dB}$	
		$C_{T,50-3150} = \text{dB}$		$C_{T,50-5000} = \text{dB}$		$C_{T,100-5000} = -3 \text{ dB}$	
Summe der ungünstigen Abweichungen: 31,3 dB							
Maximale ungünstige Abweichung: 8,3 dB bei 400 Hz							
Frequenz [Hz]	$R_{45,w}$ [dB]	L1 [dB]	L2 [dB]	T [s]	Korr. [dB]	u. Abw. [dB]	
50		71,4	47,1				
63	24,8	73,3	50,4	1,98	1,9		
80	23,7	75,5	52,7	1,57	0,9		
100	22,8	73,8	49,9	1,00	-1,1		
125	26,9	75,3	46,8	0,89	-1,6		
160	21,7	72,2	49,5	1,01	-1,0		
200	23,5	72,0	47,9	1,10	-0,6		
250	27,5	72,6	43,3	0,85	-1,8		
315	28,8	72,2	42,1	0,94	-1,3	0,2	
400	23,7	71,2	46,3	0,96	-1,2	8,3	
500	32,1	72,2	39,0	0,98	-1,1	0,9	
630	34,1	72,8	37,6	1,00	-1,1		
800	33,7	70,6	35,9	1,02	-1,0	1,3	
1.000	34,2	68,9	33,6	1,00	-1,1	1,8	
1.250	30,7	67,8	35,9	0,96	-1,2	6,3	
1.600	32,2	68,3	34,8	0,95	-1,3	4,8	
2.000	36,1	68,2	30,6	0,90	-1,5	0,9	
2.500	31,9	65,7	32,1	0,86	-1,7	5,1	
3.150	35,3	63,8	26,6	0,83	-1,9	1,7	
4.000	38,3	67,8	27,7	0,84	-1,8		
5.000	45,1	70,3	23,2	0,81	-2,0		
Volumen des Empfangsraumes: 110,0 m ³ Volumen des Senderraumes: m ³ Fläche S des Trennteils: 19,50 m ²							
Bemerkungen:							
Nr. des Prüfberichtes: 1							

3.2 Messergebnisse Situation 2: verschlossene Lüfteröffnungen, „Rohzustand“

Tabelle 3-3: Prüfbericht Nr. 2 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5

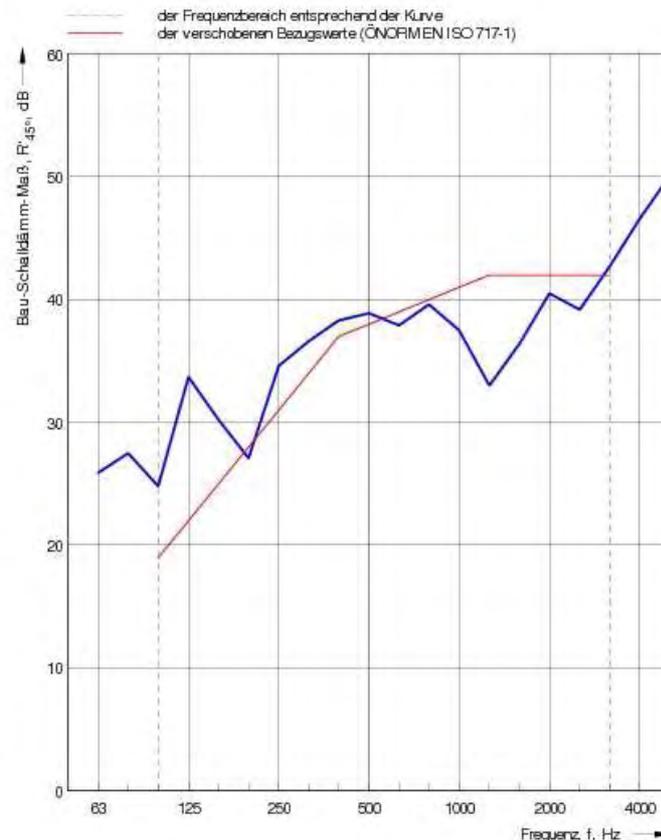
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden

Auftraggeber: Gassner & Partner Baumanagement GmbH Prüfdatum: 26.05.2010
 Aufbau: Wand ungedämmt, Fenster eingebaut, Lüfteröffnungen mit Mineralwolle und Betonplatten beidseitig verschlossen, Fugen abgedichtet

Objekt: Wißgrillgasse 10, 1140 Wien, Top 06b

Fläche S des Trennbauteils: 19,50 m²
 Volumen des Senderraumes: m³
 Volumen des Empfangsraumes: 110,0 m³

Frequenz f [Hz]	R' _{45°} Terz [dB]
50	
63	25,9
80	27,5
100	24,8
125	33,7
160	30,2
200	27,1
250	34,6
315	36,6
400	38,3
500	38,9
630	37,9
800	39,6
1.000	37,5
1.250	33,0
1.600	36,4
2.000	40,5
2.500	39,2
3.150	42,7
4.000	46,6
5.000	50,1



Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1

$R'_{45^\circ w}(CC_1) = 38 (-1; -3) \text{ dB}$

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

$C_{50-3150} = \text{dB}$

$C_{50-5000} = \text{dB}$

$C_{100-5000} = 0 \text{ dB}$

$C_{r,50-3150} = \text{dB}$

$C_{r,50-5000} = \text{dB}$

$C_{r,100-5000} = -3 \text{ dB}$

Name des Prüfinstituts: Zivilingenieurbüro Dipl. Ing. Manfred Wurzinger, Bachgasse 2- A 2870 Aspang
Nr. des Prüfberichtes: 2

Datum 27.05.2010

Unterschrift: *Dipl. Ing. Manfred Wurzinger*

Tabelle 3-4: Resultat Tabelle Nr. 2 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5							
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden							
Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1 $R_{45^{\circ}w}(C;C_T) = 38 (-1; -3) \text{ dB}$ Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.							
		$C_{50-3150} = \text{dB}$		$C_{50-5000} = \text{dB}$		$C_{100-5000} = 0 \text{ dB}$	
		$C_{T,50-3150} = \text{dB}$		$C_{T,50-5000} = \text{dB}$		$C_{T,100-5000} = -3 \text{ dB}$	
Summe der ungünstigen Abweichungen: 24,8 dB							
Maximale ungünstige Abweichung: 9,0 dB bei 1250 Hz							
Frequenz [Hz]	$R'_{45^{\circ}}$ [dB]	L1 [dB]	L2 [dB]	T [s]	Korr. [dB]	u. Abw. [dB]	
50		71,4	47,9				
63	25,9	73,3	49,3	1,98	1,9		
80	27,5	75,5	48,9	1,57	0,9		
100	24,8	73,8	47,9	1,00	-1,1		
125	33,7	75,3	40,0	0,89	-1,6		
160	30,2	72,2	41,0	1,01	-1,0		
200	27,1	72,0	44,3	1,10	-0,6	0,9	
250	34,6	72,6	36,2	0,85	-1,8		
315	36,6	72,2	34,3	0,94	-1,3		
400	38,3	71,2	31,7	0,96	-1,2		
500	38,9	72,2	32,2	0,98	-1,1		
630	37,9	72,8	33,8	1,00	-1,1	1,1	
800	39,6	70,6	30,0	1,02	-1,0	0,4	
1.000	37,5	68,9	30,3	1,00	-1,1	3,5	
1.250	33,0	67,8	33,6	0,96	-1,2	9,0	
1.600	36,4	68,3	30,6	0,95	-1,3	5,6	
2.000	40,5	68,2	26,2	0,90	-1,5	1,5	
2.500	39,2	65,7	24,8	0,86	-1,7	2,8	
3.150	42,7	63,8	19,2	0,83	-1,9		
4.000	46,6	67,8	19,4	0,84	-1,8		
5.000	50,1	70,3	18,2	0,81	-2,0		
Volumen des Empfangsraumes:		110,0	m ³				
Volumen des Senderraumes:			m ³				
Fläche S des Trennbauteils:		19,50	m ²				
Bemerkungen:							
Nr. des Prüfberichtes: 2							

3.3 Messergebnisse Situation 3a: „Fensterlüfter Krobath“- geschlossene Lamellen

Tabelle 3-5: Prüfbericht Nr. 3 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5

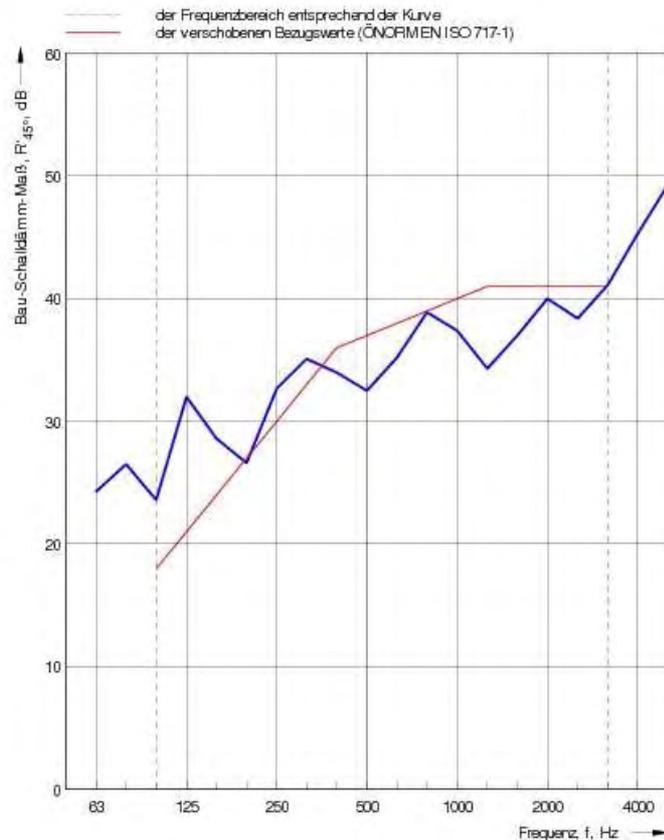
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden

Auftraggeber: Gassner & Partner Baumanagement GmbH Prüfdatum: 26.05.2010
 Aufbau: Wand ungedämmt, Fenster eingebaut, Lüfteröffnungen mit Mineralwolle und Betonplatten beidseitig verschlossen, Fugen abgedichtet, 2x Fensterlüfter Fa. Krobath mit geschlossenen Lamellen

Objekt: Wißgrillgasse 10, 1140 Wien; Top 06b

Fläche S des Trennbauteils: 19,50 m²
 Volumen des Senderraumes: m³
 Volumen des Empfangsraumes: 110,0 m³

Frequenz f [Hz]	R _{45°} Terz [dB]
50	
63	24,3
80	26,5
100	23,6
125	32,0
160	28,6
200	26,6
250	32,7
315	35,1
400	34,0
500	32,5
630	35,2
800	38,9
1.000	37,4
1.250	34,3
1.600	37,0
2.000	40,0
2.500	38,4
3.150	41,1
4.000	45,3
5.000	49,3



Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1

$R_{45°w}(C,C_T) = 37 (-1; -3) \text{ dB}$

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

$C_{50-3150} = \text{dB}$ $C_{50-5000} = \text{dB}$ $C_{100-5000} = 0 \text{ dB}$
 $C_{T,50-3150} = \text{dB}$ $C_{T,50-5000} = \text{dB}$ $C_{T,100-5000} = -3 \text{ dB}$

Name des Prüfinstituts: Zivilingenieurbüro Dipl. Ing. Manfred Wurzinger; Bachgasse 2- A 2870 Aspang

Nr. des Prüfberichtes: 3

Datum 27.05.2010

Unterschrift:

Tabelle 3-6: Resultat Tabelle Nr. 3 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5							
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden							
Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1 $R'_{45,w}(C;C_T) = 37 (-1; -3) \text{ dB}$ Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.							
		$C_{50-3150} = \text{dB}$		$C_{50-5000} = \text{dB}$		$C_{100-5000} = 0 \text{ dB}$	
		$C_{T,50-3150} = \text{dB}$		$C_{T,50-5000} = \text{dB}$		$C_{T,100-5000} = -3 \text{ dB}$	
Summe der ungünstigen Abweichungen: 26,7 dB Maximale ungünstige Abweichung: 6,7 dB bei 1250 Hz.							
Frequenz [Hz]	R'_{45^e} [dB]	L1 [dB]	L2 [dB]	T [s]	Korr. [dB]	u. Abw. [dB]	
50		71,4	48,9				
63	24,3	73,3	50,9	1,98	1,9		
80	26,5	75,5	49,9	1,57	0,9		
100	23,6	73,8	49,1	1,00	-1,1		
125	32,0	75,3	41,7	0,89	-1,6		
160	28,6	72,2	42,6	1,01	-1,0		
200	26,6	72,0	44,8	1,10	-0,6	0,4	
250	32,7	72,6	38,1	0,85	-1,8		
315	35,1	72,2	35,8	0,94	-1,3		
400	34,0	71,2	36,0	0,96	-1,2	2,0	
500	32,5	72,2	38,6	0,98	-1,1	4,5	
630	35,2	72,8	36,5	1,00	-1,1	2,8	
800	38,9	70,6	30,7	1,02	-1,0	0,1	
1.000	37,4	68,9	30,4	1,00	-1,1	2,6	
1.250	34,3	67,8	32,3	0,96	-1,2	6,7	
1.600	37,0	68,3	30,0	0,95	-1,3	4,0	
2.000	40,0	68,2	26,7	0,90	-1,5	1,0	
2.500	38,4	65,7	25,6	0,86	-1,7	2,6	
3.150	41,1	63,8	20,8	0,83	-1,9		
4.000	45,3	67,8	20,7	0,84	-1,8		
5.000	49,3	70,3	19,0	0,81	-2,0		
Volumen des Empfangsraumes: 110,0 m ³ Volumen des Senderraumes: m ³ Fläche S des Trennbauteils: 19,50 m ²							
Bemerkungen:							
Nr. des Prüfberichtes: 3							

3.4 Messergebnisse Situation 3b: „Fensterlüfter Krobath“- geöffnete Lamellen

Tabelle 3-7: Prüfbericht Nr. 4 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5

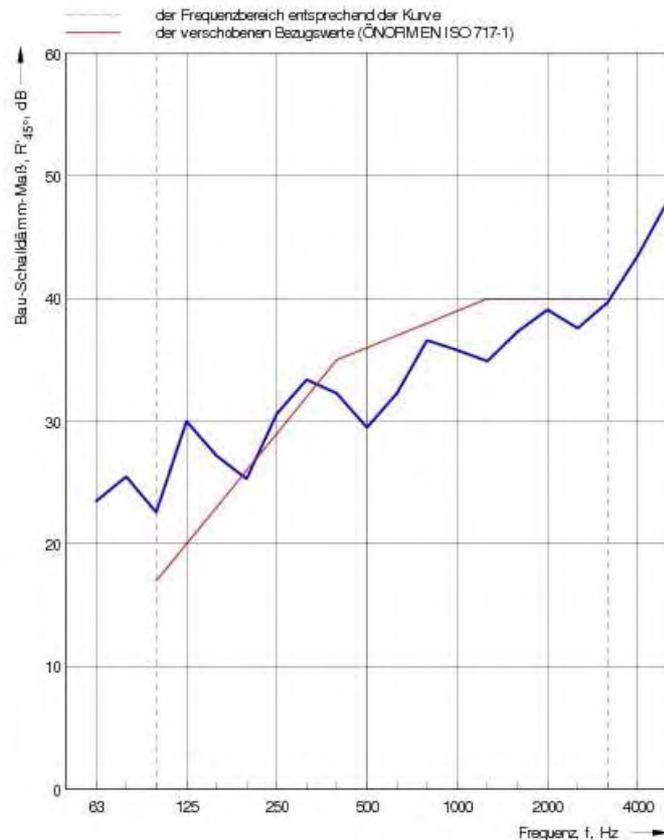
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden

Auftraggeber: Gassner & Partner Baumanagement GmbH Prüfdatum: 26.05.2010
 Aufbau: Wand ungedämmt, Fenster eingebaut, Lüfteröffnungen mit Mineralwolle und Betonplatten beidseitig verschlossen, Fugen abgedichtet,
 2x Fensterlüfter Fa. Krobath mit geöffneten Lamellen

Objekt: Wißgrillgasse 10, 1140 Wien, Top 06b

Fläche S des Trennbauteils: 19,50 m²
 Volumen des Senderraumes: m³
 Volumen des Empfangsraumes: 110,0 m³

Frequenz f [Hz]	R _{45°} Terz [dB]
50	
63	23,5
80	25,5
100	22,6
125	30,0
160	27,2
200	25,3
250	30,6
315	33,4
400	32,3
500	29,5
630	32,3
800	36,6
1.000	35,8
1.250	34,9
1.600	37,3
2.000	39,1
2.500	37,6
3.150	39,7
4.000	43,5
5.000	48,0



Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1

$R_{45^\circ, w}(C, C_T) = 36(-1; -3)$ dB

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen,
 die in Terzbändern gewonnen wurden.

$C_{50-3150} =$ dB	$C_{50-5000} =$ dB	$C_{100-5000} = 0$ dB
$C_{r,50-3150} =$ dB	$C_{r,50-5000} =$ dB	$C_{r,100-5000} = -3$ dB

Name des Prüfinstituts: Zivilingenieurbüro Dipl. Ing. Manfred Wurzinger; Bachgasse 2- A 2870 Aspang

Nr. des Prüfberichtes: 4

Datum 27.05.2010

Unterschrift:

Tabelle 3-8: Resultat Tabelle Nr. 4 Raum Top 06b, Luftschall

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM EN ISO 140-5							
Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden							
Bewertung nach ÖNORM EN ISO 717-1 $R_{45^{\circ}W}(C;C_T) = 36 (-1; -3) \text{ dB}$ Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.							
		$C_{50-3150} =$	dB	$C_{50-5000} =$	dB	$C_{100-5000} =$	0 dB
		$C_{T,50-3150} =$	dB	$C_{T,50-5000} =$	dB	$C_{T,100-5000} =$	-3 dB
Summe der ungünstigen Abweichungen: 30,8 dB							
Maximale ungünstige Abweichung: 6,5 dB bei 500 Hz							
Frequenz [Hz]	$R_{45^{\circ}}$ [dB]	L1 [dB]	L2 [dB]	T [s]	Korr. [dB]	u. Abw. [dB]	
50		71,4	49,8				
63	23,5	73,3	51,7	1,98	1,9		
80	25,5	75,5	50,9	1,57	0,9		
100	22,6	73,8	50,1	1,00	-1,1		
125	30,0	75,3	43,7	0,89	-1,6		
160	27,2	72,2	44,0	1,01	-1,0		
200	25,3	72,0	46,1	1,10	-0,6	0,7	
250	30,6	72,6	40,2	0,85	-1,6		
315	33,4	72,2	37,5	0,94	-1,3		
400	32,3	71,2	37,7	0,96	-1,2	2,7	
500	29,5	72,2	41,6	0,98	-1,1	6,5	
630	32,3	72,8	39,4	1,00	-1,1	4,7	
800	36,6	70,6	33,0	1,02	-1,0	1,4	
1.000	35,6	68,9	32,0	1,00	-1,1	3,2	
1.250	34,9	67,8	31,7	0,96	-1,2	5,1	
1.600	37,3	68,3	29,7	0,95	-1,3	2,7	
2.000	39,1	68,2	27,6	0,90	-1,5	0,9	
2.500	37,6	65,7	26,4	0,86	-1,7	2,4	
3.150	39,7	63,8	22,2	0,83	-1,9	0,3	
4.000	43,5	67,8	22,5	0,84	-1,8		
5.000	48,0	70,3	20,3	0,81	-2,0		
Volumen des Empfangsraumes: 110,0 m ³ Volumen des Senderraumes: m ³ Fläche S des Trennbauteils: 19,50 m ²							
Bemerkungen:							
Nr. des Prüfberichtes: 4							

4 Grundlagen der Messung

4.1 Zugrunde liegende Normen

Die Messungen werden gemäß folgenden Normen durchgeführt:

- o ÖNORM EN ISO 140-5 Akustik- Messung der Schalldämmung in Gebäuden und Bauteilen, Teil 5 Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden (Ausgabe 2008)
- o ÖNORM EN ISO 717-1 Akustik- Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen- Teil 1: Luftschalldämmung (Ausgabe 2006)
- o ÖNORM B 8115- 1 bis 4 Schallschutz und Raumakustik im Hochbau (Ausgaben 2002- 2006)

4.2 Messprinzip und Messergebnisse

Die einzelnen Messwerte wurden für den Bauteil Außenfassade zwischen dem Empfangsraum (Top 06b) und dem jeweiligen Sendebereich (Loggia Top 07) ermittelt. Die Nachhallzeit wurde für den Empfangsraum durch Messung bestimmt. Die Ergebnisse bzw. deren entsprechenden Bewertungen wurden nach den geltenden Normen (vgl. Pkt. 4.1) ausgewertet.

Während der Messungen waren im Empfangsraum alle vorhandenen Fenster und Türen geschlossen. Der Empfangsraum (Top 06b) war während der Messung teilmöbliert und war mit einem Laminatboden ausgestattet.

4.3 Luftschalldämmung nach Lautsprecher- Verfahren für Fassade

Die Messung der Luftschalldämmung der gegenständlichen Außenfassade wurde nach dem Lautsprecher Verfahren für die Fassade durchgeführt. Hierbei wird ein Lautsprecher an einer oder mehreren Positionen außerhalb des Gebäudes im Abstand von $> 5\text{ m}$ von der Fassade mit einem Schalleinfallswinkel von $45^\circ \pm 5^\circ$ aufgestellt.

Der mittlere Schallpegel, der im Sendebereich (ca. $5,0\text{ m}$ im Normalabstand vor der Außenfassade) durch ein stationäres Rauschen erzeugt wurde, wurde im Sendebereich ($2,0\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$ vor der Außenfassade und $1,5\text{ m}$ über Boden des Empfangsraumes) und Empfangsraum in den Terzfrequenzen von 100 bis 3150 Hz aufgezeichnet. Hierbei wurde eine in den Normen vorgeschriebene Anzahl von unterschiedlichen Mikrofon- bzw. Lautsprecherpositionen im Sende- bzw. Empfangsraum eingehalten (vgl. Pkt. 4.1)

Die nachfolgende Auswertung ergab folgende Einzahlangabe für den Bauteil Außenfassade:

Rw'_{45° ... bewertetes Bau- Schalldämmmaß bezogen auf die genormte Nachhallzeit $T_0=0,5\text{s}$

Hierbei wird eine Bezugskurve (gemäß EN IOS 717-1) in 1dB Schritten gegen die Messwertkurve verschoben, bis die Summe der ungünstigsten Abweichungen so groß wie möglich ist, jedoch nicht größer als $32,0\text{ dB}$ (bei Messung in 16 Terzbändern) beträgt. Eine ungünstige Abweichung bei einer bestimmten Frequenz ist gegeben, wenn das Messergebnis niedriger ist als der Bezugswert. Nur ungünstige Abweichungen werden berücksichtigt. Der Wert, in Dezibel, der Bezugskurve bei 500 Hz nach Verschiebung nach diesem Vorgang ergibt Rw'_{45° .

Weiters werden zwei Spektrum- Anpassungswerte (C und C_{tr}) angegeben, die zur Einzahlangabe zu addieren sind, um ein bestimmtes Schallpegelspektrum zu

berücksichtigen (C ... Spektrum für mittel- und hochfrequenten Lärm z.B. für Wohnungsaktivität, Kinderspielen, usw.; C_r ... Spektrum für überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm z.B.: Städtischer Verkehrslärm, Propellerflugzeug usw. ...).

Die Nachhallzeit wurde für dem Empfangsraum (Top 06b) durch Messung, unter Einhaltung der in den Normen vorgeschriebenen Anzahl von verschiedenen Mikrofon- bzw. Lautsprecherpositionen (vgl. Pkt. 4.1), bestimmt.

Eine durchgeführte Messung des Fremdgeräuschpegels ergab eine ausreichend große Differenz (> 10dB) zu dem zu messenden Schallpegel im Empfangsraum.

4.4 Messgeräte

Schallpegelmessgerät 1

Hersteller: Norsonic
Typ: NC-140, Fabr.Nr. 1403758
Jahr der letzten Eichung: 2009

Prüfschallquelle KI.0,3 (Kalibrator)

Hersteller: Norsonic
Typ: NC-1251, Fabr.Nr. 21394
Jahr der letzten Eichung: 2010

Rauschgenerator mit Leistungsverstärker

Hersteller: Velleman
Typ: K4301, K4004

Alle eingesetzten Messgeräte entsprechen der Präzisionsklasse 1 gemäß IEC – Publikation 61672 (Electroacoustics – Sound level meters) und sind geeicht (siehe Eichschein im Anhang).

Die einwandfreie Funktion der Messgeräte bzw. der Messkette samt Mikrofon wurde vor Beginn und nach Beendigung der Messung mit dem o.a. akustischen Kalibrator Norsonic 1251 überprüft.

4.5 Ergebnisunsicherheit

Die ausgewiesenen Messwerte beinhalten die Toleranz von ± 1 dB von geeichten Präzisionsschallmessgeräten.

Für die Vergleichspräzision wird nach ÖNORM EN ISO 140-5 Pkt. 7.3 ein Wert von etwa 2 dB angegeben.

5 **Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

	Seite
Abbildung 1-1: Wohnhaus Wißgrillgasse 10, 1140 Wien	3
Abbildung 2-1: Übersichtsplan 1. Obergeschoß	4
Abbildung 2-2: Foto; Messraum Top 06b	5
Abbildung 2-3: Foto; Sendebereich (Lautsprecherposition)	5
Abbildung 2-4: Foto, Außenfassade Raum Top 06b mit Lüfteröffnungen	6
Abbildung 2-5: InVenter iV14 Wohnraumlüfter	7
Abbildung 2-6: Verschlossene Lüfteröffnung	7
Abbildung 2-7: Krobath Fensterlüfter mit geschlossener Lamelle	8
Abbildung 2-8: Krobath Fensterlüfter mit offener Lamelle	8
Tabelle 1-1: Luftschallmessung	3
Tabelle 3-1: Prüfbericht Nr. 1 Raum Top 06b, Luftschall	9
Tabelle 3-2: Resultat Tabelle Nr. 1 Raum Top 06b, Luftschall	10
Tabelle 3-3: Prüfbericht Nr. 2 Raum Top 06b, Luftschall	11
Tabelle 3-4: Resultat Tabelle Nr. 2 Raum Top 06b, Luftschall	12
Tabelle 3-5: Prüfbericht Nr. 3 Raum Top 06b, Luftschall	13
Tabelle 3-6: Resultat Tabelle Nr. 3 Raum Top 06b, Luftschall	14
Tabelle 3-7: Prüfbericht Nr. 4 Raum Top 06b, Luftschall	15
Tabelle 3-8: Resultat Tabelle Nr. 4 Raum Top 06b, Luftschall	16

6 Eichschein verwendetes Messgerät

ÖSTERREICHISCHER EICHDIENST

AKKREDITIERT durch das
BUNDESMINISTERIUM für WIRTSCHAFT, FAMILIE und JUGEND



Eichstelle Nr. 571 für Schallpegelmessgeräte und Prüfschallquellen
Verification Body No. 571 for acoustic measuring instruments and sound calibrators

Hard- & Software für Schall und Schwingung

fellner

Ing. Wolfgang Fellner Gesellschaft m. b. H.



Eichschein: ES S 09-129
Verification Certificate

Gegenstand <i>Object</i>	Schallpegelmesser Kl. 0,7
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Norsonic
Typ <i>Type</i>	140
Herstellernummer <i>Serial No</i>	1403758
Auftraggeber <i>Customer</i>	Ing. Wolfgang Fellner GmbH 1220 Wien
Eichnummer <i>Verification No</i>	09-325
Anzahl der Seiten <i>Number of pages</i>	2
Datum der Eichung <i>Date of verification</i>	12.06.2009

Die Eichung erfolgt auf der gesetzlichen Grundlage des § 35 des Maß- und Eichgesetzes, BGBl.Nr. 152/1950, in geltender Fassung. Dieser Eichschein dokumentiert die Rückführbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Für die Einhaltung der Nacheichfrist gemäß § 15 des Maß- und Eichgesetzes ist der Benutzer verantwortlich.

The verification is performed in accordance with § 35 of the Metrology Act, federal gazette Nr. 152/1950, in the amended version.

This verification certificate documents the traceability to national standards, which realize the physical units of measurement according to the International system of Units (SI).

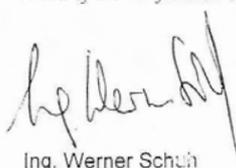
The user is obliged to have the object reverified at the intervals given in § 15 of the Metrology Act.

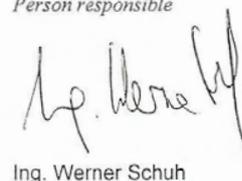
Dieser Eichschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen sind unzulässig. Eichscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
This verification certificate may not be reproduced other than in full. Verification certificates without signature and seal are not valid.

Stempel <i>Seal</i>	Datum <i>Date</i>	stv. Leiter der Eichstelle <i>Head of the verification body</i>	Zeichnungsberechtigter <i>Person responsible</i>
------------------------	----------------------	--	---

Ing. Wolfgang Fellner Ges.m.b.H.
akkreditierte Eichstelle
A - 1220 Wien, Cizekplatz 4
T: +43 (0)1 282 53 43, F: +43 (0)1 280 41 97
E: fellner@schallmessung.com

12.06.2009


Ing. Werner Schuh


Ing. Werner Schuh

Ing. Wolfgang Fellner GesmbH
Cizekplatz 4
A-1220 Wien
www.schallmessung.com

- 1 -