



Bundesministerium  
für Verkehr,  
Innovation und Technologie

**NACHHALTIG**wirtschaften  
k o n k r e t

**Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau  
1140 Wien, Utendorfgasse 7 - Phase Umsetzung**

**Endbericht**

Auftragnehmer:  
Schöberl & Pöll OEG

Autoren:  
DI Helmut Schöberl  
DI Christoph Lang

Wien, November 2008

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**xx/200x**

## **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 Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>  
oder unter:

Projektfabrik Waldhör  
Währingerstraße 121/3, 1180 Wien  
Email: versand@projektfabrik.at

# **Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau**

## **1140 Wien, Utendorfgasse 7 - Phase Umsetzung**

### **Endbericht**

Das Demonstrationsobjekt 'Passivhaus Utendorfgasse' ist ein Pionierprojekt, das Maßstäbe für den hochenergieeffizienten aber gleichzeitig kostengünstigen Geschosswohnbau gesetzt hat. Im Rahmen dieses Endberichts werden Einblicke in den Planungsprozess und die schlussendliche Ausführung mit besonderem Schwerpunkt auf die baulichen Mehrkosten gewährt.

The demonstration building 'Passivhouse Utendorfgasse' is a pioneer-project, which has setted standards in very energy-efficient, but also economic large-volume domestic housing. Within the limits of this final report there will be provided an insight into the planning process and the finally decided constructions with special focus on additional building costs.

Auftragnehmer:  
Schöberl & Pöll OEG

Autoren:  
DI Helmut Schöberl  
DI Christoph Lang

Wien, November 2008

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie Haus der Zukunft intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* 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, aber auch 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

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Projektabriss</b> .....	<b>3</b>
1.1 Ausgangssituation/Motivation .....	3
1.2 Inhalte und konkrete Zielsetzungen.....	3
1.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	4
1.4 Ausblick.....	7
<b>2 Einleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Dokumentation des Bauablaufs</b> .....	<b>10</b>
<b>4 Fachveranstaltungen und Vorträge</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Projektbeschreibung</b> .....	<b>17</b>
5.1 Grundlagen des Entwurfs .....	17
5.2 Konstruktion und Bauphysik.....	20
5.3 Haustechnik.....	30
5.4 Berechnungsmethoden.....	32
<b>6 Energetische Untersuchungen</b> .....	<b>33</b>
6.1 Gebäude und Anlagensimulation.....	33
6.1.1 Heizwärmebedarfsrechnung und Ermittlung der Heizlast mit Buildopt: .....	33
6.1.2 Simulink und die hygienische Beurteilung der Lüftungsanlage:.....	35
6.2 Passivhausberechnung nach dem Passivhaus Projektierungs Paket -PHPP .....	36
6.3 Luftdichtheitsmessungen .....	39
6.4 Messergebnisse .....	40
<b>7 Lüftungsanlage und Wärmeversorgung</b> .....	<b>45</b>
7.1 Fachhochschule Kufstein „Technischer Status von Wohnraumlüftungen“ .....	45
7.2 Allgemeines zu Wohnraumlüftungsanlagen .....	45
7.3 Konzept.....	46
7.4 Beschreibung der Bauteile der Anlage .....	48
7.4.1 Anforderungen an die Bauteile der Anlage .....	48
7.4.2 Wärmetauscher und Ventilatoren .....	51
7.4.3 Prinzipschema der Lüftungsanlage.....	52
7.5 Heizwärmeversorgung und Warmwasserbereitung .....	53
7.5.1 Kurzbeschreibung der Konzepte .....	54
7.5.1.1 Je ein Gasbrennwertgerät pro Haus und Zirkulationsleitung .....	54
7.5.1.2 Zwei Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Wohnungsstationen in jeder Wohneinheit.....	54
7.5.1.3 Ein Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Versorgung mittels Zirkulationsleitung.....	54
7.5.2 Gegenüberstellung der Konzepte .....	55
7.5.2.1 Wärmeverluste der Thermen, Speicher und Verteilleitungen .....	55
7.5.2.2 Wartung .....	55
7.5.3 Prinzipschema der Heizungsanlage.....	57
<b>8 Bauliche Mehrkosten</b> .....	<b>58</b>
8.1 Ausgangssituation, Methode, Einflussgrößen .....	58
8.2 Außenwand .....	61
8.2.1 Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz .....	61
8.2.2 Mehrkosten verursacht durch brandschutztechnische Erfordernisse .....	62
8.2.3 Blechanschluss .....	64
8.2.4 Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand .....	65

8.3	Dach.....	66
8.4	Unterste Geschoßdecke .....	67
8.5	Stiegenhaus .....	68
8.5.1	Schleusentüre .....	70
8.5.2	Bodenplatte Stiegenhaus .....	70
8.5.3	Wärmebrücken Fußpunkte Wände .....	71
8.5.4	Wände .....	71
8.5.5	Isokörbe .....	72
8.5.6	Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach .....	72
8.5.7	Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage) .....	72
8.6	Fenster .....	73
8.6.1.1	Allgemein .....	73
8.6.1.2	Glas.....	74
8.6.1.3	Rahmen .....	74
8.6.1.4	Einbau.....	74
8.6.1.5	Erhöhter Schallschutz .....	74
8.7	Hauseingangsportal.....	75
8.8	Notkamin .....	75
8.9	Verschattung .....	76
8.10	Luftdichtheit .....	77
8.10.1	Lift.....	77
8.10.2	Elektroinstallationen.....	78
8.10.3	Sanitär.....	78
8.11	Lüftungsanlage.....	79
8.12	Heizung.....	81
8.13	Tabellarische und grafische Zusammenfassung .....	82
<b>9</b>	<b>ÖKOinForm .....</b>	<b>84</b>
<b>10</b>	<b>Nachbetreuung der MieterInnen und NutzerInnenhandbuch .....</b>	<b>86</b>
<b>11</b>	<b>Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>89</b>
11.1	Passivhausstandard.....	89
11.2	Kosten.....	89
11.3	Vergleichbarkeit .....	90
<b>12</b>	<b>Ausblick/Empfehlungen .....</b>	<b>91</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>92</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>94</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>96</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>97</b>

## Kurzfassung

Obwohl die Passivhaustechnologie bereits seit Jahren bekannt ist und vor allem in unserem Nachbarland Deutschland zur Anwendung kam, gab es vor dem Demonstrationsprojekt 'Utendorfstraße' österreichweit kein einziges mehrgeschossiges Bauvorhaben, bei dem die Passivhauskriterien, definiert durch das Passivhaus-Institut Darmstadt, eingehalten und durch eine Zertifizierung als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ bescheinigt wurden.

Aufgrund umfangreicher Forschungsarbeiten in der Passivhaustechnologie und vernetzter Planung ist es möglich geworden, den internationalen Passivhausstandard zu erreichen und auch kosteneffizient umzusetzen.

**Das Passivhaus 'Utendorfstraße' ist ein Pionierprojekt, das Maßstäbe für den hochenergieeffizienten aber gleichzeitig kostengünstigen Geschosswohnbau gesetzt hat.**

Folgende Planungsziele und Inhalte zeichnen das Projekt 'Passivhaus Utendorfstraße' aus:

### **Passivhausstandard nachweislich zertifiziert:**

Folgende Grenzwerte gibt das Passivhaus-Institut für die Zertifizierung als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ an:

- Heizwärmebedarf  $\leq 15 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$
- Heizlast  $\leq 10 \text{ W/ m}^2$
- Luftdichtheit  $n_{50} \leq 0,6/ \text{ h}$
- Primärenergiebedarf  $\leq 120 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$

Diese Werte wurden bei allen drei Baukörpern eingehalten.

### **Baukosten:**

Als Kostengrenze für die baulichen Mehrkosten durch den Passivhausstandard wurde ein Wert von 75 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche festgesetzt. Die tatsächlichen baulichen Mehrkosten beliefen sich auf 41,31 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Das Ziel wurde also durch die vereinten Anstrengungen aller Projektpartner deutlich unterschritten.

### **Vergleichbarkeit:**

Die Vergleichbarkeit für Gebäude ähnlicher Bau- und Nutzungsart war ein wesentliches Ziel des Projekts. Deshalb wurden die Informationsaufbereitung, die technischen Berichte und die Auslegung des Projektes in einer beispielhaften Form zusammengestellt, sodass ihre Ergebnisse auch auf andere Bauvorhaben umlegbar sind.

Die NutzerInnenbefragung ergab, dass mit etwa 80% die Zufriedenheit mit dem Passivhaus überdurchschnittlich hoch ist.

Um sowohl die Nutzer als auch die Hausverwaltung mit den Besonderheiten des Passivhauses vertraut zu machen, wurden ein Nutzerhandbuch für die Mieter und ein weiteres für die Hausverwaltung verfasst. Des Weiteren wurde eine persönliche Grundschulung für jeden einzelnen Haushalt vorgenommen.

## Abstract

Although the Passivhouse-technology is known for years and particularly disposed in our neighbouring country Germany, before the demonstration building 'Utendorfgasse' there was no multi-story development throughout Austria that reached the Passivhouse criteria, defined by the Passive House Institute Darmstadt, and was certificated simultaneously as "quality-proofed Passivhouse".

Due to extensively research activities about the Passivhouse-technology and cross-linked planning it was permitted that the international Passivhouse-standard was reached and implemented cost-efficient.

**The Passivhouse 'Utendorfgasse' is a pioneer-project, which has setted standards in very-energy-efficient, but also economic large-volume domestic housing.**

The following objectives of the planning process distinguish the project 'Passivhouse Utendorfgasse':

### **Passivhouse-standard demonstrable certified:**

The following limit values are indicated by the Passive House Institute as requirement for certification as "quality-proofed Passivhouse":

- heating demand  $\leq 15 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$
- heating load  $\leq 10 \text{ W/ m}^2$
- airtightness  $n_{50} \leq 0,6/ \text{ h}$
- primary energy demand  $\leq 120 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$

### **Building costs:**

The upper limit of the additional building costs was scheduled at 75 euros/  $\text{m}^2$  useable living area. The effective additional costs came to 41,31 euros/  $\text{m}^2$  useable living area. So the result was well below the expected value, because of the united endeavors of the whole project team.

### **Comparability:**

The comparison with buildings of similar type of construction and use was one of the main goals of this project. That is the reason why the information processing, the technical reports and the coordination of this project were composed in an exemplary way, so that the results can also be used at further developments.

The user interview showed that the contentedness of over 80% with the passive house is higher-than-average.

To familiarise the occupants and also the property management with the specifics of a passive house, a handbook for the users and also for the property management was composed. Also a basic course of instruction was held for every single household.

# 1 Projektabriss

## 1.1 Ausgangssituation/Motivation

Die Passivhaustechnologie und der damit zusammenhängende „internationale Passivhausstandard“, definiert durch das Passivhaus-Institut Darmstadt, sind auch in Österreich bereits seit Jahren bekannt, kamen jedoch im Gegensatz zu unserem Nachbarland Deutschland nur sehr vereinzelt zur Anwendung. Das ist vor allem darauf zurückzuführen ist, dass die professionelle Entwicklung und Verbreitung der Passivhaustechnologie in Deutschland ihren Ursprung genommen hat.

Darüber hinaus gab es vor dem Demonstrationsprojekt 'Utendorfsgasse' österreichweit kein einziges mehrgeschossiges Bauvorhaben, bei dem die Passivhauskriterien nicht nur eingehalten, sondern auch durch eine Zertifizierung als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ bescheinigt wurden.

**Insofern ist das Passivhaus 'Utendorfsgasse' ein Pionierprojekt, das Maßstäbe für den hochenergieeffizienten aber gleichzeitig kostengünstigen Geschosswohnbau gesetzt hat.**

Die Motivation bestand darin, den Nachweis zu erbringen, dass es möglich ist, den internationalen Passivhausstandard auch im sozialen Wohnbau unter Vorgabe höchster Kosteneffizienz zu erreichen.

Bauträger des innovativen Projektes war die Heimat Österreich gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft m. b. H.

## 1.2 Inhalte und konkrete Zielsetzungen

Folgende Planungsziele und Inhalte zeichneten das Projekt 'Passivhaus Utendorfsgasse' aus:

### Passivhausstandard nachweislich zertifiziert:

Folgende Grenzwerte gibt das Passivhaus-Institut für die Zertifizierung als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ an:

- Heizwärmebedarf  $\leq 15 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$
- Heizlast  $\leq 10 \text{ W/ m}^2$
- Luftdichtheit  $n_{50} \leq 0,6/ \text{ h}$
- Primärenergiebedarf  $\leq 120 \text{ kWh/ m}^2\text{a}$

### Baukosten:

Als Kostengrenze für die baulichen Mehrkosten durch den Passivhausstandard wurde ein Wert von 75 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche festgesetzt, der deutlich unterschritten wurde.

### Vergleichbarkeit:

Die Vergleichbarkeit für Gebäude ähnlicher Bau- und Nutzungsart war ein wesentliches Ziel des Projekts. Die Informationsaufbereitung und Berichtslegung sollte in einer Form erfolgen, sodass ihre Ergebnisse auch auf andere Bauvorhaben umlegbar sind.

## 1.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### Passivhausstandard nachweislich zertifiziert:

Geprüft und zertifiziert wurde das Projekt 'Utendorfsgasse' von der unabhängigen Passivhaus Dienstleistung GmbH in Darmstadt. Bereits der Vorprüfbericht vom Mai 2005 bescheinigte den Passivhaus-Status und somit die Einhaltung aller erforderlichen Kriterien. Die Zertifizierung wurde im Oktober 2006 durch die Verleihung der Zertifikate „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ positiv abgeschlossen, womit der Nachweis der ordnungsgemäßen, passivhausgerechten Planung und Ausführung erbracht wurde.

**Dieses Projekt ist das österreichweit erste zertifizierte mehrgeschossige Passivwohngebäude.**

### Baukosten:

Die Zielsetzung der maximalen baulichen Mehrkosten für die Passivbauweise von 75 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnungsnutzfläche wurde deutlich unterschritten. Da das Projekt als sozialer Wohnbau einem besonders hohen Kostendruck unterworfen war, konnte durch die gemeinsamen Bemühungen des Projektteams für die baulichen Mehrkosten ein Wert von nur 41,31 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnungsnutzfläche, also ca. 4% der reinen Baukosten, erreicht werden. Die Baukosten der gesamten Wohnhausanlage betragen gemäß bei der Förderstelle eingereichten Endabrechnung 3,17 Mio. Euro exkl. USt., das sind 1.052,33 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnungsnutzfläche.

Die Kostenanalyse der baulichen Mehrkosten beim Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' hat weiters gezeigt, dass die Kostengrenze eingehalten werden kann, ohne dass auf einen hohen Standard in der Ausführung und Ausstattung des Gebäudes verzichtet werden muss.

Prozentual, als auch auf die gesamte Bausumme bezogen, steht das Projekt 'Utendorfsgasse' im Vergleich mit anderen Objekten sehr gut da. Bei vergleichbaren Objekten betrug der passivhausbedingte Mehrkostenanteil zwischen 345 und 545 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche und die Baukosten ca. 1.400 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche [TRE04] und [TRE05].

### Architektur:

Der Bauplatz 'Utendorfsgasse' befindet sich im Stadtteil Hütteldorf im 14. Wiener Gemeindebezirk. Das Grundstück hat eine Fläche von 2.608 m<sup>2</sup>. Die gesamte Wohnnutzfläche inklusive der Loggien beläuft sich auf 2.986 m<sup>2</sup>.

Das Grundstück liegt mit offener Sicht auf die Lainzer Berge im Süden, und wird nordseitig von der Utendorfgasse begrenzt, westseitig von einer Blockrandbebauung der 70er Jahre; ost- und südseitig befindet sich die Lindheimgasse. Auf dem Grundstück gibt es einen gewachsenen Baumbestand, der erhalten wurde. Im Osten liegt direkt an der Lindheimgasse ein großer Park mit Kinderspielplätzen, altem Baumbestand und einem Bach. Einkaufsmöglichkeiten, Kindergärten und Schulen sind über die nördlich an der Utendorfgasse liegende Linzer Straße gut erreichbar. Der Bahnhof der Westbahn und der U4 (Station Hütteldorf), sowie die Auffahrt zur Westautobahn sind in der Nähe.

Lärmimmissionen sind durch die südseitig befindliche Bahntrasse der Westbahn und der Hadikgasse, der Auffahrt zur Westautobahn, vorhanden. Diesem Umstand wurde durch einen besonders hochwertigen Schallschutz der südseitigen Fensterflächen Rechnung getragen.

Die 39 Wohnungen verteilen sich auf drei relativ gleichartige Baukörper. Der Spielplatz belegt den südöstlichen Teil des Grundstückes. Die drei Wohngebäude umfassen ein Erdgeschoss, drei Obergeschosse und eine Dachgeschosse. Sie öffnen sich mit Loggien, Balkonen und Dachterrassen nach Süden und bieten freien Blick auf die Lainzer Berge. Die durchschnittliche Größe der Wohnung beträgt ca. 75 m<sup>2</sup>.

Zwei der drei Gebäude schließen an die Feuermauern der bestehenden Bebauung an. Jeder Baukörper hat eine Länge von etwa 19 m und eine Tiefe von 15 m. Die bebaute Fläche beträgt 868 m<sup>2</sup>. Vom Hauseingang wird jeweils das Stiegenhaus mit einer Liftanlage und ein ebenerdiger Kinderwagen- und Fahrradabstellraum erschlossen. Im Untergeschoss befindet sich eine Tiefgarage mit 39 PKW-Stellplätzen. Die Einfahrt in die Tiefgarage erfolgt über die Lindheimgasse.

### **Konstruktion und Bauphysik:**

Das konstruktive Konzept sieht einen Scheibenbau (tragende Querwände) aus Stahlbeton vor. Dieses Konzept verspricht bei hoher Wirtschaftlichkeit eine große Nutzungsflexibilität. Zudem stellt die Massivbauweise einen wirksamen Massespeicher dar.

Aus bauphysikalischen Gründen werden bei einem Passivhaus zunächst warme und kalte Bereiche definiert. Diese Grenze stellt die thermische Hülle dar, deren Lage sich nach den Bedürfnissen und Aufenthaltsorten der zukünftigen Bewohner richtet. Die warmen Bereiche, innerhalb der „warmen Hülle“, werden mit hohen Dämmstärken gegen die kalten Bereiche abgegrenzt. Diese Dämmschicht ist um ein Vielfaches größer als die übliche Dämmstärke bei konventionellen Bauweisen und trägt wesentlich zur Minimierung der Transmissionswärmeverluste bei.

Die Lastabtragung und Auflagerung des Gebäudes erfolgt über die Tiefgarage. Hierbei muss insbesondere auf die thermische Trennung geachtet werden.

Um die Durchbrechung der thermischen Hülle möglichst gering zu halten, wechselt das Tragsystem an der Grenze zum Untergeschoss von tragenden Wandscheiben zu Mini-Stützen („Höckern“), die die Möglichkeit bieten die Kellerdeckendämmung möglichst ungestört mit der Außenwanddämmung zu verbinden. Ebenso wird durch diese Bauweise die Wärmebrückenwirkung der tragenden Innenwände minimiert und die thermische Hülle nur punktuell durchstoßen.

### Energie:

Aufgrund der hohen thermischen Qualität der Gebäudehülle beträgt die Heizlast gemäß PHPP je nach Haus zwischen 8,8 und 9,0 W/m<sup>2</sup>. Der Heizwärmebedarf liegt bei den einzelnen Häusern zwischen 14,0 und 15,0 kWh/m<sup>2</sup>a nach dem Monatsverfahren bei einer Raumtemperatur von 20 °C. Der Gesamtprimärenergiebedarf für Heizung, Lüftung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom beträgt zwischen 110 und 112 kWh/m<sup>2</sup>a bei Verwendung energieeffizienter Anlagenkomponenten.

### Haustechnik:

Die Lüftungsanlage ist eine zentrale Zu- und Abluftanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung. Bei dieser Anlage werden alle Wohnungen einer Stiege durch ein Lüftungsgerät versorgt. Die gesamte Wohnhausanlage umfasst drei Stiegen, folglich gibt es drei Lüftungsgeräte.

Das Lüftungssystem, bestehend aus Wärmetauscher, Filter, Zu- und Abluftventilator, Regelung und Frostschutz wurde zentral angeordnet. Sie wurde im Dachbereich, außerhalb der dämmenden Hülle, aufgestellt. Um die Wärmeverluste durch die Außenaufstellung möglichst gering zu halten, wurde einerseits das Gerät selbst und vor allem die sensiblen Lüftungsleitungen zwischen dem Gerät und der thermischen Hülle entsprechend hoch mit Dämmstoff isoliert. Der benötigte Volumenstrom wird über jeweils nur einen Zuluft- bzw. Abluftventilator gefördert. Bei diesem System wird die Frischluft mit der Fortluft im Wärmetauscher erwärmt und in die einzelnen Wohn- und Schlafräume geleitet.

In jedem der drei Häuser wurde im Kellergeschoss ein separater Heizraum vorgesehen. In diesem Heizraum wurde jeweils ein Gasbrennwertgerät untergebracht, das für die Erzeugung der Heizwärme und für die Warmwasserbereitung genutzt wird. Gleichzeitig wurde in jedem Haus ein Warmwasserspeicher mit 500 Litern vorgesehen. Besonders zu erwähnen ist, dass die Zielvorgabe der Einhaltung des Primärenergiekennwertes von 120 kWh/m<sup>2</sup>.a erreicht wurde, trotzdem das Grundstück nicht mit Fernwärme versorgt wird.

Ausgehend von den Heizräumen erfolgt die separate Versorgung der einzelnen Wohnungen einerseits für die Heizung (Vor- und Rücklauf) und andererseits für Warmwasser (mittels Zirkulationsleitungen).

## 1.4 Ausblick

Wie die letzten Jahre eindrucksvoll gezeigt haben, haben die Erfolge bei der Umsetzung dieses Bauvorhabens viele Bauträger und Planer überzeugt, dass moderner, energiesparender Wohnbau weder hochpreisig noch architektonisch minderwertig ist.

Darüber hinaus hat sich seit dem Planungsbeginn des Projektes 'Utendorfsgasse' bis zum heutigen Zeitpunkt ein bemerkenswerter Wandel in der Branche vollzogen – hochenergieeffizientes Bauen ist nicht länger eine belächelte Randerscheinung, die zu früheren Zeiten nur wenige Verfechter hatte, sondern längst „salonfähig“. Das lässt sich vor allem daran erkennen, dass Österreich Deutschland bei der gebauten Passivhausdichte überholt hat. Während im Westen Österreichs der anfängliche Schwung im Passivhausbau leider wieder etwas gedämpft wurde, ist insbesondere der Osten Österreichs besonders positiv zu erwähnen. Wie unlängst sogar den Massenmedien zu entnehmen war, hat Wien eine der höchsten Passivhausdichten im Vergleich der europäischen Großstädte.

So positiv der „Boom“ im Osten Österreichs auch ist, sollte man sich fragen, wodurch die derzeitige „Passivhaus-Flaute“ im eigentlich als besonders fortschrittlich und im energetischen Bauen tonangebenden Westen ausgelöst wurde. Gespräche mit Branchenkundigen haben Folgendes gezeigt. Im Westen Österreichs kam es zu einigen bedauerlichen Fehlplanungen. Hierbei wurde versucht die Physik zu „dehnen“ und Gebäude, die bei objektiver Betrachtung bestenfalls als Niedrigstenergiegebäude bezeichnet werden können, als Passivhäuser zu betreiben. Konkret bedeutet das, es wurde versucht Gebäude mit Luftheizsystemen zu beheizen, die hierfür nicht geeignet sind, da ihr realer Energieverbrauch hierfür zu hoch ist.

Das zeigt deutlich, wohin der Weg in die Zukunft führen soll. Beobachtet man die derzeitige Wohnbauförderungs- und Forschungsförderungssituation, ist das Wort Passivhaus beinahe schon zum Standard geworden. Es entsteht das Gefühl, dass das Themengebiet rund um den Passivhaus-Bau schon völlig erforscht ist und die Erkenntnisse nicht nur Stand des Wissens, sondern auch längst Stand der Technik sind. Nun, die tägliche Praxis im Umgang mit Planern und Bauherren zeigt, dass es nicht so ist! Daher lautet der Wunsch und die Empfehlung die Entwicklungen zwar rasch und konsequent in Richtung der sogenannten „Plusenergiehäuser“ weiterzuführen, aber nicht zu vernachlässigen, dass ein Großteil der Energien in die flächendeckende Verbreitung des bisher gesammelten Wissens fließen sollte. Nur so kann dauerhaft sichergestellt werden, dass ganz Österreich wieder einen konstanten Weg nach vorne, also in Richtung energiesparender Bauweise macht und Rückschritte durch fehlendes Know-how, wie anfangs beschrieben, vermieden werden können.

## 2 Einleitung

In den vergangenen Jahren haben energieeffiziente Projekte wie das Niedrigenergiehaus oder auch das Passivhaus immer mehr an Bedeutung gewonnen. Die Passivhausbauweise ist im Einfamilienhaus keine Seltenheit mehr und soll in diesem Forschungsprojekt auf den sozialen Wohnbau umgelegt und auf dessen wirtschaftliche und technische Machbarkeit hin überprüft werden. Beim Forschungsprojekt „Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau“ werden am Wohnbau-Projekt - Wien 14, 'Utendorfsgasse 7' - verschiedene Fragestellungen und Einflussfaktoren, die für eine Einführung des Passivhausstandards im sozialen Wohnungsbau von entscheidender Bedeutung sind, überprüft und dokumentiert.

Um die Rentabilität und somit die Machbarkeit der Anwendung der Passivhaustechnologie im sozialen Wohnbau zu überprüfen, wurden drei Bereiche genauer untersucht. Diese sind Energie, Kosten und zu einem späteren Zeitpunkt auch die Alltagstauglichkeit der Wohnanlage durch seine Bewohner. Das hier gewonnene Wissen wurde veröffentlicht und zur Verfügung gestellt.

Der internationale Passivhausstandard resultiert aus der Reduzierung der Wärmeverluste kombiniert mit einer Maximierung der Wärmegewinne durch eine gezielte Optimierung der Wärmespeicherfähigkeit eines Gebäudes. In der Praxis bedeutet dies eine Verringerung der U-Werte mittels Reduzierung der Wärmebrücken, luftdichte und kompakte Bauweise, Wärmerückgewinnung in der Lüftungsanlage und möglichst südliche Gebäudeorientierung. Die Liste der planerisch möglichen Maßnahmen ist lang und muss jedes Mal individuell auf das Bauvorhaben und den Bauplatz abgestimmt werden.

Das Passivhaus-Institut in Darmstadt, Deutschland legt folgende Grenzwerte für die Passivhaustechnologie fest:

- Limitierung des Heizwärmebedarfs auf 15 kWh/m<sup>2</sup>a,
- Limitierung der Heizlast auf 10 W/m<sup>2</sup>,
- gesicherte Luftdichtheit von  $n_{50} \leq 0,6$  pro Stunde und einen
- Gesamtprimärenergiebedarf von max. 120 kWh/m<sup>2</sup>a.

Ein besonderer Schwerpunkt bei diesem Projekt lag auf dem ökonomischen Aspekt des Bauvorhabens. Es galt, trotz extrem niedriger Baukosten, den internationalen Passivhausstandard einzuhalten.

Der Teilbereich „Bauliche Mehrkosten“ beschäftigt sich mit den Mehrkosten bei der Errichtung des Bauvorhabens, welche durch die Einhaltung des Passivhausstandards entstehen.

In der Vergangenheit wurde die Lukrativität und Rentabilität eines derartigen Projekts oft angezweifelt, da „passiv Bauen“ generell mit Mehrkosten verbunden ist, die sich zwangsläufig aus der höheren Dämmschicht und der hocheffizienten Lüftungsanlage ergeben. Laut einer Studie des Büro Treberspurg & Partner in Wien betragen die baulichen Mehrkosten von Passivhäusern im mehrgeschossigen Wohnbau zwischen 345 und 545 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Das entspricht in etwa 10-15% der Bausumme [TRE04]. In einer aktuellen Erhebung des Büro Treberspurg & Partner der in den letzten zwei Jahren

fertiggestellten, bzw. in Planung und Ausführung befindlichen Passivwohnanlagen ergeben sich Baukosten von ca. 1.400 Euro/m<sup>2</sup> [TRE05]. Beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' wurde daher eine eigene, begleitende Baukostenkalkulation während der Planung und Ausführung durchgeführt, um die Kostenobergrenze der Mehrkosten von 7% oder 75 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche einhalten zu können. Die Baukosten sollten den Wert von 1.055,00 Euro pro m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche nicht überschreiten.

Wie sich nach Baufertigstellung und Finalisierung der Abrechnung gezeigt hat, lagen die geschätzten und tatsächlich angefallenen Baukosten sehr nahe beieinander. Kostenbasis bilden die abgerechneten Preise der einzelnen Firmen, Stand 2006. Die Mehrkosten wurden nach Bauteilen ermittelt bzw. zugeordnet.

In den nachfolgenden Kapiteln dieses Endberichtes werden gemäß den vorab definierten Fragestellungen die folgenden Bereiche beschrieben:

- Dokumentation des Bauablaufs
- Fachveranstaltungen und Vorträge
- Passivhauszertifizierung
- Gebäude- und Anlagensimulation
- Lüftungsanlage
- Schleusentür
- Luftdichtheitsmessungen
- Bauliche Mehrkosten
- ÖkoinForm
- Nachbetreuung der MieterInnen
- Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 3 Dokumentation des Bauablaufs

Die nachfolgende Zusammenstellung listet die Meilensteine des Bauvorhabens 'Utendorfsgasse' auf:

- Mit den Bauarbeiten des wurde im April 2005 begonnen.
- Die Grundsteinlegungsfeier fand am 13. Juli 2005 statt.
- Mit Mitte Dezember 2005 wurde der Rohbau abgeschlossen.
- Die Baufertigstellung erfolgte im Oktober 2006.



Abbildung 1: Sauberkeitsschicht [Schöberl & Pöll OEG]



**Abbildung 2: „warme Hülle“ Stiegenhaus Decke über Tiefgeschoss [Schöberl & Pöll OEG]**



**Abbildung 3: Südostansicht im Rohbau [Schöberl & Pöll OEG]**



**Abbildung 4: Lüftungsanlage [Schöberl & Pöll OEG]**



**Abbildung 5: Südansicht © Bruno Klomfar**

## 4 Fachveranstaltungen und Vorträge

Die 'Utendorfsgasse' gilt als Pionierprojekt zum Thema „Bauliche Mehrkosten im Passivhausbau“. Um eine breitere Wirkung zu erzielen wurde auf diversen nationalen und internationalen Fachveranstaltungen über das Projekt und die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Lösungen referiert. Die nachfolgende Aufstellung listet die Teilnahme an Vorträgen und Fachveranstaltungen sowie die Veröffentlichungen in chronologischer Reihenfolge auf:

### Vortragstätigkeit:

#### **2003**

- 7. Internationale Passivhaustagung 2003: „Passivhausfenster Markt- und Kostenanalyse“, Passivhaus Institut u.w., 22. Februar 2003, Hamburg
- „Anwendung der Passivhaustechnologie im sozialen Wohnbau“, Schöberl & Pöll OEG und TU Wien – Zentrum für Bauphysik und Bauakustik, 28. April 2003, Workshop an der TU Wien mit Stadtrat Werner Faymann mit über 300 TeilnehmerInnen
- Solar Energy 2003, 7th international summer school: “Economical Passive House Construction”, 28. Juli bis 8. August 2003, Samedan, Schweiz

#### **2004**

- Passivhaus im Wohn- und öffentlichen Bau: „Das Passivhaus - Baukosten im sozialen Wohnbau“, BAUAkademie Bauwirtschaftszentrum Oberösterreich, 27. 1. 2004, Steyregg, Stefan Hutter, Anmerkung: Tagung mit LR Rudolf Anschöber und Dr. Wolfgang Feist
- Qualitätsbetriebe im Dialog: Hat das Passivhaus Zukunft?: „Sozialer Wohnbau 'Utendorfsgasse'“, Qualitätsbetriebe Tiroler Niedrigenergiehaus und Energie Tirol, 28. 1. 2004, Hall in Tirol
- klima:aktiv Baumeister - Lehrgang WIFI Wien 2004: „Kostenermittlung, Auswertung der bautechnischen Detailplanung und Vergleich mit der Baurealität, Kostenermittlung für NEH und PH“, unser Vortrag war am 13. 2. 2004, Wien
- Tagung Nachhaltige solare Gebäude – Ergebnisse aus dem IEA Forschungsprogramm SHC TASK 28: “Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau: Wien 14 'Utendorfsgasse'“, AEE INTEC, 26. 3. 2004, Wirtschaftskammer Österreich in Wien
- 8. Europäische Passivhaustagung und Messe 2004: „Wohnanlage Wien 'Utendorfsgasse'“, Passivhaus Institut u.w., unser Vortrag war am 17. 4. 2004, Wachau-Messe Krems
- Themenworkshop Haus der Zukunft in der Praxis: Müssen nachhaltige Gebäude mehr kosten? „Passivhausstandard bei niedrigen Baukosten im sozialen Wohnbau“, 28.05.2004, Erste Bank AG Wien

## 2005

- Universitätslehrgang "Master of Building Science": „Baukostenplanung und -optimierung“, 26. 1. 2005 und Workshop „Kostenkompetenz“ am 28. 1. 2005, Donau-Universität Krems
- klima:aktiv Baumeister - Lehrgang BauAkademie Wien und WIFI Wien 2005: „Kostenermittlung, Auswertung der bautechnischen Detailplanung und Vergleich mit der Baurealität, Kostenermittlung für NEH und PH“, unser Vortrag war am 13. 2. 2004, Guntramsdorf
- WiFi Oberösterreich klima:aktiv Bauen, Internes ‚train the trainer‘-Programm, Linz, 15/16. April 2005
- Grundsteinlegung Utendorfsgasse, 13. Juli 2005
- 2. Tag des Passivhauses, 12. November 2005, Exkursion und Fachveranstaltung auf der Passivhausbaustelle Utendorfsgasse

## 2006

- klima:aktiv bauen – Lehrgang WIFI Wien „Kostenermittlung – Mehrkosten Passivhaus“ 18. Februar 2006 und „Vernetzte Planung“ 4. März 2006, WIFI Wien
- Exkursion Utendorfsgasse, EU Präsidentschaft, 10. März 2006, Wien
- Exkursion Utendorfsgasse, EffCoBuild, 15. März 2006, Wien
- Exkursion Utendorfsgasse, klima:aktiv bauen – Lehrgang WIFI Wien, 23. März 2006, Wien
- 3. Tagung der Güteschutzgemeinschaft WDVS-Fachbetrieb: Passivhausdetails in der Praxis 30. März 2006, Mozarthaus Vienna.
- Workshop Nachhaltiges Bauen und Sanieren II: „Detailplanung und Ausführung bei Gebäuden mit großen Dämmstärken - Befestigung der Dämmung, wärmebrückenfreie Anschlussdetails, Einbindung von Bauteilen, etc. – Erfahrungen aus der Praxis“ 12. Mai 2006, Arch+Ing Akademie Wien
- Exkursion Utendorfsgasse, Stadt Wien, 1. Juni 2006, Wien
- Gebäude verstehen-bewerten-verbessern: „Passivhausdetails in der Praxis“ – Erfahrungen bei der Errichtung von mehrgeschossigen Passivhäusern“ 28. September 2006, TU Wien
- Jugend-Umwelt-Tage: „Gebäude und Nachhaltigkeit“ Exkursion Utendorfsgasse, 13. Oktober 2006, Wien
- GBV-Verband und klima:aktiv Modernisierungsmanager: „Kosteneffiziente Praxislösungen im Passivhaus-Neu- und Altbau“, 18. Oktober 2006, Wien
- Passivhäuser 2006: „Passivhausdetails in der Praxis“, 18. Oktober 2006, Brünn/Tschechische Republik
- Innovationen im großvolumigen Wohnbau: „Neubau Passivwohnanlage in der Utendorfsgasse, Wien 14“, 23. Oktober 2006, Wien
- 2. Bauforum Nachhaltigkeit: „Anwendung der Passivhaustechnologie in sozialen Wohnbau. Projekt Utendorfsgasse, Wien“, 24. November 2006, Technologiepark Villach

## 2007

- Universitätslehrgang „Master of Building Science“: Baukostenplanung und -optimierung“, 9. Februar 2007 und Workshop „Kostenkompetenz“ am 10. Februar 2007, Donau-Universität Krems

## 2008

- Universitätslehrgang „Master of Building Science“: Baukostenplanung und -optimierung“, 2. Februar 2008, Donau-Universität Krems
- Klimaschutz Gebäude – Bewertung von Gebäuden in Zeiten des Klimawandels, IBO-Kongress: „klima:aktiv haus: best practice Beispiele: Utendorfgasse“, 21. Februar 2008, Wien
- 4. IFB – Symposium Flachdachbau & Bauwerksabdichtung: „Flachdachaufbauten, Terrassenanschlüsse und Bauwerksabdichtung beim Passivhaus“, 13. März 2008, Wien
- klima:aktiv bauen – Lehrgang WIFI Wien „Kostenermittlung – Mehrkosten Passivhaus“ 17. Mai 2008, WIFI Wien
- Immobilien- und Facility Management Kongress, ATGA Akademie für technische Gebäudeausrüstung: „Nachhaltiges Bauen. Innovative, zukunftsorientierte Lösungsansätze, Beispiele aus der Praxis, Baukosten, Messergebnisse, Bewohnerzufriedenheit, Betriebskosten, Wartung“, 4. Juni 2008, Wien
- Round Table mit Top Management von Dow Chemical Company USA „Trends“, 15. Juli 2008, Hilton Plaza Wien

### Liste der Veröffentlichungen über die Utendorfgasse:

## 2004

- Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau, Helmut Schöberl, Thomas Bednar; etc., Endbericht 5/2004, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien 2004
- Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau, Helmut Schöberl, Stefan Hutter, Thomas Bednar; etc., Fraunhofer IRB Verlag, Bauforschung für die Praxis, Band 68, 2004

## 2007

- Sustainable Solar Housing, Exemplary Buildings and Technologies, Robert Hastings and Maria Wall, Contributor Helmut Schöberl, Earthscan Publications Ltd. on behalf of the IEA, SHC and ECBCS, 2007

## 2008

- Ist ökologisches Bauen in der Masse kostengünstig umsetzbar?  
Bauliche Mehrkosten für ökologisches Bauen am typischen mehrgeschossigen sozialen Wohnbau Wien 1140 Utendorfgasse 7. (Utendorfgasse ökologisch), Helmut Schöberl, Christoph Lang, Endbericht 32/2008, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien 2008

## 2009

- Kostengünstige Passivhaustechnologie im Geschosswohnungsbau, Helmut Schöberl, Fraunhofer IRB Verlag (in Vorbereitung)

### Pressespiegel:

Aufgrund der sehr großen Anzahl an Pressemeldungen, die unter anderem auch das Projekt 'Utendorfgasse' zum Inhalt haben, wurde auf eine Auflistung verzichtet. Die vollständige Liste kann auf der Homepage [www.schoeberlpoell.at](http://www.schoeberlpoell.at) eingesehen werden.

## 5 Projektbeschreibung

Das Bauvorhaben 'Utendorfgasse' ist ein Neubau einer mehrgeschossigen Wohnanlage in Wien - Hütteldorf. Bauträger war die Heimat Österreich gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft m. b. H. Die Generalplanung oblag der Schöberl & Pöll OEG. Die architektonische Planung wurde vom Architekturbüro DI Franz Kuzmich, Wien ausgeführt. Die Statik wurde vom Büro Werkraum ZT OEG getätigt. Für die Haustechnik war das Büro Vasko + Partner zuständig. Externe Beratung und Planung in Sachen Bauphysik und Passivhausbauweise wurden vom Ingenieurbüro ebök aus Deutschland geliefert. Die wissenschaftliche Begleitung erfolgte durch die TU Wien - Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz, Fachbereich Bauphysik.

### 5.1 Grundlagen des Entwurfs

Abbildung nicht verfügbar

**Abbildung 6: Übersichtsplan der Stadt Wien**

Das Grundstück befindet sich im 14. Wiener Gemeindebezirk und hat eine Fläche von 2.608 m<sup>2</sup>. An der Westseite befindet sich eine geschlossene Blockrandbebauung. Nordseitig wird das Grundstück durch die Utendorfgasse und südseitig durch die Lindheimgasse begrenzt. Die Ostseite ist unbebaut. Lärmimmissionen waren vor allem durch die südseitig befindliche Bahntrasse der Westbahn und die Hadikgasse, der Auffahrt zur Westautobahn, zu erwarten.

Es befanden sich mehrere größere Bäume auf dem Gelände, welche erhalten bleiben sollten. Für das geplante Bauvorhaben bedeutete dies, Mehraufwand durch Schutz des Baumbestandes und Ersatzpflanzungen.

Aufgrund der vorherrschenden Bauplatzsituation und Größe des Grundstücks wurde eine Vierteilung vorgenommen, welche mit drei gleichen Baukörpern und einem Kinderspielplatz belegt wird. Zwei der Baukörper schließen direkt an die westlich angrenzenden Feuermauern der Nachbarhäuser an, ein Baukörper ist freistehend im nördlichen Teil des Grundstücks zu finden. Das südöstliche Viertel wird für einen Kinderspielplatz genutzt.

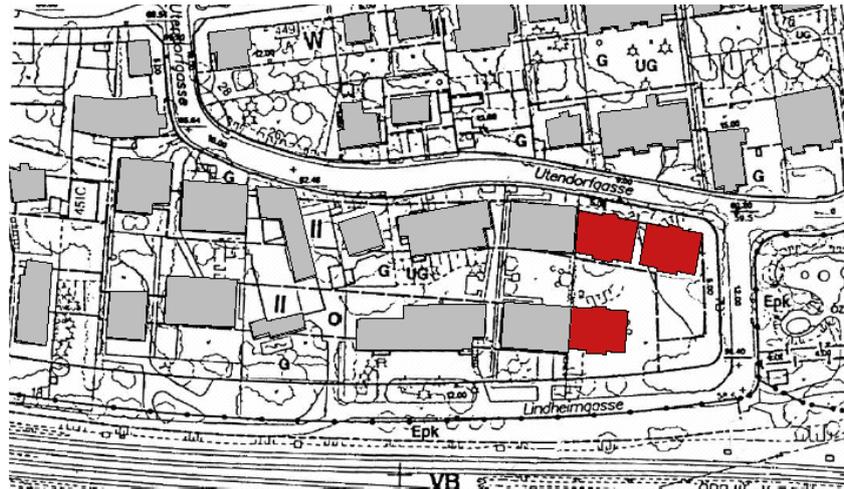


Abbildung 7: Lageplan [Arch. DI Franz Kuzmich]

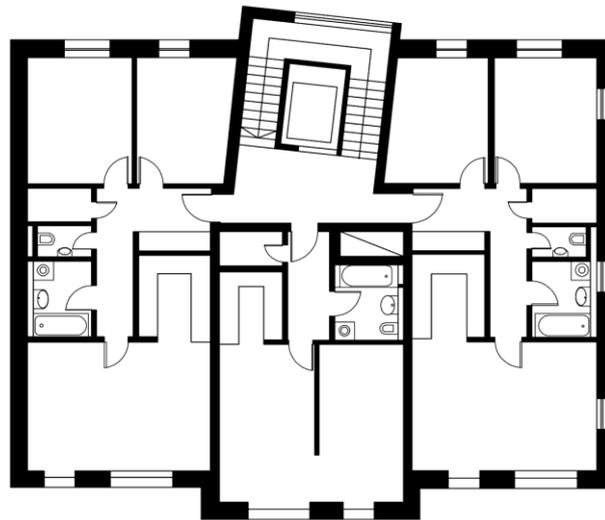


Abbildung 8: Grundrissplan [Arch. DI Franz Kuzmich]

Die Baukörper sind jeweils ca. 19 m lang und 15 m tief. Die Höhe ist auf 18 m beschränkt, daher sind in jedem Baukörper lediglich je ein Erdgeschoss, 3 Obergeschosse und ein Dachgeschoss untergebracht. Die bebaute Fläche beträgt dadurch 868 m<sup>2</sup>. Die gesamte Wohnnutzfläche inklusive der Loggien beläuft sich auf 2.986 m<sup>2</sup>. Eine Wohnung ist durchschnittlich ca. 75 m<sup>2</sup> groß, wobei drei verschiedene Wohnungstypen vorgesehen wurden. Insgesamt sind 12 Einheiten für 2-Personen-Haushalte, 19 Einheiten für 3-4-Personen-Haushalte und 7 Einheiten für 4-5-Personen-Haushalte geplant. Damit wurde die Haupt-Zielgruppe der Mieter als „junge Familien mit 1-2 Kleinkindern“ definiert. Die Wohnungen des Erdgeschosses bekommen zusätzlich einen südseitig gelegenen privaten Garten.



Abbildung 9: Außenanlagenplan [Arch. DI Franz Kuzmich]

### Besondere Merkmale:

Alle Wohnungen haben große südseitige Fenster sowie Loggien bzw. Balkone. Im Dachgeschoss befinden sich Terrassen. Die Fenster der nördlichen Fassade sind bewusst klein gehalten worden, um möglichst energie- und kosteneffizient zu arbeiten.

Die Erschließung der Baukörper erfolgt über nordseitig gelegene Stiegenhäuser. Links und rechts davon sind durchgesteckte Wohnungen angeordnet. Dadurch können die meisten Wohnungen von zwei Seiten belichtet und quer gelüftet werden. Zudem können die vertikalen Lüftungsleitungen, die bei einem Passivhaus notwendig sind, im Bereich der Einzelstiegenhäuser geführt werden.

Die warme Hülle des Passivhauses beinhaltet die Wohngeschosse und das Stiegenhaus. Das Erdgeschoss ist zur Tiefgarage hin gedämmt. Zwischen Tiefgarage und Erdgeschoss wurden zusätzlich die Fußpunkte der tragenden Wände thermisch entkoppelt. Ebenso fand eine thermische Entkopplung der Kellerdecke zum warmen Stiegenhaus statt. Diese war erforderlich, da aufgrund des zusammenhängenden Luftraums das Stiegenhaus samt Liftschacht auch im Untergeschoss Teil der warmen Hülle sein muss. Die anschließende Kellerdecke hätte ohne Thermoelemente oder sonstige Kompensationsmaßnahmen eine zu hohe Wärmebrücke dargestellt.

Jedes Haus ist zusätzlich mit einem ebenerdigen, im Erdgeschoss angeordneten, Kinderwagen- und Fahrradabstellraum ausgestattet. Alle drei Gebäude teilen sich eine Tiefgarage mit 39 Stellplätzen. Die Einfahrt erfolgt über die Lindheimgasse.



Abbildung 10: Perspektive 'Utendorfsgasse' [Arch. DI Franz Kuzmich]

## 5.2 Konstruktion und Bauphysik

Die Herausforderung bei diesem Projekt bestand darin, Durchdringungen der hochgedämmten ‚warmen‘ Hülle zu vermeiden, ohne dadurch die Statik des Gebäudes zu gefährden. Jede Durchdringung der warmen Hülle würde die bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes verschlechtern und eine Einhaltung des Passivhausstandards gefährden, bzw. unmöglich machen.

Begleitend zu diesem Bauvorhaben wurden wichtige Detailpunkte entwickelt und fortlaufend verbessert. Die Bauindustrie hat gerade begonnen, Produkte für eine hochgedämmte und luftdichte Bauweise zu entwickeln. Bei diesem Bauvorhaben sind teilweise neu entwickelte Produktlinien zum Einsatz gekommen, die mittlerweile als Standard etabliert sind.

### **Konstruktion:**

Das konstruktive Konzept ist ein Scheibenbau mit tragenden Querwänden. Dadurch wurde bei hoher Wirtschaftlichkeit eine große Nutzungsflexibilität gegeben.

Die warme Hülle des Passivhauses beinhaltet die Wohngeschosse und das Stiegenhaus. Das Erdgeschoss ist zur Tiefgarage hin gedämmt. Zur Wärmebrückenvermeidung wurden die massiven Innen- und Außenwandscheiben an der Grenze der thermischen Hülle auf ca. 40cm hohe „Höcker“ (=Ministützen) aufgelöst.

Die Außenwand des Gebäudes besteht aus Stahlbeton mit 27 cm außenliegender Wärmedämmung aus EPS-F plus. Die Fassadenoberfläche wurde verputzt. Die tragenden Keller- und Garagenwände sind aus Stahlbeton, ebenso die Decke der Tiefgarage, die im Bereich der Häuser 35 cm stark gedämmt ist. Die Trennwände der Kellerabteile wurden aus einer Holzlatten- oder einer Blechkonstruktion hergestellt.

Die Trennwände zwischen den Wohnungen bzw. zum Stiegenhaus bestehen aus Stahlbeton mit gedämmter Gipskartonvorsatzschale. Innerhalb der Wohnungen bestehen die Zwischenwände aus Gipskartonständerwänden mit entsprechender Mineralwolleinlage.

Die Geschosdecken bestehen aus Stahlbeton mit schwimmendem Estrich auf 3 cm Trittschalldämmung. Das Dach wurde aus Stahlbeton, mit 44 cm Wärmedämmung aus Mineralwolle, die zwischen zwei kreuzweise verlegten Kantholzern verlegt wurde, hergestellt. Als Dacheindeckung wurde ein System aus Blech gewählt.

### Bauphysik und Detailsbildungen:

Die Massivbauweise bietet sich innerhalb der „warmen Hülle“ zugleich als eine wirksame Speichermasse an.

Die Tiefgarage liegt außerhalb der „warmen Hülle“. Um die Wärmeverluste möglichst gering zu halten, war eine thermische Entkopplung der Fußpunkte der tragenden Wände notwendig, wo diese auf einem kälteren Bauteil aufliegen. Das heißt, das Gebäude steht auf „Ministützen“ in weiterer Folge Stahlbetonhöcker genannt. Dadurch wurde der Wärmeübertragende Querschnitt möglichst reduziert und auch die Verbindung zwischen Außenwanddämmung und Kellerdeckendämmung ermöglicht. Zwischen den „Höckern“ wurden Porenbetonsteine eingesetzt. Der letzte Stand bei diesem Detailpunkt ist die alternative Verwendung von XPS-G anstatt Porenbeton, da dieses einfacher zu verarbeiten ist und durch die geringere Wärmeleitfähigkeit ein noch günstigeres Wärmebrückenverhalten zeigt. Die Decke der Tiefgarage wurde zusätzlich mit einer 35 cm starken Dämmung belegt. Auf diese Weise konnte ein Wärmedurchgangskoeffizient für die Tiefgaragendecke von  $0,095 \text{ W/m}^2\text{K}$  erreicht werden.

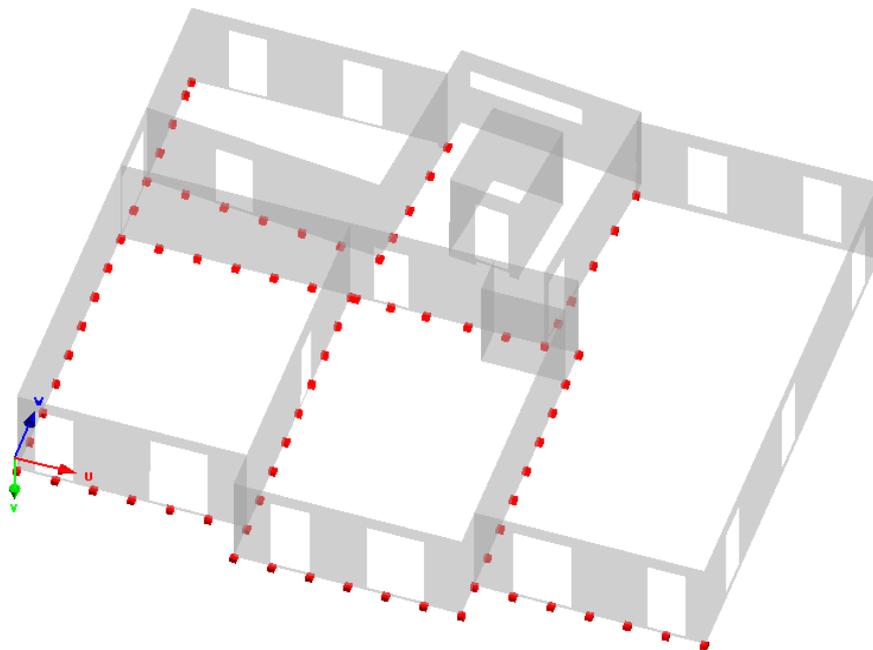


Abbildung 11: Modell der Anordnung der Stahlbetonhöcker [Werkraum ZT OEG]



Abbildung 12: Bewehrung Stahlbetonhöcker, daneben 2 Lagen Porenbetonsteine [Schöberl & Pöll OEG]



Abbildung 13: Oberhalb der Stahlbetonhöcker und des Porenbetons wird die Wand bewehrt [Schöberl & Pöll OEG]



**Abbildung 14:** Oberhalb der Schwarzabdichtung der Tiefgarage sind die Stahlbetonhocker zwischen den weißen zweilagigen Porenbetonsteinfeldern zu sehen. [Schöberl & Pöll OEG]

Für die thermische Trennung der anschließenden Wände und der Kellerdecke zum Stiegenhaus wurden Isokörbe zur Reduzierung der Wärmebrücken verwendet. Beim Bauvorhaben 'Utendorf-gasse' wurden Isokörbe mit der Brandschutzklasse F90 verwendet, um den Brandschutz durchgehend zu gewährleisten.

Die Außenwand des Gebäudes wurde als Wärmedämmverbundsystem mit 27 cm EPS-F plus auf einer Stahlbetonwand konzipiert. Die Dämmung wurde auf Klebeankern punktweise verklebt, da gemäß Kontrollrechnung eine konventionelle Dübelung die thermische Leistungsfähigkeit der „warmen Hülle“ um 5 % verschlechtert hätte. Es waren außerdem Hohlräume in der Dämmebene und zu große Fugen zwischen den Platten zu vermeiden, da diese den Wärmeverlust durch konvektiven Wärmetransport erhöhen.

Der Anschluss des Daches an die Wand erfolgt üblicherweise mit einem Blech, das die Wärmedämmung an dieser Stelle durchdringt oder zumindest darin eingeschnitten ist, wodurch eine Wärmebrücke entsteht. Ein spezielles Blechanschlussprofil, das mit dem Dünnputzgewebe verbunden ist, stellt eine sichere und wärmebrückenfreie Alternative dar. Auch bei der 'Utendorf-gasse' wurde dieses Anschlussprofil eingesetzt.

Aufgrund der hohen Dämmstärke mussten Brandschutzriegel im Bereich über den transparenten Bauteilen eingebaut werden, welche die Brandweiterleitung und ein Gefährden der Rettungsmannschaften durch Schmelzen des Dämmstoffes verhindern sollten. Mit der Stadt Wien wurden Brandversuche mit verschiedenen Brandschutzriegel-systemen durchgeführt. Ein Bericht liegt vor [SCH04]. Ergebnis der Versuche war, dass sowohl das bewährte System mit Mineralwolle als auch ein System mit einer Kalziumsilikatplatte den notwendigen Brandschutz erfüllen. Die Kalziumsilikatplatte ist zwar die günstigere Lösung, kam aber beim gegenständlichen Bauvorhaben nicht zur Anwendung, stattdessen hat man sich für die Variante „Mineralwolle mit wenigen Zentimetern Überdeckung aus EPS-F“ entschieden. Dieses System hat den Vorteil, dass die Dämmschicht unter der Putzschicht an der ganzen Fassade aus dem gleichen Material besteht, und v.a. ein allfälliges Reißen des Putzes an diesen Stellen verhindert werden kann.

Die Passivhaus-Fenster wurden mit einem hochdämmenden Fenstertyp mit Dreifach-Verglasung und hoch isoliertem Rahmen ausgeführt. Die Süd-, West- und Ostfenster erfüllen einen verbesserten Schallschutz von 43 dB. Die Fenster wurden in die Dämmebene gesetzt, um die Wärmebrücke minimal zu halten. In diesem Punkt wurde das vorgesehene Detail verbessert und durch eine Wärmebrückenberechnung überprüft.

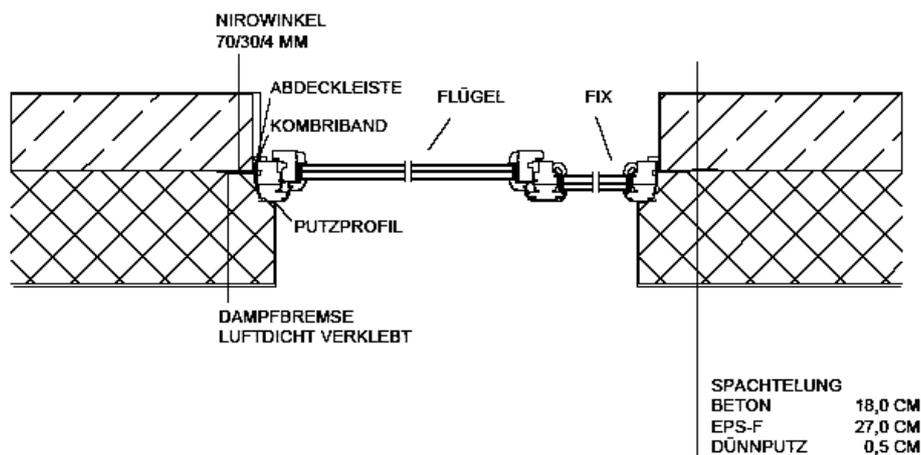
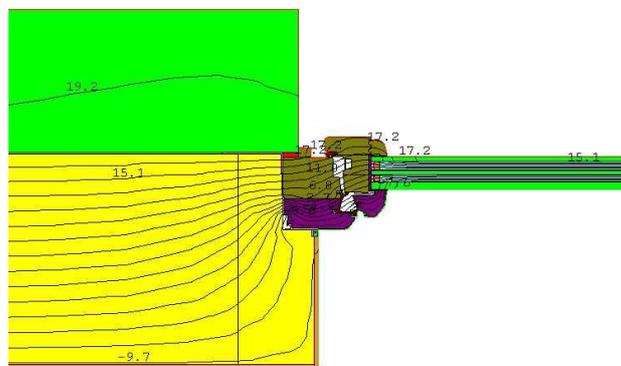


Abbildung 15: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – ursprünglich vorgesehener Fensteranschluss [Arch. DI Franz Kuzmich]



$$\Psi_{\text{Fenstereinbau}} = 0,030 \text{ W/mK}$$

Abbildung 16: Wärmebrückenberechnung seitlicher Fensteranschluss [Schöberl & Pöll OEG]

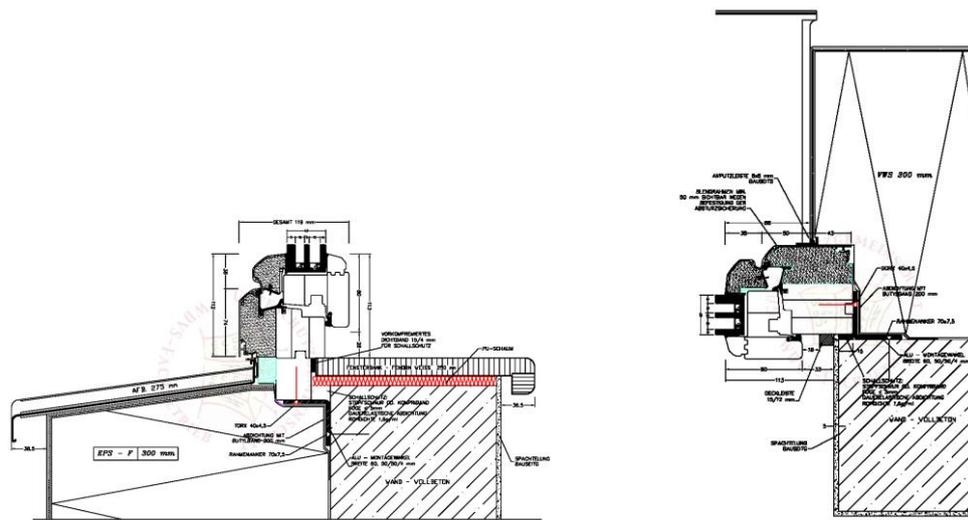


Abbildung 17: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – ausgeführter Fensteranschluss [Quelle: Schöberl & Pöll, Internorm]

Für die Hauseingangstüren der drei Häuser konnte ein Produkt mit hochgedämmtem Aluminiumrahmen und Dreifachverglasung gewählt werden, das bereits werkseitig auf Luftdichtheit geprüft wurde. Die gängigen Aluminium-Hauseingangstüren erfüllen im Regelfall nicht die Anforderung der Luftdichtheit. Je nach geforderter Luftdichtheit ( $n_{50}$ ) und höhe des Stiegenhauses (thermischer Auftrieb, Kamineffekt) sind Systeme mit einer Luftdichtheitsklasse zwischen 3 und 4 anzuraten. Gewöhnliche Eingangsportale liegen etwa bei der Klasse 2, was für den Passivhausbau grundsätzlich als zu gering einzustufen ist. Luftdichte Hauseingangstüren in Holz werden derzeit lediglich für den Einfamilienhausbau angeboten.

Als T30 Brandschutztür zwischen Schleuse und Tiefgarage konnte keine Tür aus Stahl gefunden werden, die die Anforderungen an die Luftdichtheit nachweislich erfüllt. Daher wurde auf ein Holztürblatt mit einer Stahlzarge zurückgegriffen. Im Hinblick auf die Luftdichtheit wurde ein vierseitig umlaufender Doppelfalz statt des ursprünglich vorgesehenen Einfachfalzes gewählt.

Im Sinne einer nachhaltigen Bauweise ist die Luftdichtheit dauerhaft sicherzustellen. Bei der Ausführung von Anschlusspunkten verschiedener Bauteile und Durchstoßpunkten von Leitungen wurde auf die Dauerhaftigkeit der Ausführung der luftdichten Hülle und der Feuchtigkeitsabdichtung besonders geachtet.

Beim Passivhausbau soll versucht werden, die luftdichte Hülle mit so wenigen Leitungen wie möglich zu durchdringen, so beispielsweise auch bei den Elektroleitungen. Gemäß Wiener Bauordnung sind jedoch die Elektrozähler zentral zugänglich anzuordnen, wodurch die Anordnung im Tiefgeschoss und damit die Durchdringung der warmen Hülle mit etlichen Leitungen erforderlich war. Für die dauerhafte Abdichtung der Leitungen bei gleichzeitiger Erfüllung der Brandschutz-Anforderungen wurde folgende Lösung gefunden:

Luftdichtheitsprobleme bei Durchdringungen treten meist dann auf, wenn die Durchdringung horizontal verläuft, da hier der Verguss mit Mörtel kein gutes Ergebnis liefert. Darum soll versucht werden Durchdringungen senkrecht anzuordnen, hier ist der Verguss mit Mörtel aus feinem Zuschlagstoff meist ausreichend luftdicht. Kabel sind immer

einzelnen in einem Hüllrohr zu verlegen. Die Hüllrohre müssen vordefinierte Abstände zueinander haben. Somit entstehen zwischen den Hüllrohren keine Hohlräume, die nicht mit Mörtel vergossen werden können.

### Ökologische und bauphysikalische Aspekte:

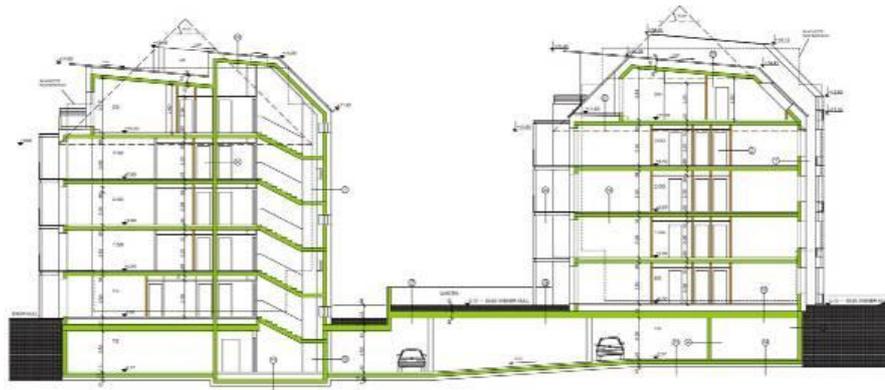
#### 1. Kubatur:

Es hat im Vorfeld einen Optimierungsprozess gegeben, welcher die günstigste Kubatur für das Bauprojekt ermittelt hat. Nachfolgend ein kurzer Einblick:



Abbildung 18: Entwicklung Kubatur, Perspektiven [Arch. DI Franz Kuzmich]

PASSIVHAUS UTENDORFGASSE; 1140 WIEN



Längsschnitt  
HEIMAT ÖSTERREICH

GENERAL PLANUNG SCHÖBERL & PÖLL, OEG  
ARCHITEKT DI FRANZ KUZMICH 18.08.03

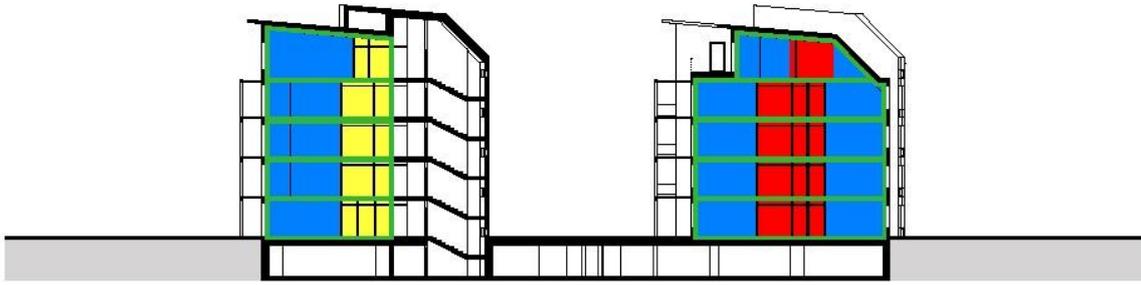
Abbildung 19: Längsschnitt [Arch. DI Franz Kuzmich]

2. Thermische, luftdichte Hülle:

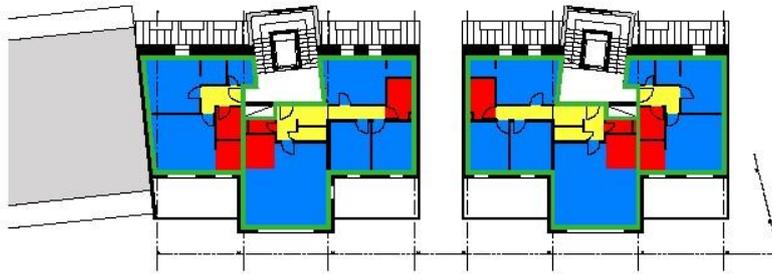
Eine Wärmebrückenreduktion im Bereich des Übergangs zur kalten Tiefgarage und im Bereich der Fenster und Balkone wurde durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass lineare Wärmebrücken als wärmebrückenfrei gelten, wenn ihr Verlustkoeffizient  $\psi$  kleiner  $0,01 \text{ W/mK}$  ist.

Das Luftdichtheitskonzept umfasst das Gesamtgebäude. Die Stiegenhäuser befinden sich zentral im Gebäude, sind Teil der thermischen Hülle und wurden deshalb ebenfalls luftdicht ausgeführt. Um einen Mindestluftwechsel zu ermöglichen, werden sie auch von der zentralen Lüftungsanlage be- und entlüftet. Nachfolgend sind die einzelnen Zonen dargestellt:

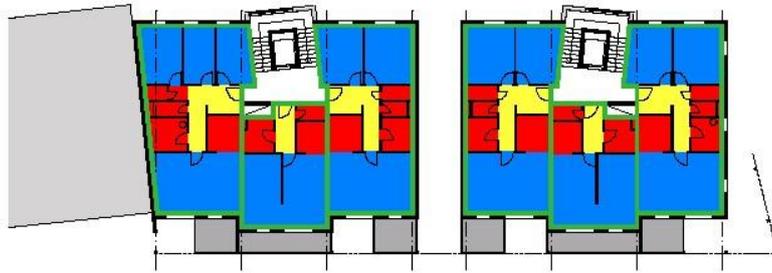
LÜFTUNGSZONIERUNG



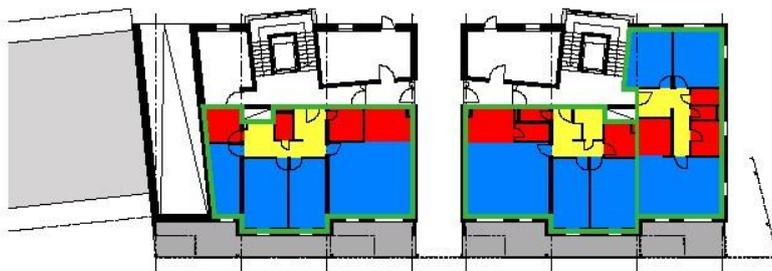
SCHNITT M 1 : 500



GRUNDRISS DACHGESCHOSS M 1 : 500



GRUNDRISS REGELGESCHOSS M 1 : 500

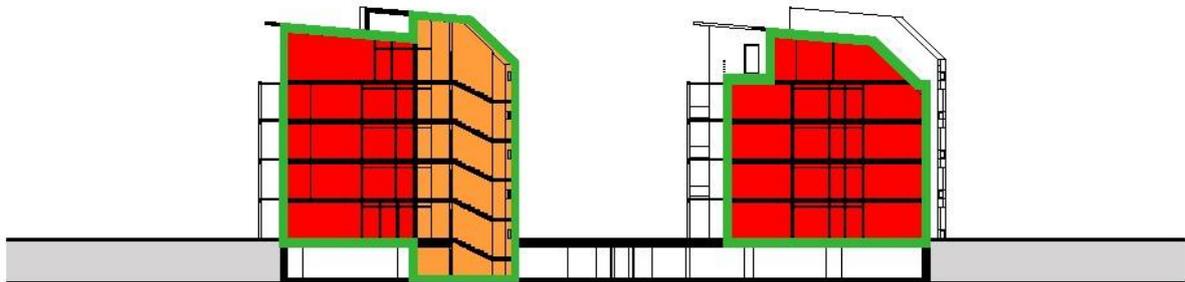


GRUNDRISS ERDGESCHOSS M 1 : 500

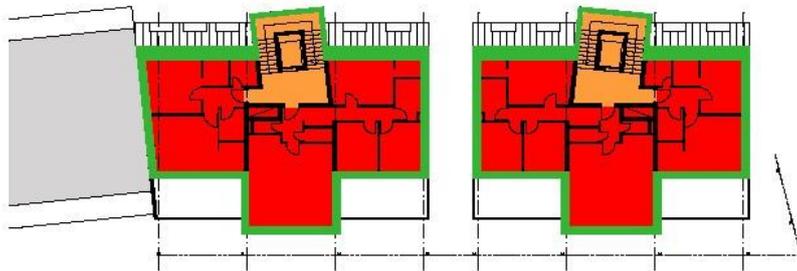
- ZULUFTZONE
- ÜBERSTRÖMZONE
- ABLUFTZONE

Abbildung 20: 'Utendorfasse' – Lüftungszonierung [Arch. DI Franz Kuzmich]

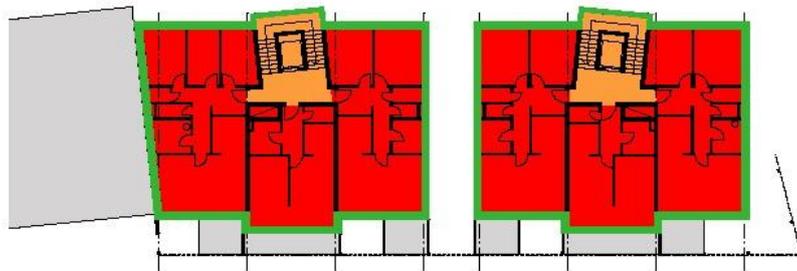
THERMISCHE ZONIERUNG



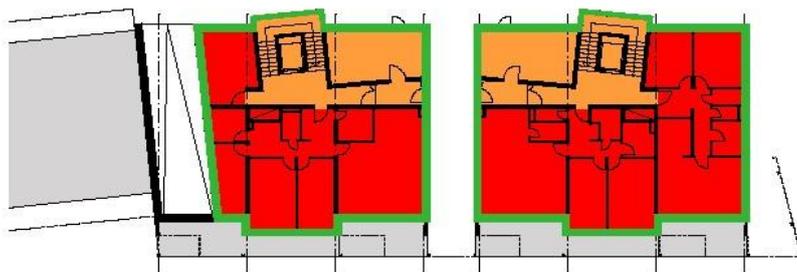
SCHNITT M 1 : 500



GRUNDRISS DACHGESCHOSS M 1 : 500



GRUNDRISS REGELGESCHOSS M 1 : 500



GRUNDRISS ERDGESCHOSS M 1 : 500

- UNBEHEIZTE ZONE
- BEHEIZTE ZONE
- HOCHGEDÄM. GEBÄUDEHÜLLE

Abbildung 21: 'Utendorfsgasse' – thermische Zonierung [Arch. DI Franz Kuzmich]

### 3. Behaglichkeit, Gesundheit, Nutzungstoleranz:

Bei der Verwendung von Lüftungsanlagen im Wohnbau sollten einige Besonderheiten berücksichtigt werden:

- Vor allem muss die hygienische Qualität der Zuluft gesichert sein, indem hygrometrische Zustände in der Anlage, welche ein Wachstum von Mikroorganismen fördern, vermieden werden.
- Die Erwärmung der Zuluft wurde auf ca. 50 °C beschränkt, um unangenehme Gerüche durch Staubverschmelzung zu vermeiden.
- Die Akustik der Lüftungsanlage sollte im Schlafbereich höchstens  $\leq 20$  dB(A) betragen. Gemäß Richtlinie der MA25 sollen die Werte in Wohnzimmer und Küchen 25 dB(A), in Schlaf- und Kinderzimmern 23 dB(A) und in Bad und WC 27 dB(A) nicht überschreiten. Messungen der TU Wien am fertiggestellten Objekt haben gezeigt, dass die Werte teils deutlich unterschritten wurden.

### 4. Eine Optimierung der Tiefgaragenkubatur und Konstruktion hat stattgefunden. Eine Einsparung des zum Einsatz kommenden Stahlbetons konnte minimiert werden. Weiteres hierzu siehe Kapitel 9 „ÖKOinForm“.

## 5.3 Haustechnik

Der Passivhausstandard arbeitet mit einer integrierten Lüftungsanlage, welche die Funktion von Heizung und Lüftung gleichzeitig erfüllt. Auf diese Weise wird eine behagliche Raumtemperatur bei ausreichender Frischluft gewährleistet.

Beim Bauvorhaben 'Utendorf-gasse' kam eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmetauscher zum Einsatz. Bei dieser Anlage werden mehrere Wohnungen (drei Lüftungsanlagen für drei Stiegen) mit einem Lüftungsgerät versorgt. Das Lüftungssystem besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- Lüftungszentralgerät, bestehend aus:
  - Wärmetauscher
  - Zu- und Abluftventilator
  - Filter
  - Regelung und Frostschutz
- Verteilnetz:
  - Lüftungsleitungen
    - Versorgungsleitungen vom Lüftungsgerät am Dach über einen zentralen Schacht im STGH-Bereich
    - Lüftungsleitungen im Wohnungsverband
  - Schalldämpfer
  - Volumenstromregelung
  - Heizregister zur Zuluftnacherwärmung (Einbringung des Restwärmebedarfs für die Raumheizung)
  - Weitwurfdüsen (Zuluft), Tellerventile (Abluft)

Die Lüftungsanlage kann von den NutzerInnen wie folgt geregelt werden:

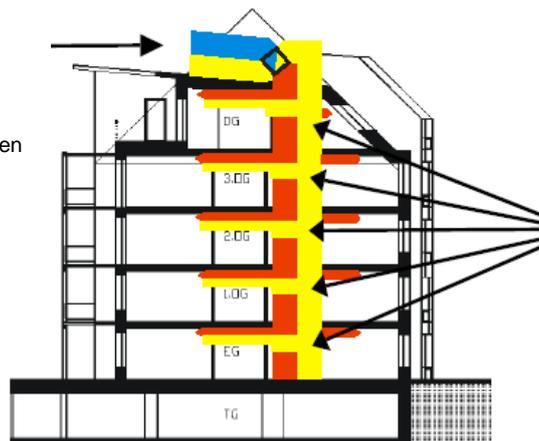
- „Aus“ (minimaler Luftwechsel)
- „Eco“ (Standard) (n = ca. 0,30 1/h)
- „Normal“ (falls höhere Raumtemperatur gewünscht) (n = ca. 0,40 1/h)
- „Party“ (hohe Personenanzahl, leichte Stoßlüftung) (n = ca. 0,60 1/h)

Es hat sich herausgestellt, dass die Beschriftung nicht optimal gewählt wurde. Bei hinkünftigen Projekten wird sie modifiziert werden. So sollte beispielsweise deutlicher zu erkennen sein, dass der ca. 0,3-fache Luftwechsel die empfohlene Standardeinstellung ist.



Abbildung 22: Volumenstromregelung und Thermostat [Schöberl & Pöll OEG]

**Zentral**  
Wärmetauscher  
Außenluftfilterung  
Frostschutzsicherung  
Zu- und Abluftventilatoren



**Dezentral**  
Nachheizregister  
Volumenstromregelung  
Weitwurfdüsen

Abbildung 23: haustechnisches Konzept [Schöberl & Pöll OEG]

## 5.4 Berechnungsmethoden

Die bei diesem Bauvorhaben angewandten Berechnungsmethoden werden im Folgenden aufgelistet. Eine nähere Erklärung ist in den weiteren Kapiteln zu finden.

1. Für die Beurteilung, Anwendung und Dimensionierung der Passivhaustauglichkeit bei diesem Bauvorhaben sind folgende Berechnungen durchgeführt worden:
  - Simulationsprogramme:
    - Dynamische Gebäudesimulation
    - Passivhaus Projektierung Paket (PHPP)
  - Auf ÖNORMEN basierende Methoden zur Berechnung energetischer Kennwerte:
    - Berechnung des Heizwärmebedarfs
    - Berechnung der Heizlast
    - Berechnung der Wärmebrücken
  - Empirische Methoden:
    - Luftdichtheitsmessung
    - Berauchungsversuche
    - Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen
    - Energieverbrauchsmessungen
2. Die Kostenberechnungen werden als spezifische Werte pro m<sup>2</sup> förderbare Wohnnutzfläche ausgewiesen. Die Kostenberechnung beruht auf den tatsächlichen Baukosten unter Berücksichtigung aller gewährten Nachlässe und dem Skonto.

Eine Aufstellung pro m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche, anstatt der z.B. in Deutschland auch üblichen Bruttogesamtfläche, hat den Vorteil, dass die anfallenden baulichen Mehrkosten akkurater miteinander verglichen werden können. Die Bruttogesamtfläche bezieht sich auf die bebaute Fläche, vernachlässigt dabei allerdings, dass verschiedene Bauweisen verschieden dicke Wände implizieren. Diese meist systembedingte Situation beeinflusst die tatsächliche Nutzfläche eines Gebäudes. So ist in Leichtbauweise die Nutzfläche gemessen an ihrer Bruttogesamtfläche größer als beim Massivbau; ein traditionelles Gebäude hat bei gleicher Bruttogeschossfläche eine höhere Nutzfläche als ein in Passivhausbauweise errichtetes. Die Wandstärken bilden hier den entscheidenden Faktor, der die Nutzfläche beeinflusst, und mitberücksichtigt werden sollte.

Die Gliederung erfolgt nach der ÖNORM B 1801-1.

## 6 Energetische Untersuchungen

Bei einem Pionier-Bauvorhaben dieser Größe mit der speziellen Anforderung der Passivhaustauglichkeit sind energetische Untersuchungen unabdingbar. Diese haben vor allem den Zweck die Ergebnisse der unterschiedlichen Berechnungsverfahren sowohl miteinander, als auch mit den im Betrieb durchgeführten Verbrauchs-Messungen zu vergleichen.

### 6.1 Gebäude und Anlagensimulation

Eine Gebäude- und Anlagensimulation wird beispielsweise durchgeführt, um das energetische Verhalten detailliert zu untersuchen. Anders als bei stationären und quasistationären Verfahren wird hier nicht mit klimatischen Mittelwerten relativ langer Zeiträume gearbeitet. Damit kann gegenüber konventionellen Programmen das thermische Verhalten eines Gebäudes mit deutlich höherer Genauigkeit abgebildet werden.

Im konkreten Fall galt es nachzuweisen, dass das Gebäude passivhaustauglich ist, also die geforderten Kennwerte erfüllt sind und jede Wohneinheit für sich zuluftbeheizbar ist. Meist ist die dynamische Gebäudesimulation ein mehrstufiger Prozess, in dem die einzelnen Gebäudeteile optimiert werden.

#### 6.1.1 Heizwärmebedarfsrechnung und Ermittlung der Heizlast mit Buildopt:

Die dynamische Simulation dient der Berechnung des Heizwärmebedarfs und der Heizlast und wurde für alle drei Häuser durchgeführt. Der Heizbetrieb wird als kontinuierlich betrachtet, sodass es in der Berechnung der Heizlast zu keinem Zuschlag für die Aufheizung nach einer Heizunterbrechung kommt.

##### **Beschreibung des Programms:**

Das Programm Buildopt [BED02] dient der Erstellung eines Multizonenmodells eines Gebäudes. Folgende Kenngrößen eines Gebäudes können ermittelt werden:

- Verschattung:  
Aus der Geometrieingabe des Gebäudes und der Umgebung wird monatsweise für jedes Fenster die tatsächliche Verschattungssituation ermittelt. Die Verschattungsberechnung wird für jeden Monat an einem Tag in der Monatsmitte durchgeführt.
- Heizwärmebedarf:  
Das Programm erlaubt die Berücksichtigung von beheizten und unbeheizten Zonen. Die Verluste von zweidimensionalen Wärmebrücken werden den Leitwerten der Bauteile hinzugerechnet. Die Ermittlung des erforderlichen Heizwärmebedarfes erfolgt nach ÖNORM EN 832.

- Heizlast:  
Neben der HWB-Ermittlung kann auch die Heizlast durch das Programm bestimmt werden.
- Sommerverhalten:  
Buildopt ermöglicht die Bestimmung der Übertemperaturgradstunden, die zur Bewertung des Sommerverhaltens herangezogen werden.
- Variationen:  
Durch die Möglichkeit der Variation der Eingabeparameter Dämmstärke, Fenstergrößen, Fenstertypen und Größe der Verschattungselemente werden die Zusammenhänge zwischen den Eingabeänderungen, den bauphysikalischen Kenngrößen und den Kosten ermittelt.

### Eingabedaten Geometrie:

Grundlage der geometrischen Eingaben waren die architektonischen Planungsunterlagen. Die folgende Abbildung stellt exemplarisch ein Drahtgittermodell von Haus 2 des Projektes 'Utendorf-gasse' dar. Fenster werden rot, Verschattungsflächen, inklusive eines Teils der Tiefgarage, blau dargestellt.

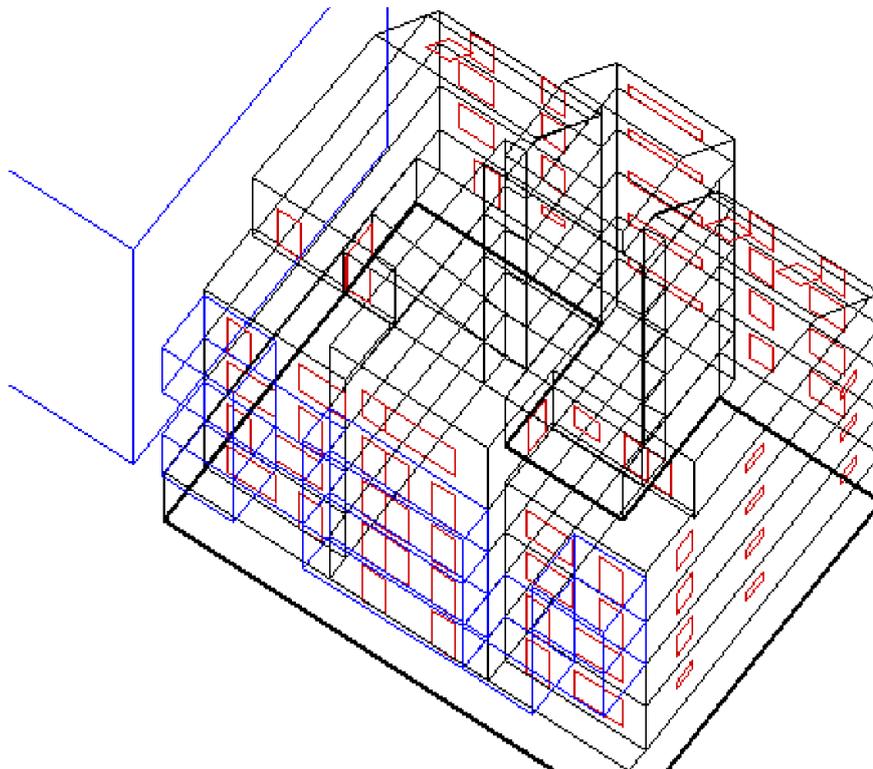


Abbildung 24: Drahtgittermodell von Haus 2 der Utendorf-gasse. [BED02] in [SCH04]

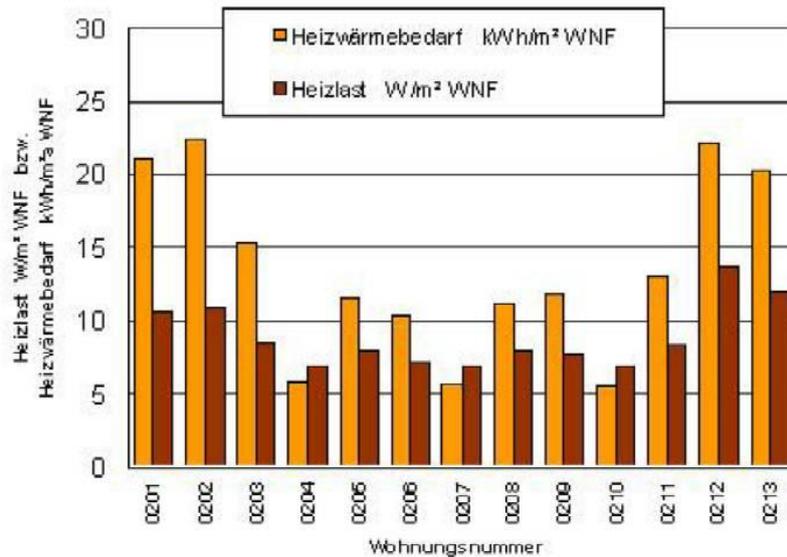


Abbildung 25: Heizwärmebedarfsverteilung, Heizlastverteilung bei Haus 2, Bauvorhaben ‚Utendorfsgasse‘, Ergebnis der dyn. Simulation [TU Wien - Zentrum für Bauphysik und Bauakustik]

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgte wohnungsweise, jene der Heizlast dagegen raumweise. Außerdem wurde der Nachweis der Sommertauglichkeit erbracht. Spezielle Berücksichtigung fanden die maßgebenden Wärmebrücken im Bereich von Fenster, Kellerdecke und Balkon. Das Auslegungsklima basierte auf dem ASHREA-Datensatz für Wien.

*Die dynamische Simulation hat ergeben, dass alle drei Häuser die Anforderung an den Heizwärmebedarf und an die Heizlast erfüllen. Der Anlageluftwechsel ist dabei mit  $n=0,4$  1/h und einem energetisch wirkenden Wärmerückgewinnungsgrad von 80 % angesetzt worden.*

### 6.1.2 Simulink und die hygienische Beurteilung der Lüftungsanlage:

Zur hygienischen Beurteilung der Lüftungsanlage wurde das Programm Simulink verwendet. Hierzu wurden Lufttemperaturen und Luftfechtigkeiten für jeweils 2 Wochen im Winter, in der Übergangszeit und im Sommer mit den Klimadaten von Wien des Jahres 1997 berechnet. Das Ergebnis dieser Simulation war, dass Unzulänglichkeiten der Lüftungsanlagen aufgezeigt werden konnten. Nur wenn die Anlage mit einem Filter vor dem Wärmetauscher und einem weiteren Filter hinter dem Wärmetauscher ausgestattet ist, ist ein einwandfreier thermisch-hygrischer Zustand in den Räumen gewährleistet.

[TU Wien - Zentrum für Bauphysik und Bauakustik]

## **6.2 Passivhausberechnung nach dem Passivhaus Projektierungs Paket - PHPP**

Die Berechnung gemäß Passivhaus Projektierungs Paket wurde für alle drei Häuser durchgeführt. Das Paket ist ein umfangreiches, Excel-basierendes Programm zur Berechnung von Energiebilanzen. Die Bestimmung des Heizwärmebedarfs, der Heizlast und des Primärenergiebedarfs bildet dabei den Kern dieses Pakets. Zu diesem Zwecke ist eine Reihe von bauphysikalischen und haustechnischen Eingaben erforderlich. Der Vorteil des PHPP liegt vor allem in der möglichst realistischen Berücksichtigung der internen und solaren Gewinne sowie der Auslegungsmöglichkeit auf verschiedene Wetterlagen-Aspekte bei der Heizlastermittlung, die nach ÖNORM Nachweis nicht berücksichtigt werden.

### **PHPP - Ergebnis:**

Die Berechnungen wurden nach dem PHPP 2003 und dem PHPP 2004 (siehe Zertifizierung im Anhang) durchgeführt. Das Ergebnis der thermischen Kennwerte ist in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben:

Energiekennzahlen des Bauvorhabens 'Utendorfasse':

Kennzahl	Soll	Ist (lt. Zertifikat PHI)
Heizwärmebedarf	15 kWh/m <sup>2</sup> a	H1: 15 kWh/m <sup>2</sup> a H2: 15 kWh/m <sup>2</sup> a H3: 14 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizlast	10 W/m <sup>2</sup>	H1: 8,8 W/m <sup>2</sup> H2: 8,8 W/m <sup>2</sup> H3: 9,0 W/m <sup>2</sup>
Primärenergiebedarf	120 kWh/m <sup>2</sup> a	H1: 110 kWh/m <sup>2</sup> a H2: 112 kWh/m <sup>2</sup> a H3: 111 kWh/m <sup>2</sup> a
Luftdichtheit	n <sub>50</sub> < 0,6/h	H1: n <sub>50</sub> = 0,23/h H2: n <sub>50</sub> = 0,18/h H3: n <sub>50</sub> = 0,28/h

Tabelle 1: Energiekennzahlen und Luftdichtheit

U-Werte der thermischen Gebäudehülle des Bauvorhabens 'Utendorfasse':

U-Werte des Bauvorhabens 'Utendorfasse'	
1: Außenwand	0,115 W/m <sup>2</sup> K
2: Dach	0,096 W/m <sup>2</sup> K
3: Terrassen	0,119 W/m <sup>2</sup> K
4: Unterste Decke Tiefgarage	0,094 W/m <sup>2</sup> K
5: Fenster inkl. Rahmen	0,790 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 2: U-Werte

## Passivhauszertifizierung

Das Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' ist das erste zertifizierte Passivhaus im mehrgeschossigen Wohnbau in Österreich. Für die Qualitätskontrolle wurde die Passivhaus Dienstleistung GmbH Darmstadt beauftragt. Dieses Institut ist weder der Bauwirtschaft noch der Politik verpflichtet, was seine Unabhängigkeit sichert.

Für die Zertifizierung werden verschiedene Aspekte berücksichtigt, die bauphysikalischen und energetischen Voraussetzungen des Gebäudes werden auf Passivhaustauglichkeit überprüft. Werden die geforderten Werte des Gebäudes, der Bauteile und Bausysteme festgestellt, so wird dem Gebäude die Zertifizierung als „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ ausgestellt. Das Passivhaus Institut führt Listen mit den zertifizierten Passivhäusern und Bauteilen, die jedes Jahr an Umfang zunehmen.

Für die Zertifizierung sind 4 Kriterien einzuhalten. Diese wurden von Dr. Wolfgang Feist und dem Passivhaus Institut wie folgt definiert und sind bei der Zertifizierung des Gebäudes maßgebend:

	<b>Passivhaus</b>	<b>Niedrigenergiehaus</b>	<b>60er Jahre Bau</b>
<b>Heizwärmebedarf</b>	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	ca. 30-70 kWh/m <sup>2</sup> a	bis zu 200 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Heizlast</b>	$\leq 10 \text{ W/m}^2$		
<b>Luftdichtheit (n<sub>50</sub>)</b>	$\leq 0,6 \text{ 1/h}$		
<b>Primärenergiebedarf</b>	$\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$		

Tabelle 3: Kriterien des Passivhaus Institutes im Vergleich zu anderen Bauweisen

Der Passivhausstandard ist im Grunde genommen eine Weiterentwicklung des Niedrigenergiestandards. Während sich jedoch der Niedrigenergiestandard lediglich über den Heizwärmebedarf eines Gebäudes definiert, geht der Passivhausstandard weiter, indem er Heizlast, Luftdichtheit und Primärenergiebedarf als weitere bedeutende Parameter berücksichtigt. Diese Vorgehensweise beruht auf dem Ansatz der ganzheitlichen Energieeinsparung, losgelöst vom reinen Heizwärmebedarf. Beim Passivhausbau entfällt beispielsweise ein deutlich höherer Anteil des Energiebedarfs auf die Warmwasserbereitung als auf die Raumheizung. Im traditionellen Wohnbau wäre dies umgekehrt.

## Wärmebrückenberechnung:

Die Wärmebrückenberechnung wurde mittels Therm 5 durchgeführt. Eine Überprüfung der thermischen Qualität der Fußpunkte der tragenden Wände hat ergeben, dass eine doppelte Reihe Porenbetonsteine zur thermischen Trennung tatsächlich notwendig ist. Nur eine Reihe Porenbetonsteine würde zu deutlich höheren Wärmeverlusten führen. Es wurde die Variante mit 2 Reihen Porenbetonsteinen zwischen den „STB-Höckern“ ausgeführt.

### **Primärenergiebedarf:**

Der Stromverbrauch ist für mehr als die Hälfte des Primärenergiebedarfs verantwortlich (ca. 60 kWh/m<sup>2</sup>a). Hierbei sind ein Großteil dem Haushaltsstrom und der Rest dem Hilfsstrom für Lüftung und Heizung zuzurechnen. Der erforderliche Grenzwert von  $\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  wird gemäß PHPP eingehalten, wenn energieeffiziente Geräte im Haushalt verwendet werden. Es ist besonders zu erwähnen, dass dieser Wert erreicht wurde, trotzdem nicht die Möglichkeit der Fernwärmenutzung bestand. Der Energieträger Fernwärme würde gegenüber dem eingesetzten Gas einen deutlich günstigeren PE-Faktor ( $\text{kWh}_{\text{Primärenergie}} / \text{kWh}_{\text{Endenergie}}$ ) aufweisen, was den Passivhausnachweis auch mit höheren Endenergieverbräuchen möglich machen würde.

## **6.3 Luftdichtheitsmessungen**

Die Luftdichtheit des Gebäudes wird mittels des so genannten „Blower-Door-Tests“ (Druckdifferenzmessung) gemäß EN 13829 getestet. Dieser dient zur Messung der Luftdichtheit und zur Ortung von Leckagestellen. Vor allem im Winter sind Leckagen ein Risiko, da das Ausströmen warmer und somit feuchter Innenraumlufte Tauwasserbildung in den Außenbauteilen verursachen kann. Die Funktionstüchtigkeit der Dämmung der Außenbauteile wird dadurch beeinträchtigt. Weiters erhöht sich dadurch der Heizwärmebedarf.

Beim Blower-Door-Test wird durch ein elektrisches Gebläse ein Über- bzw. Unterdruck erzeugt. Der Luftvolumenstrom, der zur Aufrechterhaltung des Über- bzw. Unterdrucks erforderlich ist, wird bestimmt und steht in direktem Zusammenhang mit der Kenngröße  $n_{50}$ . Zusätzlich kann der Luftstrom mit künstlichem Nebel sichtbar gemacht und anschließend mit einer Luftgeschwindigkeitsmesssonde gemessen werden. Durch diese Methode können außerdem Fehlstellen visuell sichtbar gemacht werden, was das Auffinden und Beseitigen deutlich erleichtert.

Die Luftdichtheitsmessung erfolgt nicht wohnungsweise, sondern nach Möglichkeit für das gesamte Gebäude, also die gesamte luftdichte Hülle. Die Messung des Gesamtgebäudes ist sinnvoll und notwendig, da nur dadurch die Luftdichtheit der gesamten Hülle garantiert werden kann. Würden nur stichprobenartig einzelne Wohnungen gemessen, könnten keine Aussagen über das Stiegenhaus und weitere, der luftdichten Hülle zugehörigen, Gebäudeteile getroffen werden. Es hat sich als zielführend erwiesen den Fenstereinbau und etwaige sonstige, für die Luftdichtheit maßgebende, Anschlussdetails durch die Messung einer Musterwohnung vorab zu testen.

Die Luftdichtheitsmessungen erfolgten beim Projekt 'Utendorfgasse' mehrmals in verschiedenen Stadien und mit unterschiedlichen Aufstellorten. Dabei wurde beispielsweise das Messgerät in der Schleusentür im UG, bzw. im Hauseingangsportal montiert. Somit konnten die einzelnen Komponenten bzgl. ihres Beitrags zur gesamten Leckage überprüft werden.

Die Auszüge aus den Kurzberichten der Blower-Door-Messungen, die von der TU-Wien durchgeführt wurden sind im Anhang ersichtlich.

## 6.4 Messergebnisse

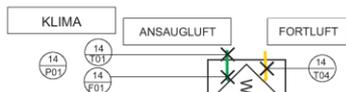
Das Ziel dieses Projekts ist die breite Einführung des Passivhausstandards im sozialen Wohnbau. Zur Bewertung hinsichtlich des Energieverbrauches und raumklimatischer Kenngrößen wurden die Gebäude mit unterschiedlicher Differenziertheit und zeitlicher Auflösung vermessen. Darüber hinaus wurden Nutzerbefragungen unter der Leitung von Ass.Prof. Dr. Alexander Keul, Umweltpsychologe an der Universität Salzburg und der TU Wien, durchgeführt.

Die AEE INTEC ist für das Messkonzept dieses Projekts, die Gesamtkoordination der Realisierung sowie für die Betreuung und laufende Überwachung der Messungen während dieses Messjahres zuständig. Die Messdaten werden laufend über ein Modem ausgelesen und in einer SQL-Datenbank auf Plausibilität überprüft, abschließend wurden die Daten aufgeteilt auf einzelne Zwischenstände sowie als finales Endergebnis zur Interpretation zusammengefasst.

Da einige Aspekte wie das Lüftungsverhalten, die gewünschten Raumtemperaturen und der personenabhängige Umgang mit internen Lasten bzw. passiv- solaren Gewinnen das Gebäudeverhalten beträchtlich beeinflussen, haben die energierelevanten Detailauswertungen, in Zusammenhang mit den soziologischen Untersuchungen das Benutzerverhalten betreffend, Aussagen über die Alltagstauglichkeit der Gebäude ermöglicht.

Zur energietechnischen Evaluierung werden besonders der Heizenergieverbrauch, der Warmwasserverbrauch, der Stromverbrauch für Haushalt und haustechnische Einrichtungen, bzw. der Komfortparameter Raumtemperatur und Raumfeuchte, bei besonderem Fokus auf das tatsächliche Klima, berücksichtigt. Diese Aussagen werden sowohl für das gesamte Gebäude als auch für die einzelnen Wohneinheiten getroffen.

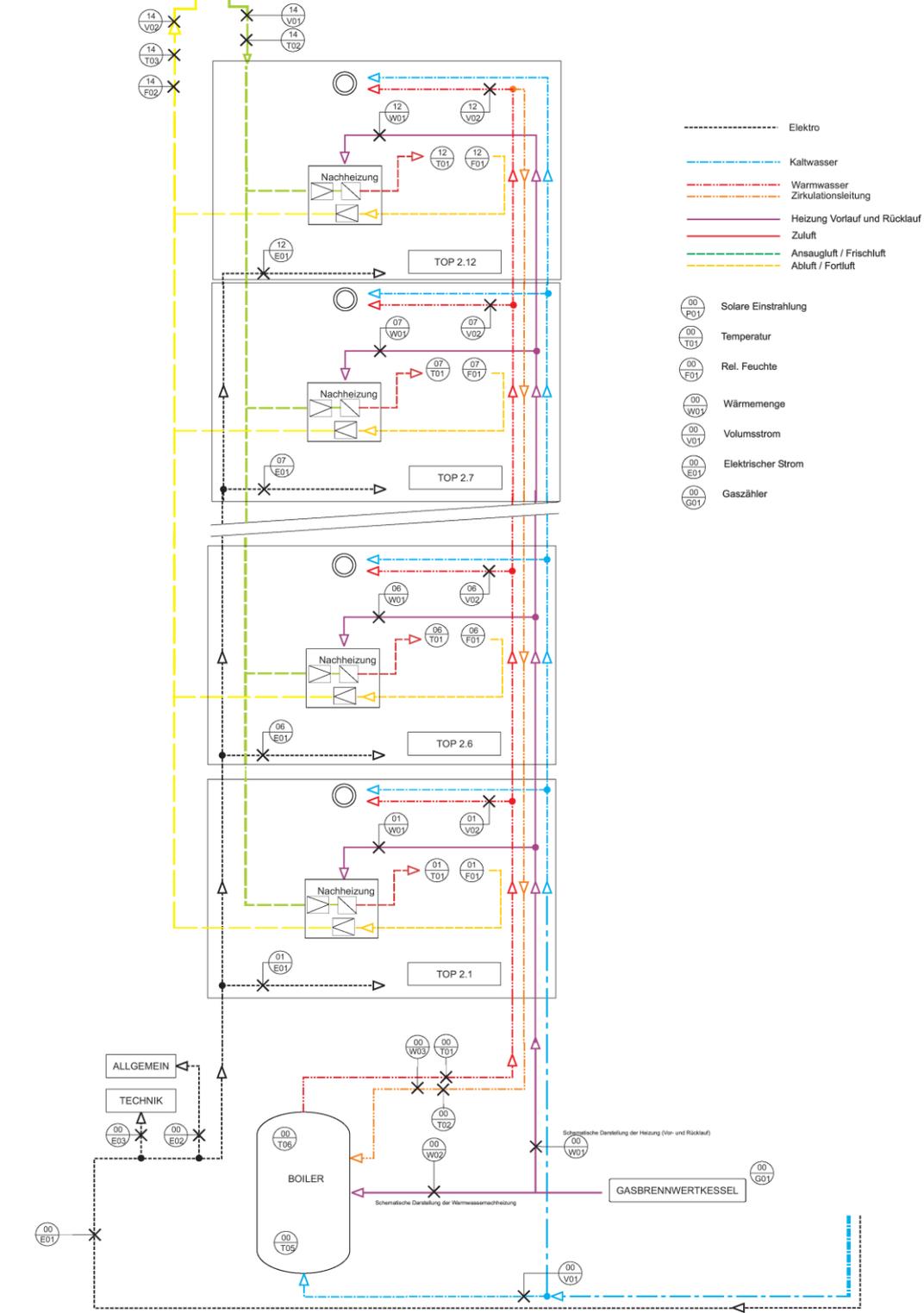
Eine schematische Darstellung des Messkonzeptes der AEE INTEC ist nachfolgend angeführt.



# MESSKONZEPT UTENDORFGASSE Haus 2



**13 Wohneinheiten**  
 Wohnungen für eine detaillierte Vermessung sind:  
 Wohnung 2.1  
 Wohnung 2.6  
 Wohnung 2.7  
 Wohnung 2.12



- Elektro
  - Kaltwasser
  - Warmwasser
  - Zirkulationsleitung
  - Heizung Vorlauf und Rücklauf
  - Zuluft
  - Ansaugluft / Frischluft
  - Abluft / Fortluft
- 
- (00 F01) Solare Einstrahlung
  - (00 T01) Temperatur
  - (00 F01) Rel. Feuchte
  - (00 W01) Wärmemenge
  - (00 V01) Volumsstrom
  - (00 E01) Elektrischer Strom
  - (00 G01) Gaszähler

Abbildung 26: schematische Darstellung des Messkonzeptes [AEE INTEC]

## Zusammenfassung der Heizwärmebedarfs-Messergebnisse:

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, passen die Berechnungen unter Ansatz der ausgeführten Luftwechselraten sehr gut mit den Klima- und raumtemperaturbereinigten Werten zusammen.

<b>Haus 2</b>	
<b>HWB<sub>TFA</sub> berechnet</b> Heizwärmebedarf	15 kWh/m <sup>2</sup> a (Berechnung für PH-Zertifizierung) 13,2 kWh/m <sup>2</sup> a (bei Eingabe ausgeführter Werte für Luftwechselrate)
<b>HWB<sub>TFA</sub> gemessen</b> Mittelwert der gemessenen Wohneinheiten bei den gemessenen Raumtemperaturen	15,48 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>HWB<sub>TFA</sub></b> Klima- und raumtemperaturbereinigt	12,86 kWh/m <sup>2</sup> a

Tabelle 4: Heizwärmebedarf Utendorfgasse Haus 2 in der Messperiode 01.01. – 31.12.2007 [AEE INTEC]

## Zusammenfassung der Ergebnisse der NutzerInnenbefragung:

Im Rahmen der einer POE – Post-Occupancy-Evaluation (Begriff aus [PREI05]) wurden drei Wiener Passivhaus-Wohnanlagen ‘Mühlweg’, ‘Utendorfsgasse’ und ‘Roschégasse’ 2007, etwa 6 Monate nach ihrem Bezug, evaluiert [KEUL07a-c]. Die Utendorfsgasse wurde hierbei gemeinsam mit der Roschégasse im Rahmen einer TU-Lehrveranstaltung untersucht. Die Nutzerforschung wurde unter der Leitung von Ass.Prof. Dr. Alexander Keul, Umweltpsychologe an der Universität Salzburg und der TU Wien, durchgeführt.

Die mit den Planern und den Vertretern der Verwaltung abgestimmten Fragebögen beinhalteten Fragestellungen zu folgenden Themenkomplexen:

- Allgemeinem Wohlbefinden
- Attraktivität
- Wichtige Wohnqualitätskriterien
- Verbesserungswünsche
- Wissen und Motivation zum Energiesparen
- Information zu: Probleme mit dem Heiz- und Lüftungssystem
- Außenraum
- Freizeit
- Nachbarn
- Sicherheit
- Hausverwaltung
- Infrastruktur
- Verkehr und Lärmbelastung.

Neben soziodemografischen Daten wurden je 32-38 spezifische Punkte erhoben.

Die schriftliche Umfrage ging als Totalerhebung an alle BewohnerInnen. Die Rücklaufquote betrug in der Utendorfsgasse 79%.

Nachfolgend sollen die wesentlichsten Ergebnisse der NutzerInnenbefragung dargestellt werden:

- Hohe Wohlbefindenswerte von 80 bis 90% - Werte, die sonst nur in Einfamilienhäusern erreicht wurden [ORN01], obwohl nur maximal 40% das Passivhaus als Hauptgrund für die Wohnentscheidung angaben.
- Passivhäuser sind 75 bis 85% der neuen BewohnerInnen sympathisch.
- Etwa 60% empfehlen die neue Wohnform auch ihren Freunden und Bekannten, ein für „Passivhaus-Skeptiker“ (nur bis 40% Einzugsgrund) hoher Wert.
- 70 bis 80% hatten ihre Wohnungswahl auch wegen der Passivhausbauweise getroffen.
- Noch mehr Mieter finden Energiesparen beim Wohnen wichtig.
- Mit bis zu 45% Vermittlungen über das Wiener Wohnservice sind die Mieter keineswegs „eingeschworene Grüne“, sondern kritische Normalverbraucher.
- Die Passivhausinformationen durch Planer und Genossenschaften wurden durchwegs positiv beurteilt, fast alle Mieter konnten die Informationen auch praktisch umsetzen.

- Ein weiteres Plus der Komfortlüftung im Passivhaus am durchaus lärmbelasteten Standort Utendorfgasse direkt neben den Westbahngleisen: 81% fühlen sich durch Lärm kaum oder gar nicht gestört.
- Die Reduktion der Heizkosten betrug 80 bis 90%.
- Die Siedlungen werden als sicher, nachbarschaftlich, ihr Umfeld als positiv empfunden.
- Schwierigkeiten gab es einzig in der Anfangsphase mit der richtigen Einstellung der Lüftungsanlage.

[KEUL07a-c]

Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Passivhaustechnologie auch im großvolumigen Geschosswohnbau teils sogar deutlich bessere Werte für das Wohlbefinden und weitere Zufriedenheitskriterien erreicht, als vergleichbare Bauvorhaben in konventioneller Bauweise.

## 7 Lüftungsanlage und Wärmeversorgung

### 7.1 Fachhochschule Kufstein „Technischer Status von Wohnraumlüftungen“

Die Kenntnisse des Endberichtes „Technischer Status von Wohnraumlüftungen, Evaluierung bestehender Wohnraumlüftungsanlagen bezüglich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit“ der Fachhochschule Kufstein [GRE04] wurden, wie nachfolgend ersichtlich, im Projekt ‘Utendorf-gasse’ berücksichtigt und in diesen Endbericht eingearbeitet.

Wie sich herausgestellt hat, konnten beim Projekt ‘Utendorf-gasse’ die in [GRE04] beschriebenen Probleme und Fehler bei der Anlagenkonzeption und den einzelnen Anlagenteilen durch sorgfältige Recherche und Planung bereits im Vorfeld vermieden werden.

### 7.2 Allgemeines zu Wohnraumlüftungsanlagen

Neben der Senkung der Betriebskosten durch den geringen Heizwärmebedarf von unter 15 kWh/m<sup>2</sup>a, dem allerdings Kosten für die Lüftungsanlage entgegen stehen, sind ein höherer Komfort und die Steigerung des Wohnstandards die wesentlichen Ziele des Passivhauses.

Die Raumluftqualität nimmt großen Einfluss auf das Wohlbefinden, da durch eine ausreichende Lüftung ohne Lärmbelästigung und Zugerscheinungen die allgemeine und thermische Behaglichkeit gesteigert wird. Ebenso ergeben sich positive Auswirkungen auf die Gesundheit und auf die Produktivität des Menschen. Neben der Wohnraumlüftungsanlage haben auch der hohe Dämmstandard bei den opaken und transparenten Außenbauteilen sowie eine wärmebrückenfreie und luft- bzw. winddichte Gebäudehülle hohen Einfluss auf die thermische Behaglichkeit und das empfundene Raumklima.

Eine dauerhaft gute Raumluftqualität, bzw. Frischluftzufuhr kann erfahrungsgemäß nur mechanisch gewährleistet werden. Zudem ist eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für die beim Passivhaus geforderten, reduzierten Lüftungswärmeverluste erforderlich. Die hier angestrebten Energiekennwerte sind nur mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung zu erreichen. [GRE04]

Grundsätzlich stehen für Passivhäuser im Wohnungsbau drei verschiedene Lüftungskonzepte zur Verfügung:

- dezentrale Anlagen
- zentrale Anlagen
- semizentrale Anlagen

Im konkreten Projekt wurde das Konzept der zentralen Lüftungsanlage ausgewählt.

### 7.3 Konzept

Das Projekt weist eine zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung auf. Bei dieser Anlage werden mehrere Wohnungen mit einem Wärmeüberträger versorgt. Das Lüftungssystem bestehend aus Wärmetauscher, Filter, Zu- und Abluftventilator, Regelung und Frostschutz wurde zentral angeordnet. Derartige Geräte können im Keller oder Dachbereich, innerhalb oder außerhalb der wärmedämmenden Hülle aufgestellt werden. Ein Vorteil, der sich daraus ergibt, ist, dass die Geräte für Reparatur- und Wartungsarbeiten für den Techniker ohne Betreten der Wohnungen zugänglich sind.

Der benötigte Luftvolumenstrom wird über jeweils nur einen Zuluft- bzw. Abluftventilator gefördert. Verglichen mit den Einzelventilatoren, erreicht der Zentralventilator einen höheren Wirkungsgrad. Das typische semizentrale System mit Einzelventilatoren in den Wohnungen ermöglicht zwar eine genauere Volumenstromregelung, ist aber aufgrund der Geräuschentwicklung der Ventilatoren ausgeschieden.

Das System beruht auf der Vorwärmung der Frischluft mit der Fortluft im Wärmetauscher. Durch die Erwärmung im Wärmetauscher hat die Zuluft annähernd Raumtemperatur. Eine weitere Möglichkeit wäre die zusätzliche Erwärmung der Außenluft über einen Erdreichwärmetauscher.

Die erwärmte Zuluft gelangt über das Rohrsystem zu den einzelnen Wohn- und Schlafräumen.

Frisch- und Zuluft, bzw. Ab- und Fortluft werden in voneinander getrennten Kanälen geführt. Mit Ausnahme von minimalsten Leckströmen kommt es so zu keiner Vermischung von Ab- und Zuluft. Zusätzlich ist durch den Betrieb als zentrale Lüftungsanlage mit Anordnung der Zu- und Abluftventilatoren im Zentralgerät die Übertragung von Gerüchen aus der Abluft in die Zuluft systematisch ausgeschlossen. Das ist dadurch zu begründen, dass die Zuluftleitungen unter einem geringen Überdruck stehen und somit das Eindringen von Leckageströmen in den Kanal unterbunden wird. Die Abluftleitungen stehen unter einem geringen Unterdruck, was zur Folge hat, dass im Fall einer Leckage die Luft nicht aus dem Kanal gelangen kann, sondern in den Abluftstrang gesaugt wird.

Der große Vorteil dieses Systems liegt sowohl im hohen thermischen und hygienischen Komfort, als auch im Bereich der Energieeinsparung. Der Einsatz der hocheffizienten Wärmetauscher bringt im Vergleich zu anderen Systemen hohe Heizkosteneinsparungen. Voraussetzung zur energetischen Ausnutzung der Wärmerückgewinnung ist jedoch eine luftdichte Gebäudehülle, damit die in der Raumluft enthaltene Energie nicht ungewollt über die Fugen verloren geht.

Auch vom hygienischen Standpunkt betrachtet schneidet dieses System sehr gut ab. Hierbei ist auf die Qualität der Filter zu achten. Bei entsprechender Filterqualität kann eine nahezu staubfreie und auch pollenfreie Zuluftqualität erreicht werden.

Die Bedienung der Anlage erfolgt über ein Steuergerät, welches im Wohnbereich angebracht sein sollte. Mittels Wahlschalter können verschiedene Leistungsstufen und somit Luftmengen eingestellt werden. [GRE04]

Da der Volumenstrombereich pro Gerät bei über 1.000 m<sup>3</sup>/h liegt, wurde eine Lüftungsanlage mit Gegenstromplattenwärmeüberträger zur Wärmerückgewinnung gewählt. Die Ab- und Zuluft durchströmt das Wärmeüberträgerplattenpaket im Gegenstromprinzip. Die Zuluft wird mit der Fortluft im Wärmetauscher vorgewärmt. Die Nacherwärmung der Zuluft in den einzelnen Wohneinheiten erfolgt über Heizungswarmwassernachheizregister, die in den Zwischendecken der Vorräume oder Badezimmer untergebracht sind.

Das elektrische Heizregister in der Zentraleinheit dient ausschließlich als Frostschutz für den Wärmetauscher.

Die Zentraleinheit wird auf der Dachebene untergebracht, außerhalb der wärmegeämmten Hülle. Sie wird mit einem Wetterdach für Außenaufstellung versehen und muss sorgfältig gedämmt werden, um die Wärmeverluste möglichst gering zu halten.

Das modular aufgebaute Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung zur Be- und Entlüftung besteht im Einzelnen aus:

- Kanalwärmeübertrager
- Zu- und Abluftkanalventilatoren
- Zu- und Abluftkanalfilter mit den Filterklassen G4 bzw. F7
- Regelung auf konstanten Druck

Schalldämpfer wurden einerseits bei den zentralen Ventilatoren vorgesehen, zum anderen werden sie benötigt, um die Schallausbreitung zwischen den einzelnen Räumen zu verhindern. Als Telefoneschalldämpfer werden flexible Rohrschalldämpfer direkt bei der Ausblasöffnung eingesetzt. Im Abstellraum und im WC wird auf die Telefoneschalldämpfer verzichtet, da ein Übersprechen beispielsweise zwischen dem Abstellraum und dem WC als unkritisch betrachtet wird.

In jedem der drei Häuser wird im Kellergeschoss ein separater Heizraum vorgesehen. In diesem Heizraum ist jeweils ein Gasbrennwertgerät mit einer Leistung von etwa 50 kW untergebracht, das zur Heizwärme und Warmwasserbereitung genutzt wird. Gleichzeitig wird in jedem Haus ein Warmwasserspeicher mit 500 Litern vorgesehen.

Ausgehend von den Heizräumen erfolgt die separate Versorgung der einzelnen Wohnungen einerseits für die Heizung (Vor- und Rücklauf) und andererseits für Warmwasser (mittels Zirkulationsleitungen).

Eine Beschreibung einiger Komponenten der zentralen Einheit kann dem nachfolgenden Kapitel 7.4 entnommen werden.

## Isometrie Dach Haus 2 (o. M.)

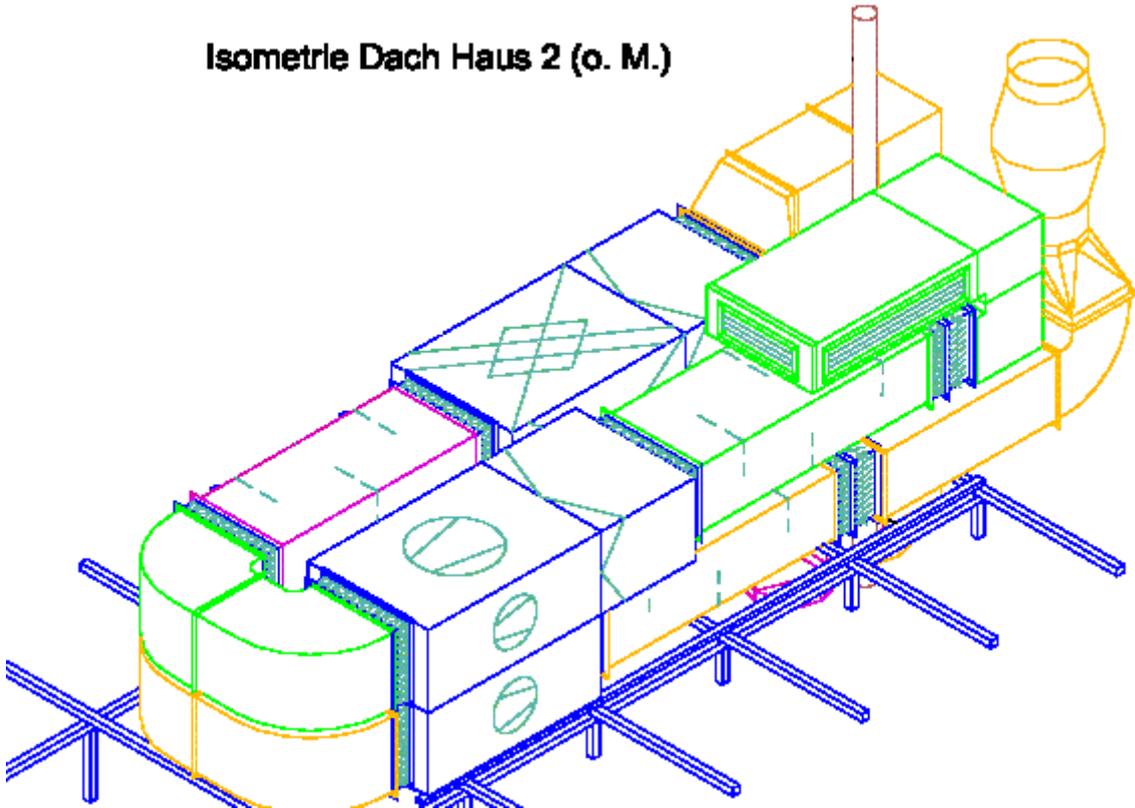


Abbildung 27: Isometrie des Lüftungsgeräts Projekt 'Utendorfsgasse', Haus 2 [GTN ENGINEERING Gebäudetechnik GmbH]

## 7.4 Beschreibung der Bauteile der Anlage

### 7.4.1 Anforderungen an die Bauteile der Anlage

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Komponenten zur kontrollierten Wohnraumlüftung des konkreten Projekts vorgestellt. Die Anforderungen an Lüftungsanlagen, die in Passivhäusern eingesetzt werden, sind teilweise erheblich höher als die Anforderungen beim Einsatz in konventionellen Anwendungen. In den nachfolgenden Kapiteln werden diese Anforderungen an die einzelnen Komponenten ausführlich vorgestellt.

Nach [FEI99] müssen strenge Anforderungen an Wärmerückgewinnungssysteme und Lüftungsanlagen gestellt werden, damit die Wärmebereitstellung in Passivhäusern ohne konventionelles Heizsystem zufriedenstellend funktionieren kann. Diese werden nach [FEI99], [FEI00] bzw. [FEI08] folgendermaßen definiert:

1. **PH-Behaglichkeitskriterium:**  
Zulufttemperatur  $\geq 16,5$  °C bei  $-10$ °C Außenlufttemperatur.
2. **Effizienzkriterium (Wärme):**  
Effektiver Wärmebereitstellungsgrad  $\geq 75$  % bei balancierten Massenströmen und Außenlufttemperatur zwischen  $-15$ °C und  $+10$ °C sowie trockener Abluft ( $21$ °C).
3. **Effizienzkriterium (Strom):**  
Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme des Lüftungsgeräts darf bei den vorgesehenen Betriebszuständen (Auslegungs-Massenstrom)  $0,45$  W pro  $\text{m}^3/\text{h}$  geförderter Luft nicht überschreiten.
4. **Dichtheit:**  
Restleckagen des internen und externen Leckluftstroms  $< 3$  % des Nenn-Abluftstroms.
5. **Dämmung:**  
Die Wärmedämmung des Gerätes muss besser als  $5$  W/K sein.
6. **Abgleich und Regelbarkeit:**  
Zuluft- und Abluft-Massenstrom müssen bei Nennvolumenstrom ausbalanciert werden können, Regelbarkeit mindestens 3 Stufen: Grundlüftung ( $\sim 70$  %); Standardlüftung ( $100$  %); erhöhte Lüftung ( $\sim 130$  %).
7. **Schallschutz:**  
Schalldruckpegel in Wohnräumen  $< 25$ dB(A); in Funktionsräumen  $< 30$  dB(A); im Aufstellungsraum  $< 35$  dB(A).  
Die Planungsziele, wie auch die tatsächlich erreichten Werte, unterschreiten diese Mindestanforderungen deutlich.
8. **Raumlufthygiene:**  
Außenluftfilter mindestens Filterklasse F7; Abluftfilter mindestens G3.
9. **Frostschutzschaltung:**  
Ohne Unterbrechung der Frischluftzufuhr bzw. ohne Balancestörung.

Da diese Kennwerte eigentlich einer Zertifizierungsrichtlinie für Geräte mit eher geringen Luftvolumenströmen entstammen, arbeitet das Passivhaus-Institut zum gegenwärtigen Zeitpunkt an einer Zertifizierungsrichtlinie für Großgeräte, wie sie üblicherweise im Geschosswohnbau eingesetzt werden.

Die wesentlichste Änderung für Großgeräte wird lt. inoffiziellen Angaben die Verminderung des Strom-Effizienzkriteriums auf den Wert  $0,40$  W pro  $\text{m}^3/\text{h}$  sein.



Passivhaus  
Institut  
Dr. Wolfgang Feist  
Rheinstraße 44/46  
D-64283 Darmstadt

# Zertifikat

gültig bis 31.12.2003

Passivhaus  
geeignete

Komponente: **Wärmerückgewinnungsgerät**

Hersteller: ...

Produktname: ...

Folgende Kriterien wurden für die Zuerkennung des Zertifikates geprüft:

1) **Passivhaus-Behaglichkeitskriterium:**

Eine minimale Zulufttemperatur von 16,5°C wird bei -10 °C Außenlufttemperatur erreicht.

**Begründung:** In Passivhäusern sind keine Heizflächen an Außenbauteilen erforderlich. Um unbehaglichen Kaltlufteneinfall zu vermeiden, muß die Zulufttemperatur begrenzt werden.

2) **Effizienz-Kriterium (Wärme):**

Der effektive trockene Wärmebereitstellungsgrad muß mit balancierten Massenströmen bei Außentemperaturen zwischen -15 und 10°C und trockener Abluft (21°C) höher als

$\eta_{WBG,t,eff} \geq 75\%$  sein (hier: %).

3) **Effizienz-Kriterium (Strom):**

Die gesamte spezifische elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes darf in den für Passivhäuser vorgesehenen Betriebszuständen (bei Auslegungs-Massenstrom)

**0,45 W/(m³/h) geförderter Zuluftvolumenstrom** nicht überschreiten (hier W/(m³/h)).

4) **Dichtheit:**

Der interne Leckluftstrom und der externe Leckluftstrom dürfen jeweils 3% des Nenn-Abluftstromes nicht übersteigen. (Anforderungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen)

5) **Dämmung:**

Die Wärmeabgabe/Wärmeaufnahme über das Gehäuse des Gerätes muß begrenzt sein; d.h. Dämmung als Gesamt-Transmissionsleitwert 5 W/K (bei einem Gerät für eine Wohnung d.h. 120 m³/h Nennvolumenstrom; (hier W/K).

6) **Abgleich und Regelbarkeit:** (Anforderungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen)

7) **Schallschutz:**

Schalldruckpegel im Aufstellraum < 35 dB(A) bei äquivalenten Raumabsorptionsflächen von 4 m², Schallpegel in Wohnräumen unter 25 dB(A), in Funktionsräumen unter 30 dB(A).

(Erläuterungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen)

8) **Raumlufthygiene:** (Anforderungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen)

9) **Frostschutzschaltung:** (Anforderungen und Nachweise sind der Anlage zu diesem Zertifikat zu entnehmen)

Das Zertifikat ist wie folgt zu verwenden:

**PASSIV  
HAUS  
geeignete  
KOMponente  
Dr. Wolfgang Feist**



**Wärmerückgewinnung:  
Wärmebereitstellungsgrad  
(effektiv): ... %  
Elektroeffizienz: ... Wh/m³**

## 7.4.2 Wärmetauscher und Ventilatoren

### Wärmetauscher:

Das Kernstück jeder kontrollierten Wohnraumlüftungsanlage ist ein hocheffizienter Wärmetauscher. Vom Passivhaus-Institut wurden die folgenden Mindestwerte für Wärmetauscher in Wohnungslüftungsanlagen fixiert [FEI99].

- Effektiver Wärmebereitstellungsgrad  $\geq 75 \%$
- Interne und externe Leckage  $\leq 3 \%$
- Wärmeverlust über das Gehäuse  $\leq 5 \text{ W/K}$

Im Allgemeinen kommen aus diesen Gründen nur Gegenstromplattenwärmetauscher oder Gegenstromkanalwärmetauscher in Frage. Im konkreten Projekt wurde ein Gegenstromplattenwärmeüberträger gewählt.

Der Wärmetauscher bekam einen Sommerbypass. Im Sommerbetrieb, d.h. ab einer definierten sommerlichen Außenlufttemperatur, wird die Luft direkt als Zuluft ohne Wärmerückgewinnung eingebracht. Andernfalls würde der unerwünschte Effekt eintreten, dass beispielsweise die kühle, nächtliche Außenluft durch die warme Abluft vorgewärmt werden würde.

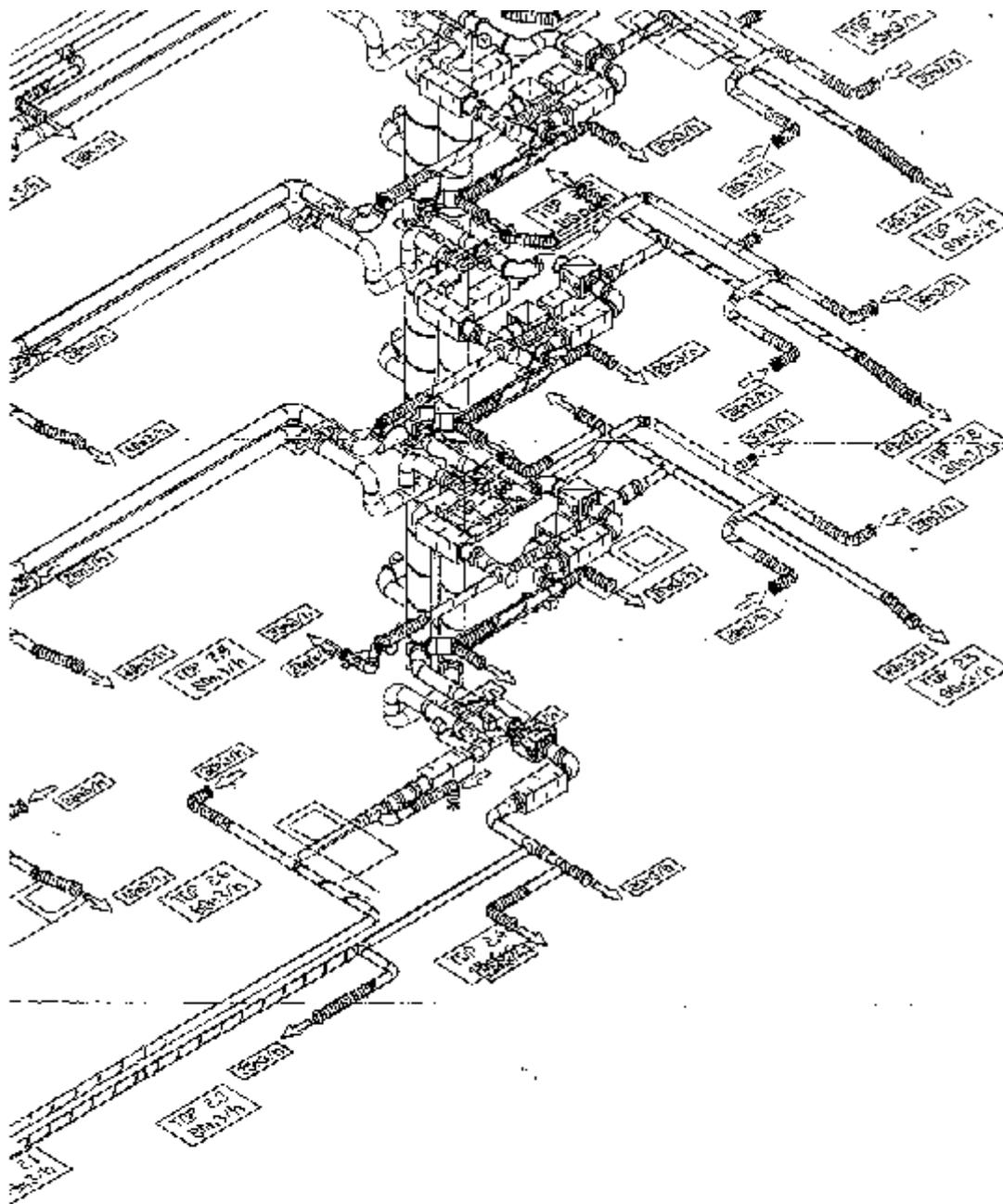
### Ventilatoren:

Eine der Vorgaben für Passivhäuser ist, dass der elektrische Energiebedarf für die Lüftung der Häuser eine Grenze von  $0,45 \text{ Wh/m}^3$  unter Standardbedingungen nicht überschreiten soll. Aus diesem Grund müssen Ventilatoren mit sehr gutem Wirkungsgrad zum Einsatz kommen.

Wie im vorigen Kapitel bereits angeführt, sind bei den Zentrallüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung die Zu- und Abluftventilatoren in der Zentraleinheit bereits enthalten. Ein Großteil der Geräte, insbesondere jene, die passivhaustauglich angeboten werden, ist mit elektronisch kommutierten Gleichstromventilatoren ausgestattet, bzw. ist eine derartige Ausstattung auf Wunsch möglich. *[Kommutiert bedeutet, dass die Stromrichtung gewechselt wird]*

Diese auch im konkreten Projekt eingesetzten elektronisch kommutierten Gleichstromventilatoren zeichnen sich durch einen hohen Wirkungsgrad, geringe Laufgeräusche, eine hohe Lebensdauer und Wartungsfreiheit aus.

### 7.4.3 Prinzipschema der Lüftungsanlage



Prinzipschema  
Lüftung (o.M.)  
Haus 2

Abbildung 28: Prinzipschema der Lüftungsanlage Projekt 'Utendorfgasse', Haus 2 [GTN ENGINEERING Gebäudetechnik GmbH]

## 7.5 Heizwärmeversorgung und Warmwasserbereitung

Da die Heizwärmeleistung fast ausschließlich über die Lüftungsanlage erbracht wird, ist das Kapitel Heizwärmeversorgung und Warmwasserbereitung dem Kapitel der Lüftungsanlage untergeordnet.

### Heizwärmeversorgung:

Aufgrund der niedrigen Heizlast von Passivhäusern ( $< 10 \text{ W/m}^2$ ) ist eine Heizwärmeversorgung durch Nacherwärmung der Zuluft ausreichend.

Zur Heizwärmeversorgung der einzelnen Wohneinheiten wurde eine Frischluftheizung vorgesehen. Die wohnungsweise Nacherwärmung der Zuluft erfolgt über Heizungswassernachheizregister, die in den Zwischendecken der Vorräume oder Badezimmer untergebracht wurden. Auf ein konventionelles Heizsystem kann somit verzichtet werden. In [WIT93] wird der Beginn der Staubpyrolyse bei etwa  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  angegeben. Die Zulufttemperatur ist somit auf maximal  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  begrenzt, da sonst auf den Kanaloberflächen Staubverschmelzung stattfindet und es dadurch zu Geruchsbelästigungen kommen würde.

Eine, jedoch relativ kostenintensive, Alternative wäre die Dämmung der Leitungen zwischen dem Nachheizregister und der Zuluftdüse. Da durch die Dämmung geringere Oberflächentemperaturen herrschen würden, wären auch etwas höhere Lufttemperaturen möglich. Ein weiterer Vorteil wäre, dass die Wärmeverluste zwischen Heizregister und Zuluftdüse verringert würden, was insbesondere bei großen Leitungslängen innerhalb der Wohnung zu einer gezielteren Wärmeeinbringung führen würde.

In jenen vier Wohneinheiten pro Haus, in denen die maximale Heizlast über  $10 \text{ W/m}^2$  liegt (2 Wohneinheiten im Erdgeschoss und 2 Dachgeschosswohnungen) wird im Bedarfsfall die Lüftungsanlage mit höheren Luftmengen betrieben, sodass die größere Heizlast abgedeckt werden kann.

Da im Badezimmer häufig höhere Temperaturen als in den übrigen Räumen gewünscht werden, wird optional der Anschluss für einen elektrischen Heizstrahler vorgesehen. Ein elektrischer Heizstrahler kann verglichen mit einer Fußbodenheizung oder einem Heizkörper bei Bedarf sehr schnell die gewünschten höheren Temperaturen erreichen.

Die zur Nachheizung notwendige Wärme und das benötigte Warmwasser werden durch Gasbrennwertkessel mit entsprechend großem Warmwasserspeicher bereitgestellt werden. Hier ergaben sich drei mögliche Konzepte:

- Je ein Gasbrennwertgerät pro Haus und Zirkulationsleitung
- Zwei Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Wohnungsstationen in jeder Wohneinheit
- Ein Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Versorgung mittels Zirkulationsleitung

## **7.5.1 Kurzbeschreibung der Konzepte**

### **7.5.1.1 Je ein Gasbrennwertgerät pro Haus und Zirkulationsleitung**

In jedem der drei Häuser wird im Kellergeschoss ein separater Heizraum vorgesehen. In diesem Heizraum ist jeweils ein Gasbrennwertgerät mit einer Leistung von etwa 50 kW untergebracht, das zur Heizwärme und Warmwasserbereitung genutzt wird. Gleichzeitig wird in jedem Haus ein Warmwasserspeicher mit 500 Litern vorgesehen.

Ausgehend von den Heizräumen erfolgt die separate Versorgung der einzelnen Wohnungen einerseits für die Heizung (Vor- und Rücklauf) und andererseits für das Warmwasser (mittels Zirkulationsleitungen).

### **7.5.1.2 Zwei Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Wohnungsstationen in jeder Wohneinheit**

Die Versorgung erfolgt über eine Heizzentrale, die im Kellergeschoss von Haus 1 untergebracht ist. Für die Wärmeversorgung sind zwei Gasbrennwertkessel mit einer Leistung von je 100 KW notwendig.

Zusätzlich ist ein Warmwasserspeicher im Heizraum mit einer Größe von 1500 Litern erforderlich.

Die Verteilung erfolgt ausgehend vom Heizraum im Haus 1, über die Tiefgarage in die Schächte und so zu den einzelnen Wohnungen. Warmwasser und Heizung werden gemeinsam verteilt. In jeder Wohnung werden Wohnungsstationen für Heizung und zur Brauchwasserbereitung mittels Plattenwärmetauscher vorgesehen, von dort erfolgt die weitere Verteilung innerhalb der Wohnung.

### **7.5.1.3 Ein Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Versorgung mittels Zirkulationsleitung**

Die Versorgung erfolgt über eine Heizzentrale, die im Kellergeschoss von Haus 1 untergebracht ist. Für die Wärmeversorgung ist ein Gasbrennwertkessel mit einer Leistung von etwa 90 KW notwendig.

Zusätzlich ist ein Warmwasserspeicher im Heizraum mit einer Größe von 1500 Litern erforderlich.

Die Verteilung erfolgt ausgehend vom Heizraum im Haus 1, über die Tiefgarage in die Schächte und so zu den einzelnen Wohnungen. Wie bei der zuvor genannten Variante, jedoch mit dem Unterschied, dass Warmwasser und Heizungswasser in getrennten Rohrleitungen geführt werden.

## 7.5.2 Gegenüberstellung der Konzepte

### 7.5.2.1 Wärmeverluste der Thermen, Speicher und Verteilungen

	<b>Je ein Gasbrennwertgerät pro Haus und Zirkulationsleitung</b>	<b>Zwei Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Wohnungsstationen in jeder Wohneinheit</b>	<b>Ein Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Versorgung mittels Zirkulationsleitung</b>
Verluste der Speicher	1,1 kWh/m <sup>2</sup> .a	0,5 kWh/m <sup>2</sup> .a	0,5 kWh/m <sup>2</sup> .a
Verluste der Kessel	1,3 kWh/m <sup>2</sup> .a	1,1 kWh/m <sup>2</sup> .a	0,9 kWh/m <sup>2</sup> .a
Verluste der Verteilung in der Garage <sup>1</sup>	0 kWh/m <sup>2</sup> .a	3,0 kWh/m <sup>2</sup> .a	4,5 kWh/m <sup>2</sup> .a
Gesamtverluste Verteilung	2,4 kWh/m <sup>2</sup> .a	4,6 kWh/m <sup>2</sup> .a	5,9 kWh/m <sup>2</sup> .a
Gesamtverluste aller 3 Häuser			
Gesamtverluste	7.020,00 kWh	13.455,00 kWh	17.257,50 kWh
Kosten pro kWh	0,06 Euro/kWh	0,06 Euro/kWh	0,06 Euro/kWh
Jahreskosten	421,20 Euro	807,30 Euro	1035,50 Euro

Tabelle 5: Wärmeverluste der Thermen, Speicher und Verteilungen [Technisches Büro DI Christian Steininger]

### 7.5.2.2 Wartung

	<b>Je ein Gasbrennwertgerät pro Haus und Zirkulationsleitung</b>	<b>Zwei Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Wohnungsstationen in jeder Wohneinheit</b>	<b>Ein Gasbrennwertkessel in einer Heizzentrale und Versorgung mittels Zirkulationsleitung</b>
Speicher	3 Stk á 500 Liter	1 Stk á 1500 Liter	1 Stk á 1500 Liter
Kessel	3 Stk á 60 kW	2 Stk á 100 kW	1 Stk etwa 90 kW
Module zur Speicherladung	3 Stk	1 Stk	1 Stk
Heizungspumpen	3 Stk	1 Stk Doppelpumpe	1 Stk Doppelpumpe
Zirkulationspumpen	3 Stk	Keine	1 Stk
Folgeregelung Kessel	0 Stk	1 Stk	0 Stk
Wohnungsstationen	0 Stk	39 Stk	0 Stk

Tabelle 6: Wartung [Technisches Büro DI Christian Steininger]

<sup>1</sup> Die Verluste in den Schächten bleiben in dieser Aufstellung unberücksichtigt, da diese Verluste innerhalb der warmen Hülle auftreten und somit dem Objekt zugute kommen. Die Verluste der Stichleitungen wurden bei allen 3 Varianten vernachlässigt, da die wesentlichen Verluste durch die größeren Leitungslängen von den Verteilungen in der Tiefgarage ausgehen.

In der 'Utendorf-gasse' wurde die Variante „Je ein Gasbrennwertgerät pro Haus und Zirkulationsleitung“ ausgeführt. Aufgrund der Einregulierungs- und Betriebserfahrungen werden bei hinkünftigen Projekten Wohnungsstationen präferiert.

Die geringeren Wärmeverluste und die sich daraus ergebenden geringeren laufenden Kosten sprachen für eine derartige Wärmeversorgung.

Die Wartung wird für die ersten beiden Varianten etwa gleich eingeschätzt, für die dritte etwas geringer.

## **Warmwasserbereitung**

Im Gegensatz zum Heizwärmebedarf kann der Warmwasserbedarf im Passivhaus verglichen mit „Standardhäusern“ nicht nennenswert reduziert werden. Veränderungen des Verbrauchs (Energie und Wasser) können sowohl im Passivhaus als auch im Standardbau durch den Warmwasseranschluss der Wasch- und Spülmaschine (erhöhter Warmwasser-, aber verringerter Stromverbrauch) und durch die Verwendung von Wasserspararmaturen (Verringerung des Warm- und Kaltwasserverbrauchs) erreicht werden.

### 7.5.3 Prinzipschema der Heizungsanlage

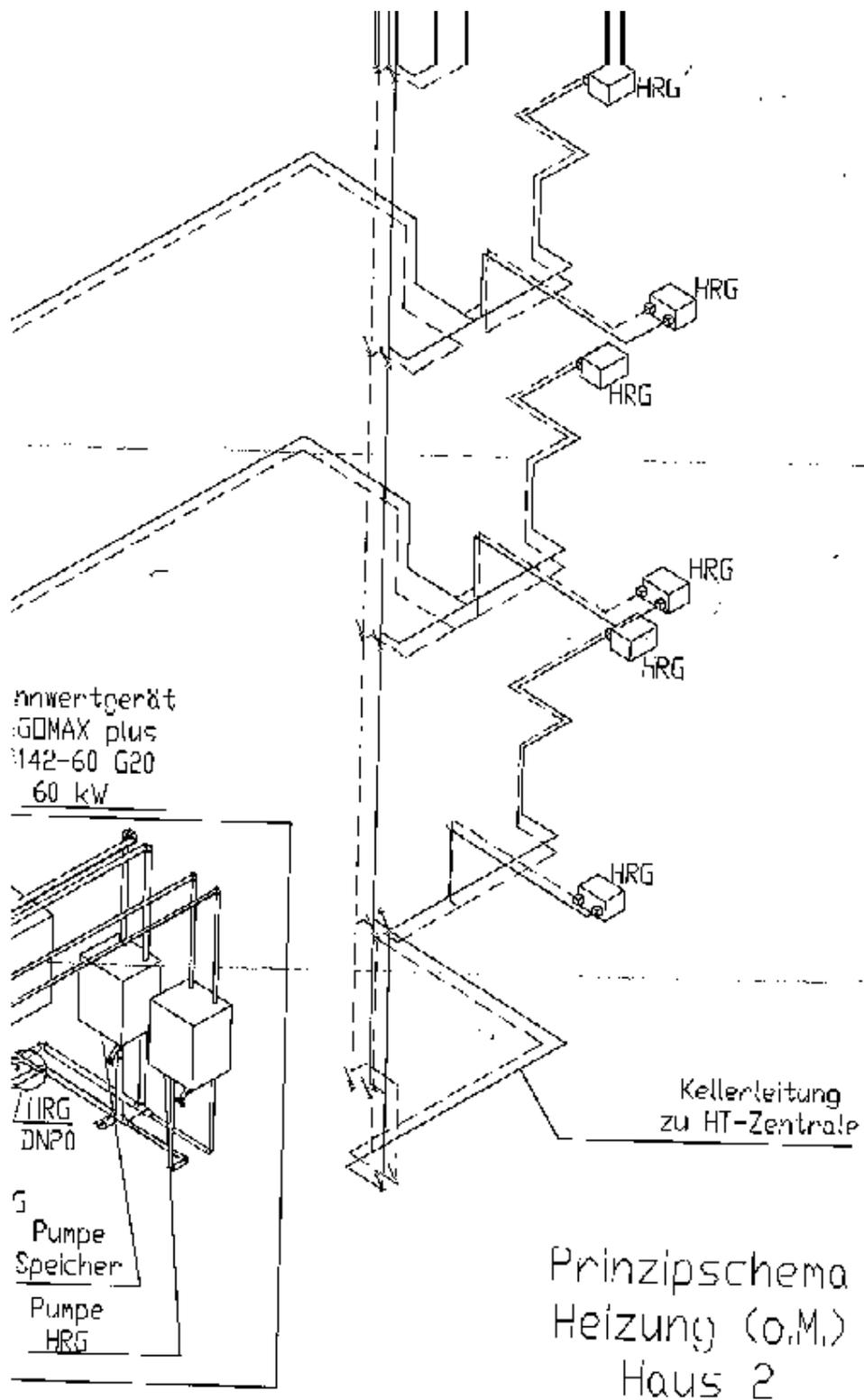


Abbildung 29: Prinzipschema der Heizungsanlage Projekt 'Utendorfasse', Haus 2 [GTN ENGINEERING Gebäudetechnik GmbH]

## 8 Bauliche Mehrkosten

Ziel der Kostenanalyse war die Ermittlung der baulichen Mehrkosten für den Wohnbau Utendorfgasse. Aktuellen Studien zufolge liegen die Baukosten für Passivhäuser in Österreich bei 1.400 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche [TRE05]. Bei einem sozialen Wohnbau sind jedoch Kosten von höchstens 1.055 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche akzeptabel (Stand 2005).

Das Bauvorhaben 'Utendorfgasse' hat es sich zur Aufgabe gemacht, diese Kostengrenze einzuhalten. Hierfür mussten die durch einen Passivbau anfallenden Mehrkosten drastisch gekürzt werden.

### 8.1 Ausgangssituation, Methode, Einflussgrößen

#### Ausgangssituation:

- Ausschreibungszeitraum Dezember 2004 - März 2005.
- Preise und Massen - Stand 2006.
- Alle Preise sind exkl. 20% USt. und beziehen sich sofern nicht anders angegeben auf einen Quadratmeter förderbare Wohnnutzfläche. Es wurden alle gewährten Nachlässe und 3% Skonti berücksichtigt.

Die Baukosten der gesamten Wohnhausanlage betragen gemäß Abrechnung 3,17 Mio. Euro exkl. USt., das sind 1.052,33 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

#### Kostenermittlung/ Methode:

Die baulichen Mehrkosten wurden für die einzelnen Bauteile ermittelt. Für die Berechnung der spezifischen Kosten [Euro/m<sup>2</sup> WNFL] wurde die Wohnnutzfläche inkl. Loggien von 2.986m<sup>2</sup> verwendet.

#### Einflussgrößen:

Mit dem Bau der Wohnungen in der 'Utendorfgasse' ist der erste zertifizierte, soziale und mehrgeschossige Wohnbau Österreichs errichtet worden. Letztendlich ist diese Zertifizierung der einzige Garant dafür, dass der Passivhausstandard tatsächlich erreicht und eingehalten wurde. Dieses war eine wesentliche Voraussetzung bei der Beurteilung der baulichen Mehrkosten von Passivhäusern und ein zusätzlicher Bonus für die späteren Mieter.

Für die Zertifizierung sind 4 Kriterien einzuhalten. Diese wurden von Dr. Wolfgang Feist und dem Passivhaus-Institut definiert (siehe auch Tabelle 1: Energiekennzahlen).

Bautechnisch bedeuten die Werte „Luftdichtheit“ und „warme Hülle“ Folgendes: Durch erhöhte Luftdichtheit kann der Infiltrationsluftwechsel, also der ungewollte Luftwechsel zufolge von Druckdifferenzen zwischen außen und innen, und die damit verbundenen Wärmeverluste weitgehend reduziert werden. Die konsequente Ausbildung einer warmen Hülle unter besonderer Berücksichtigung der Wärmebrückenvermeidung ist, ebenso wie die hohe Luftdichtheit, unerlässlich für die Funktion als Passivhaus. Nur

dadurch können die Wärmeverluste und somit der Heizwärmebedarf und die Heizlast minimiert werden. Der Betrieb hat wie erwartet allgemein eine Reduzierung des Primärenergiebedarfs und somit der laufenden Kosten gezeigt.

Die ökonomische Analyse zeigt, dass eine lokale Zuordnung der systembedingten Mehrkosten möglich ist.

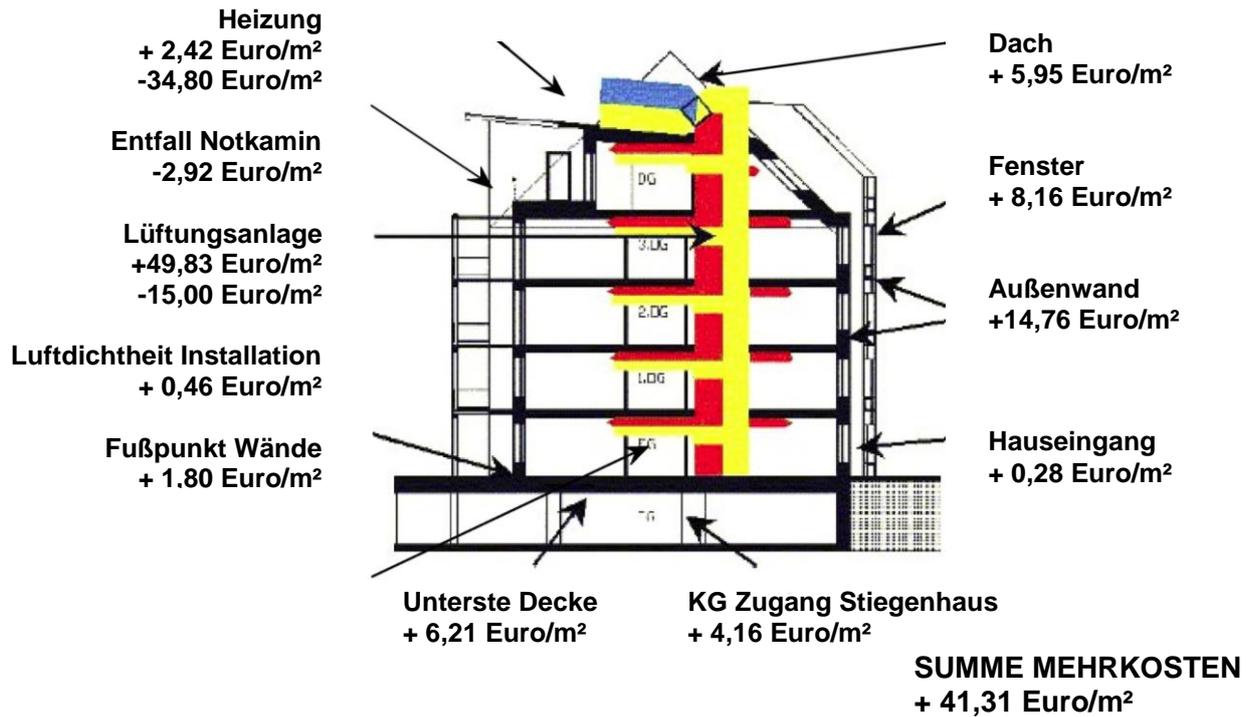


Abbildung 30: Grafische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Utendorfsgasse', Euro exkl. UST, Stand 2006

Es gibt demzufolge 10 Haupt-Mehrkosten-Verursacher. Diese sind geordnet nach ihrer Größe:

- Lüftungsanlage/ Entfall der Heizung
- Außenwand
- Fenster
- Unterste Decke
- Dach
- Tiefgaragenzugang Stiegenhaus und Schleusentür
- Wärmebrückenreduktion
- Elektro- und Sanitärinstallationen
- Haustür
- Lift

Die Türen und zum Teil auch die Fenster erfüllen hier die erhöhten Anforderungen an die Luftdichtheit des Gebäudes. Dach, Fenster, Außenwand, unterste Decke, der Zugang Tiefgarage vom Stiegenhaus und die Wärmebrückenreduktion sorgen für den optimalen thermischen Zustand der Gebäudehülle.

Die baulichen Mehrkosten sind die Summe der Preise für die Positionen, die bei einem traditionellen NEH-Wohnbau nicht vorkommen würden. Sie wurden pro Bauteil aufgeteilt, um sie spezifisch zuordnen zu können.

**Analyse:**

Im Folgenden werden die baulichen Mehrkosten für das Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' dargestellt. Dem vorangegangen ist ein Kostenoptimierungsprozess zur Ermittlung von Einsparpotenzialen. Es wurde beim Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' die jeweils kostengünstigste Variante ausgeführt.

## 8.2 Außenwand

Die Ausführung einer verstärkten Wärmedämmung an der Außenwand ist wesentlicher Bestandteil eines Passivhauses. Je nach Konstruktion der Außenwand, in Massivbauweise oder als Holzkonstruktion, ergeben sich unterschiedliche technische Bedingungen und damit Mehrkosten dafür.

### 8.2.1 Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz

Bei dem Bauvorhaben 'Utendorfasse' wurde ein Wärmedämmverbundsystem eingesetzt. Hier müssen die Stoßfugen und andere vertikale Fugen möglichst gering gehalten werden. Laut Feist sollen sie bei einem Passivhaus unter 5 mm breit sein. Da die ÖNORM im allgemeinen Fugen von einer Breite nicht größer als 2 mm vorschreibt, sind in Österreich keine speziellen Anforderungen an die Ausführung zu stellen. Für das Anbringen der Dämmung an die massive Wand gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Vollflächiges Verkleben der Dämmplatten:  
Wird von der ÖNORM nicht empfohlen.
2. Fixieren mithilfe von Montagedübeln:  
Eine in Österreich übliche Anwendung, jedoch verursachen Dübel, die im Dämmstoff liegen, einen Wärmeverlust von ca. 0,002 W/K, wodurch nach Berechnungen des Ingenieurbüros ebök der Heizwärmebedarf um 0,7 kWh/m<sup>2</sup>a ansteigen würde. Das sind 4,7 % des für ein Passivhaus erlaubten Heizwärmebedarfs, der allein durch die Dübel in der Fassade verursacht werden würde. [EBO05]
3. Fixieren in zwei Lagen:  
Der Dämmstoff kann auch in 2 Lagen abgebracht werden, wobei die erste Lage verdübelt und die zweite an die erste Lage geklebt wird. Bei dieser Lösung werden Wärmebrücken vermieden, durch den erhöhten Arbeitsaufwand steigen jedoch die Herstellungskosten.
4. Kleben auf Klebeankern:  
Diese Methode wurde entwickelt, um eine sichere Befestigung auf losen Untergründen zu gewährleisten, welche häufig bei Sanierungen auftreten. Der Klebeanker besteht aus einem 8 cm langen Dübel, der in die massive Wand eingeschlagen wird und einem Dübelteller mit einem Durchmesser von ca. 10 cm, der als Haftgrund für den Kleber dient. Die Dämmplatten werden nach Versetzen der Klebeanker punktweise darauf verklebt. Zusätzlich erfolgt eine umlaufende Verklebung der Platten, um eine Hinterströmung der Dämmebene mit Luft zu verhindern. Mit diesem System wird vermieden, dass Dübel im Dämmstoff liegen, und garantiert, dass ein sicherer Verbund mit der Wand gemäß ÖNORM gewährleistet ist.



Abbildung 31: Klebeanker [Quelle: Baumit]

Für dieses Gebäude wurde ein System mit einer Dämmstärke von 27 cm statt ursprünglich 30 cm Dämmstärke gewählt, um die Nutzfläche zu erhöhen. Der  $\lambda$ -Wert der Dämmung von 0,04 W/mK wurde daher weiter gesenkt, um den Heizwärmebedarf von unter 15 kWh/m<sup>2</sup>a zu erreichen. Es wurden schließlich EPS-F Plus Dämmplatten mit  $\lambda = 0,032$  W/mK ausgeführt.

Für die 27 cm Wärmedämmung inkl. Verlegung ohne Putz wurden 49 Euro/m<sup>2</sup> vereinbart. Bei einem Niedrigenergiehaus mit 12 cm Wärmedämmung wären die Herstellungskosten aufgrund der geringeren Dämmstärke bei ca. 32 Euro/m<sup>2</sup> Fassade. Damit liegen die baulichen Mehrkosten für die zusätzlichen 15 cm an Dämmung bei 17,00 Euro/m<sup>2</sup> Fassade.

#### Exkurs Kalkulation:

*Der Kalkulation lagen laut Auftragnehmer folgende Werte zugrunde:  
Die Materialkosten betragen ca. 60 Euro pro Kubikmeter Wärmedämmung. Der Arbeitsfortschritt liegt bei 27 cm Wärmedämmung bei ca. 1,0 Quadratmeter pro Stunde. Bei einer 12 cm starken Dämmung wäre die Verarbeitung mit 1,4 Quadratmeter pro Stunde rascher möglich.*

### **8.2.2 Mehrkosten verursacht durch brandschutztechnische Erfordernisse**

Bei einem Wärmedämmverbundsystem und der Verwendung von Polystyrol als Dämmstoff mit Dicken über 10 cm kann es im Brandfall zu Problemen im Fenstersturzbereich kommen. Die Stadt Wien (Magistratsabteilung 37) schreibt daher Brandschutzriegel im Sturzbereich der transparenten Bauteile vor. Bei dem Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' kommt diese Vorschrift zum Tragen.

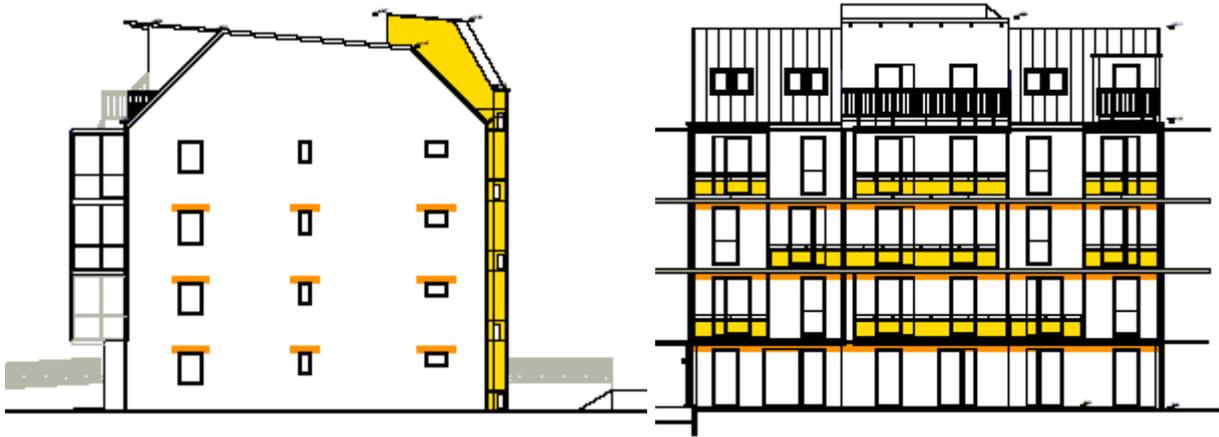
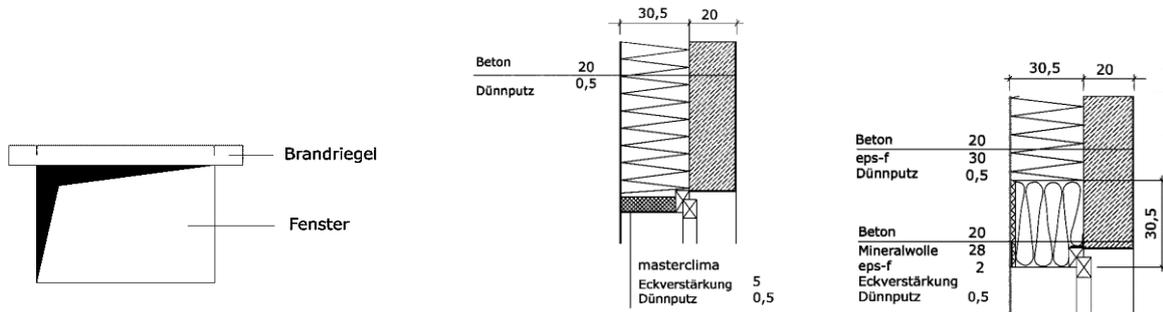


Abbildung 32: Brandschutzriegel Ansicht Ost und Süd Haus 2 Utendorfgasse - [Arch. DI Franz Kuzmich]

Für den Einbau der Riegel gibt es folgende Möglichkeiten, die den erforderlichen Brandschutz erfüllen:

1. Ausbildung mittels Mineralwolle:
  - a. Einbau im Sturzbereich oberhalb der transparenten Bauteile mit Mineralwolle: Die Brandschutzriegel aus Mineralwolle müssen einen seitlichen Überstand von mindestens 30 cm über den Fensterrand hinaus aufweisen.
  - b. Einbau eines Mineralwollriegels in voller Länge der Fassade: Durch den Materialwechsel besteht die Gefahr einer Rissbildung.
  - c. Einbau im Sturzbereich mit Mineralwolle und EPS Überdeckung derselben: Wie a) jedoch Ausbildung des Fassadenputz ohne Materialwechsel möglich.
2. Einbau im Sturzbereich oberhalb der transparenten Bauteile mit Kalziumsilikatplatten: Im Gegensatz zur Mineralwolle kann die Sturzplatte aus Kalziumsilikat, hydrophobiert und zellstoffverstärkt, ohne seitlichen Überstand eingebaut und gleichzeitig zur Herstellung der Deckschicht im Sturzbereich verwendet werden.

Die Ausführungsvariante 1c. wurde beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' angewendet.



**Abbildung 33: Brandschutzriegel: System – Sturzplatte bzw. Mineralwolle [SCH04]**

Die Brandschutzriegel mit EPS-Überdeckung wurden zum Preis von ca. 8,00 Euro/lfm inkl. Einbau ausgeführt. Bei 800 lfm ergibt sich auf die Fassadenfläche verteilt ein Preis von 2,56 Euro/m<sup>2</sup>.

Auch bei einem Niedrigenergiehaus müssen Brandschutzriegel eingebaut werden. Der Preis beträgt ca. 6,00 Euro/lfm, da weniger Material benötigt wird, und die Verarbeitung bei geringerer Stärke einfacher ist. Auf die Fassade verteilt ergibt das Herstellungskosten von 1,92 Euro/m<sup>2</sup>. Damit ergeben sich für den Brandschutzriegel bauliche Mehrkosten von 0,64 Euro/m<sup>2</sup> Fassade.

#### Exkurs Kalkulation:

*Bei der Kalkulation wurde für die Mineralwolle ein Materialpreis von 110 Euro pro Kubikmeter angenommen.*

### 8.2.3 Blechanschluss

Der Anschluss des Daches an eine Wand erfolgt üblicherweise mit einem Blech, das die Wärmedämmung an dieser Stelle durchdringt oder zumindest darin eingeschnitten ist, wodurch eine Wärmebrücke entsteht.

Ein spezielles Blechanschlussprofil, das mit dem Dünnputzgewebe verbunden ist, stellt eine wärmebrückenfreie Alternative dar. Auch bei der 'Utendorfgasse' wurde dieses Anschlussprofil eingesetzt. Diese Art der Ausführung stellte eine Einsparung dar, da die Verarbeitung einfacher ist, die Minderkosten wurden jedoch nicht angesetzt.

#### 8.2.4 Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minderkosten	
	/m² Bauteil	/m² WNFL	/m² Bauteil	/m² WNFL	/m² Bauteil	/m² WNFL
Wärmedämmung	32,00	26,79	49,00	41,02	+17,00	+14,23
Brandschutz- riegel	1,92	1,61	2,56	2,14	+0,64	+0,53
<b>Gesamt</b>					<b>+17,64</b>	<b>+14,76</b>

Tabelle 7: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Stand 2006, Euro exkl. UST

### 8.3 Dach

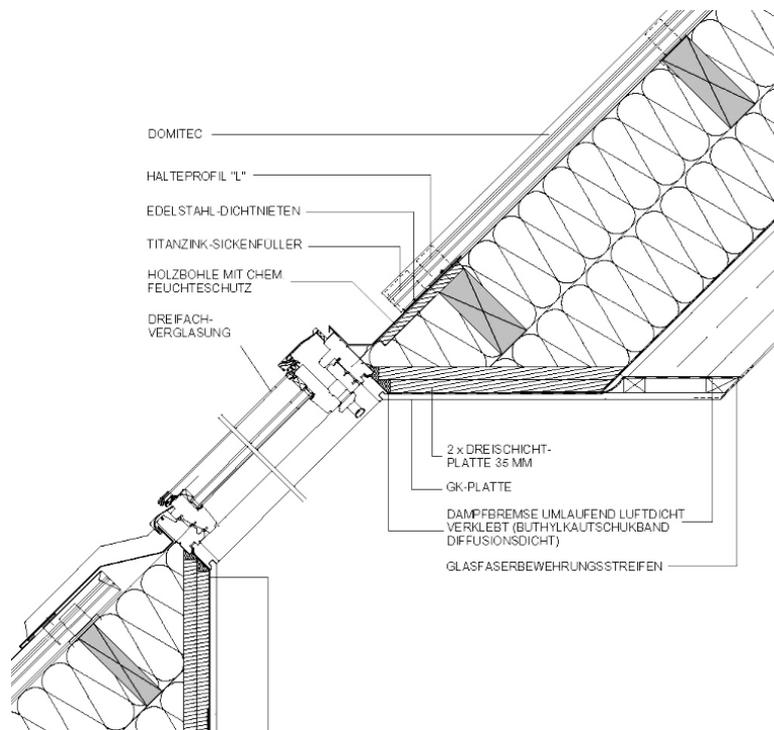


Abbildung 34: Schnitt durch die Dachhaut 'Utendorf-gasse' [Arch. DI Franz Kuzmich]

Das Dach wurde als Betonkonstruktion (sog. „Sargdeckel“) ausgeführt. Auf diese Konstruktion wurden insgesamt 44 cm Mineralwolle in 2 Lagen von je 22 cm Stärke aufgebracht.

Abschließend wurde anstatt der üblichen Unterspannbahn, Lattung und Blecheindeckung ein Domitec - System ([www.domico.at](http://www.domico.at)) als Deckung montiert. Die Domitec - Platten wurden mit Halteprofilen direkt auf der Wärmedämmung aufgebracht.

Die Dämmstärke beträgt bei diesem Aufbau 44 cm statt der im Niedrigenergiehaus üblichen 20 cm. Bei einem angebotenen Dämmstoffpreis von 71,43 Euro/m<sup>3</sup> ergaben sich dadurch Mehrkosten von 17,14 Euro/m<sup>2</sup> für das Material und 2,81 Euro/m<sup>2</sup> für die Verlegung der zweiten Lage, insgesamt ergaben sich Mehrkosten von 19,95 Euro/m<sup>2</sup> Dachfläche oder 5,73 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Der stärkere Dachaufbau hatte an den Stirnseiten des Gebäudes ein Plus an Fassadenfläche zur Folge. An insgesamt vier Stirnseiten wurde der Ortgang um 20 cm höher, was einer Fläche von 13,46 m<sup>2</sup> entspricht. Bei Kosten von 49 Euro/m<sup>2</sup> WDVS ergab dies Mehrkosten von 668,36 Euro, umgerechnet auf die Dachfläche 0,77 Euro/m<sup>2</sup> Dachfläche, bzw. 0,22 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Die Summe der Mehrkosten Dachfläche beträgt somit 20,72 Euro/m<sup>2</sup> Dachfläche, bzw. 5,95 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### Exkurs Sozialer Wohnbau:

Das beauftragte Unternehmen war beim Dämmstoffpreis nicht der Günstigste. Der niedrigste Preis für den verwendeten Dämmstoff betrug 35,18 Euro/m<sup>3</sup>. Inklusive Verlegung würden sich bei diesem Preis Mehrkosten von 11,00 Euro/m<sup>2</sup> Dachfläche oder 3,16 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche ergeben.

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minder-Kosten	
	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Wärmedämmung	14,29	4,11	31,43	9,03	+17,14	+4,92
Verlegung der zweiten Lage	0,00	0,00	2,81	0,81	+2,81	+0,81
Zusätzliches WDVS Stirnseite	0,00	0,00	0,77	0,22	+0,77	+0,22
<b>Gesamt</b>					<b>+20,72</b>	<b>+5,95</b>

Tabelle 8: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Stand 2006, Euro exkl. UST

## 8.4 Unterste Geschosdecke

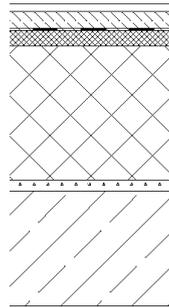


Abbildung 35: Ausführung unterste Geschosdecke, 'Utendorfsgasse' [Arch. DI Franz Kuzmich]

Die Bodendämmung zur „kalten“ Tiefgarage wurde beim Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' aus Kostengründen die Dämmung auf die Tiefgaragendecke gelegt. Der Fußbodenaufbau auf der untersten Geschosdecke besteht aus 35 cm expandiertem Polystyrol-Partikelschaumstoff (EPS-W), 4 cm Trittschalldämmung und einem Estrich mit 6 cm. Die Bewehrung des Estrichs besteht aus Baustahlmatten CQS 4. Zur Erreichung des Niedrigenergiehaus-Standards wären 6 cm Dämmung und 5 cm Estrich notwendig.

Die Baukosten für den gewählten Aufbau ergeben sich aus 23,80 Euro/m<sup>2</sup> für die 35 cm starke Dämmung (68,07 Euro/m<sup>3</sup> inkl. Verlegung) plus 14,20 Euro/m<sup>2</sup> für 6 cm Estrich (236,67 Euro/m<sup>3</sup> Estrich) und plus 2,00 Euro/m<sup>2</sup> für den Baustahl und 4,40 Euro/m<sup>2</sup> für die Trittschalldämmung. Das sind 44,40 Euro/m<sup>2</sup> Boden für den passivhausgerechten Bodenaufbau der warmen Hülle.

Für die zusätzlichen 29 cm Dämmung ergeben sich 18,67 Euro/m<sup>2</sup> Mehrkosten. Auf der 35 cm starken Wärmedämmung wurden 6 cm Estrich inklusive Bewehrung notwendig statt üblicherweise 5 cm ohne Bewehrung. Dadurch ergeben sich für den Estrich Mehrkosten von 3,00 Euro/m<sup>2</sup>.

Das ergibt Mehrkosten von 21,67 Euro/m<sup>2</sup> unterste Geschossdecke.  
Das sind bauliche Mehrkosten von 4,74 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Exkurs Gebäudehöhe:

Würde die Fundamentplatte um 30 cm tiefer gelegt werden, um zu vermeiden, dass z.B. die größere Gebäudehöhe nicht mit einem gesetzlich vorgeschriebenen Lichtraumprofil kollidiert, ergäben sich zusätzliche Mehrkosten von 920,35 Euro für die 455,62 m<sup>3</sup> zusätzlichen Aushubs (Arbeit) und 3481,17 Euro für die Entsorgung dieses Aushubs (842,9 t). Dies wären 4.401,53 Euro Mehrkosten zusätzlich, umgerechnet auf die Geschossdecke ergäben sich 6,74 Euro/m<sup>2</sup>, bzw. 1,47 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minder-Kosten	
	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Wärmedämmung	5,13	1,13	23,80	5,21	+18,67	+4,08
Trittschall-dämmung	4,40	0,96	4,40	0,96	0,00	0,00
Estrich	13,20	2,89	14,20	3,11	+1,00	+0,22
Bewehrung	0,00	0,00	2,00	0,44	+2,00	+0,44
Zusätzlicher Aushub	0,00	0,00	6,74	1,47	+6,74	+1,47
<b>Gesamt</b>					<b>+28,41</b>	<b>+6,21</b>

Tabelle 9: Wohnhaus 'Utendorfasse' – bauliche Mehrkosten unterste Geschossdecke (Fläche unterste Geschossdecke 653,61m<sup>2</sup>, Wohnnutzfläche 2986 m<sup>2</sup>). Euro exkl. UST, Stand 2006

## 8.5 Stiegenhaus

Beim Bauvorhaben 'Utendorfasse' gibt es in jedem der drei Häuser ein Stiegenhaus innerhalb der warmen Hülle.

Die daraus entstehenden Mehrkosten machen in diesem Bereich 4,16 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche aus. Die Inkludierung der Stiegenhäuser in die warme Hülle des Gebäudes hat vor allem bauphysikalische und kostenrelevante Gründe.

Diese Summe setzt sich aus mehreren Kostenfaktoren zusammen, die im Folgenden näher erläutert werden.

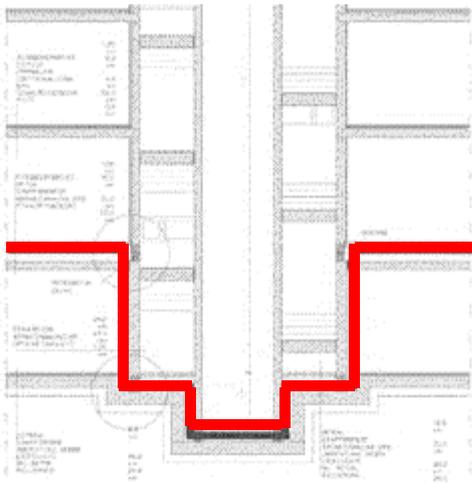


Abbildung 36: Stiegenhaus warme Hülle Schnitt [Schöberl & Pöll OEG], Vorlage [Arch. DI Franz Kuzmich]

Um den vorgeschriebenen ebenerdigen Tiefgaragenzugang zu gewährleisten, wird der Lift im Stiegenhaus bis auf Kellerniveau geführt. Die Wärmedämmschicht wird im ungedämmten Keller von der untersten Geschossdecke um das Stiegenhaus geführt, um eine durchgehende warme Hülle zu erreichen.

Zwischen Tiefgarage und Stiegenhaus befindet sich eine Schleuse.

Sie muss mit einer ständigen Lüftung ins Freie ausgestattet sein, und hätte als Bestandteil des warmen Stiegenhauses zufolge, dass die luftdichte Hülle durchstoßen und ein Wärmeverlust verursacht wird. Um das zu vermeiden, wird die warme Hülle zwischen Schleuse und Stiegenhaus geführt. Der energetische Effekt und die Kosten verbessern sich so und es entsteht ein geschlossenes und luftdichtes System.

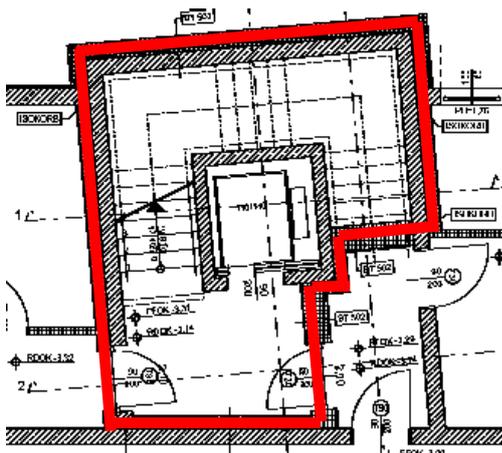


Abbildung 37: Stiegenhaus warme Hülle Grundriss [Schöberl & Pöll OEG], Vorlage [Arch. DI Franz Kuzmich]

Neben dem unteren Abschluss ist auch das Dach des Stiegenhauses mit der Brauchentlüftung besser zu dämmen als in einem Niedrigenergiehaus.

Diese Summe der so entstehenden Mehrkosten setzt sich aus mehreren Kostenfaktoren zusammen, die im Folgenden näher erläutert werden.



Abbildung 38: „warme Hülle“ Stiegenhaus Decke über Tiefgeschoss [Schöberl & Pöll OEG]

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minderkosten	
	/ Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/ Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/ Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Schleusentüre (pro Türblatt)	745,00	1,50	850,00	1,71	+105,00	+0,21
Schleusentürzarge (pro Zarge)	120,00	0,24	125,00	0,25	+5,00	+0,01
Bodenplatte (pro m <sup>2</sup> )	18,33	0,54	40,10	1,18	+21,77	+0,64
Fußpunkte Wände (pro lfm)	-	-	49,90	0,29	+49,90	+0,29
Wände gegen Erdreich (pro m <sup>2</sup> )	7,50	0,11	14,30	0,21	+6,80	+0,10
Wände gegen Tiefgarage (pro m <sup>2</sup> )	25,00	0,19	39,50	0,30	+14,50	+0,11
Wände gegen Keller (pro m <sup>2</sup> )	25,00	0,67	39,50	1,06	+14,50	+0,39
Wände gegen Schleuse (pro m <sup>2</sup> )	40,00	0,35	78,10	0,68	+38,10	+0,33
Isokorb (pro lfm)	-	-	154,10	+1,60	+154,10	+1,60
Lichtkuppel (BRE) /Bauteil			282,00		282,00	+0,48
<b>Gesamt</b>						<b>+4,16</b>

Tabelle 10: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. UST, Stand 2006

### 8.5.1 Schleusentüre

Als Schleusentür zwischen Tiefgarage und Stiegenhaus muss gemäß Wiener Bauordnung eine T 30 Brandschutztür eingebaut werden, für den Passivhausstandard ist zusätzlich ein hoher Luftdichtheitswert erforderlich.

Bei einem Stückpreis von 850 Euro statt 745 Euro für die luftdichte Ausführung der T 30 Schleusentüre plus 125 Euro statt 120 Euro für die Zarge, ergibt das bauliche Mehrkosten für die sechs Schleusentüren von 0,22 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### 8.5.2 Bodenplatte Stiegenhaus

Wie die unterste Geschossdecke des Gebäudes muss auch die Bodenplatte des Stiegenhauses wärmegeklämt ausgebildet werden.

Der Aufbau des Stiegenhausbodens besteht aus einer Stahlbetonplatte mit darauf liegendem, 35 cm starkem, expandiertem Polystyrol - Partikelschaumstoff (EPS-W) und einem Estrich mit 8 cm, der auf den nicht begehbaren Flächen unter der Stiege nicht ausgeführt wurde.

Als Vergleichswert wird hier 6 cm Dämmung angesetzt, was dem Niedrigenergiehaus-Standard entspräche.

Die Herstellungskosten für die Bodenplatte ergeben sich aus 23,80 Euro/m<sup>2</sup> für die 35 cm starke Dämmung plus 16,30 Euro/m<sup>2</sup> für 8 cm Estrich. Das sind 40,10 Euro/m<sup>2</sup> Bodenplatte Stiegenhaus.

Für die zusätzlichen 29 cm Dämmung ergeben sich 18,67 Euro/m<sup>2</sup> Mehrkosten. Auf der 35 cm starken Wärmedämmung werden 8 cm Estrich ohne Bewehrung notwendig statt üblicherweise 5 cm. Dadurch ergeben sich für den Estrich Mehrkosten von 3,10 Euro/m<sup>2</sup>. Bei einer Fläche von 91,31m<sup>2</sup> Wärmedämmung und 64,55m<sup>2</sup> Estrich ergibt das bauliche Mehrkosten von zusammen 0,64 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### **8.5.3 Wärmebrücken Fußpunkte Wände**

Zur Wärmebrückenreduktion wurden, wie beim Fußpunkt Außenwand, bei der Stiegenhauswand 2 Reihen mit je 20 cm hohen Porenbetonsteinen eingebaut. Wegen der geringen Festigkeit wurden die Gasbetonsteine in regelmäßigen Abständen von Stahlbeton-Höckern unterbrochen, um die Lastabtragung zu gewährleisten.

Auf einer Länge von 43 m wurden 2 Reihen Porenbetonsteine aufgesetzt.

Benötigt wurden also 17,2 m<sup>2</sup> Wandfläche zu einem angebotenen Preis von 49,90 Euro/m<sup>2</sup>.

Die Mehrkosten für die Porenbetonsteine betragen 0,29 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### **8.5.4 Wände**

Bei dem Bauvorhaben 'Utendorfasse' sind die Wände des Stiegenhauses im Kellergeschoss Teil der warmen Hülle und mussten daher entsprechend gedämmt werden.

Die an das Erdreich grenzende Außenwand des Stiegenhauses wurde mit 27 cm XPS gedämmt. Das sind 14,30 Euro/m<sup>2</sup> Außenwand des Stiegenhauses. Als Vergleichswert wurde hier 4 cm Dämmung angesetzt, was dem Niedrigenergiehaus-Standard entspräche, mit Bauteilkosten von ca. 7,50 Euro/m<sup>2</sup>.

Bei einer Bauteilfläche von 40 m<sup>2</sup> ergibt das bauliche Mehrkosten von 0,10 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Die an die Tiefgarage grenzende Außenwand wurde auf der Innenseite des Stiegenhauses mit einer Vorsatzschale mit 20 cm Mineralwolle gedämmt. Das sind 39,50 Euro/m<sup>2</sup> Bauteil. Als Vergleichswert wurden hier 4 cm Dämmung angesetzt, was dem Niedrigenergiehaus-Standard entspräche, mit Bauteilkosten von ca. 25 Euro/m<sup>2</sup>.

Bei einer Bauteilfläche von 23 m<sup>2</sup> ergibt das bauliche Mehrkosten von 0,11 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Um die warme Hülle dicht zu halten, war die an die Tiefgarage und an den unbeheizten Keller grenzende Wand des Stiegenhauses beim Bauvorhaben Utendorfasse mit einer Vorsatzschale innenseitig – im Falle der Tiefgarage – oder mit einer Vorsatzschale außenseitig - im Falle des Kellers - zu dämmen.

Die an den Keller grenzende Außenwand wurde auf der Außenseite mit einer Vorsatzschale mit 20 cm Mineralwolle gedämmt. Das sind 39,50 Euro/m<sup>2</sup> Bauteil. Als Vergleichswert wurden hier 4 cm Dämmung angesetzt, was dem Niedrigenergiehaus-Standard entspräche, mit Bauteilkosten von ca. 25 Euro/m<sup>2</sup>.

Bei einer Bauteilfläche von 80 m<sup>2</sup> ergibt das bauliche Mehrkosten von 0,39 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Die Wände zwischen warmem Stiegenhaus und Schleuse wurden bei der 'Utendorfsgasse' mit 40 cm Porenbetonsteinen ausgebildet. Die Bauteilkosten betragen 78,10 Euro/m<sup>2</sup>. Als Vergleichswert werden die Kosten für eine 20cm Betonwand, nämlich 40 Euro/m<sup>2</sup> angesetzt. Bei einer Bauteilfläche von 25,77 m<sup>2</sup> sind das 0,33 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### **8.5.5 Isokörbe**

Für die thermische Trennung der anschließenden Wände und der Kellerdecke zum Stiegenhaus sind Isokörbe notwendig, um die Wärmebrücke zu reduzieren.

Beim Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' wurden Isokörbe mit der Brandschutzklasse F90 verwendet, um den Brandschutz durchgehend zu gewährleisten. Als Alternative können auch andere Ausführungen gewählt werden, um die Kosten weiter zu senken und die Wärmebrücken weiter zu optimieren.

Bei Bauteilkosten von 154,10 Euro/lfm und 30,8 lfm insgesamt bedeutet das bauliche Mehrkosten von 1,60 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### **8.5.6 Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach**

Um die Mehrkosten bei der Brandrauchentlüftung zu ermitteln, wurde die beim Passivhaus eingesetzte opake Klappe mit 60 mm Dämmung und 500 mm Höhe mit einem Oberlicht mit 20 mm Dämmung und 300 mm Höhe aufgrund der geringeren Dachdämmung verglichen. Die daraus resultierenden Mehrkosten ergeben sich aus 280 Euro statt 140 Euro für den Aufsatzkranz und 342 Euro statt 200 (geschätzt) Euro für den Deckel bzw. Lichtkuppel. Das sind bei drei Stiegehäusern 0,28 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Zusätzlich ergeben sich pro Brandrauchentlüftung ca. 200 Euro Mehrkosten durch die erhöhten Anforderungen an die Dichtigkeit, gelöst durch einen kleinen zusätzlichen Motor. Diese Kosten betragen für die drei Gebäude 0,20 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

In Summe ergeben sich somit 0,48 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche Mehrkosten für die Brandrauchentlüftung beim Bauvorhaben 'Utendorfsgasse'.

### **8.5.7 Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage)**

Zur Wärmebrückenreduktion wurden am Fußpunkt der Außenwände zwei Reihen mit je 20 cm hohen Porenbetonsteinen eingebaut. Aufgrund der geringen Festigkeit wurden die Gasbetonsteine in regelmäßigen Abständen von Stahlbetonhöckern unterbrochen, um die Lastabtragung zu gewährleisten.

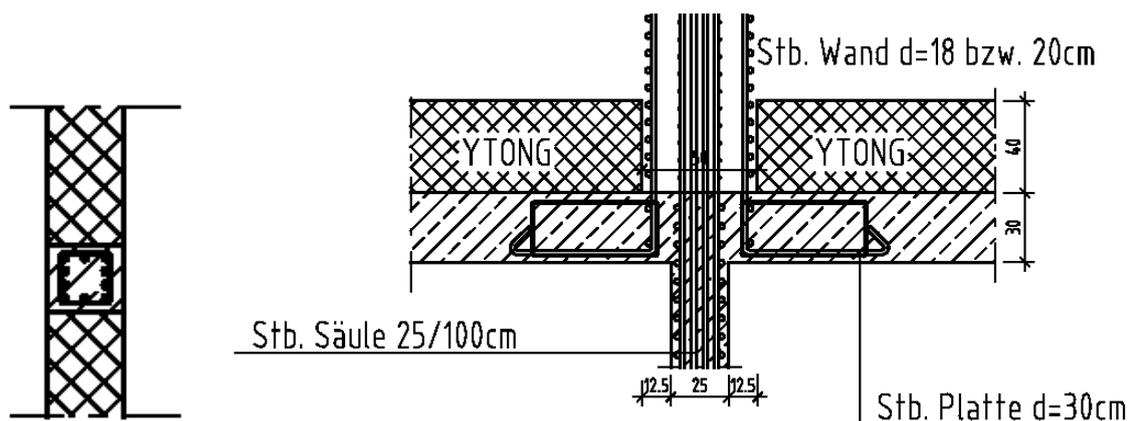


Abbildung 39: Stahlbetonlager bei Bodenplatte/ Stahlbetonlager bei Stütze [WER 05]

Auf einer Länge von 269 m wurden zwei Reihen Porenbetonsteine aufgesetzt. Benötigt wurden also 107,6 m<sup>2</sup> zu einem angebotenen Preis von 49,90 Euro/m<sup>2</sup>.

Die Mehrkosten für die Porenbetonsteine betragen 5.369,24 Euro/m<sup>2</sup> oder 1,80 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Da die Stahlbetonhöcker bei der 'Utendorfasse' mit der Gesamtwand mitbetoniert wurden, konnten sie kostenneutral hergestellt und Mehrkosten dadurch vermieden werden.

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minder-Kosten	
	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
	0,00	0,00	49,90	+1,80	+49,90	+1,80
<b>Gesamt</b>						<b>+1,80</b>

Tabelle 11: Wohnhaus 'Utendorfasse' - bauliche Mehrkosten Wärmebrückenreduktion, Euro exkl. UST, Stand 2006

## 8.6 Fenster

### 8.6.1.1 Allgemein

Als passivhaustechnische Anforderungen an die Fenster wird ein  $U_w$  - Wert bis ca. 0,80 W/m<sup>2</sup>K empfohlen. Außerdem ist auf wärmebrückenfreien und luftdichten Einbau der Fenster zu achten. Zudem müssen die Fenster den in der Wiener Bauordnung geforderten Schallschutzwert  $R_w$  von 38 dB einhalten. Für die Südfenster besteht jedoch eine erhöhte Schallschutzanforderung von 42 dB.

Grundsätzlich wurden die Kosten der Fenster optimiert, indem der Fensteranteil möglichst gering gehalten wurde, in der 'Utendorfasse' beträgt der Anteil der Fensterfläche etwa 14,5 % der Wohnnutzfläche.

Zum genauen Kostenvergleich der Fenster wurden die Preise für Glas, Rahmen und Einbau der Fenster mit Passivhaus- bzw. Niedrigenergiehausstandard gesondert verglichen.

### 8.6.1.2 Glas

Sowohl für das Passivhaus, als auch für das Niedrigenergiehaus werden Dreischiebengläser verwendet. Allerdings reicht beim Niedrigenergiehaus ein höherer U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K für die Fenster.

Bei der 'Utendorfgasse' ist laut Auftragnehmer die Glasfläche mit einem U-Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup>K und bei ca. 390 m<sup>2</sup> Glas mit 18.425,55 Euro zu kalkulieren, Glasflächen mit einem U-Wert von 0,79 W/m<sup>2</sup>K, und somit passivhaustauglich, kosten hingegen 24.774,75 Euro. Daraus ergeben sich Mehrkosten von 16,27 Euro/m<sup>2</sup> Glas bzw. 2,13 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

### 8.6.1.3 Rahmen

Beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' kam ein besseres Glas und ein besserer Einbau zur Ausführung, als für den Passivhausstandard notwendig wäre, daher konnten die gleichen Rahmen wie für ein Niedrigenergiehaus verwendet werden, es entstehen dadurch keine Mehrkosten.

### 8.6.1.4 Einbau

Die erhöhten Kosten beim Einbau der Fenster entstehen durch das für die Luftdichtheit notwendige umlaufende Dichtband und die Montage vor der Wand.

Bei der 'Utendorfgasse' hat der Auftragnehmer ca. 28.000 Euro für die Fenster als Montagekosten angenommen, das sind 21% der Gesamtkosten.

Während bei einem Niedrigenergiehaus ca. 9 Euro/lfm umlaufender Fuge zu kalkulieren sind, sind es bei einem Passivhaus ca. 25 Euro/lfm.

Demnach lägen die Montagekosten beim Niedrigenergiehaus bei ca. 10.000 Euro.

Das ergibt Mehrkosten für die Montage von 6,70 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minder-Kosten	
	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Glas	47,25	6,17	63,52	8,30	16,27	+2,13
Rahmen					0,00	0,00
Montage	25,64	3,35	71,79	9,38	46,15	+6,03
<b>Gesamt</b>					<b>62,42</b>	<b>+8,16</b>

Tabelle 12: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Fenster, ca. 390 Quadratmeter Fenster, Euro exkl. UST, Stand 2006

### 8.6.1.5 Erhöhter Schallschutz

Bei Passivhausfenstern mit erhöhten Schallschutz von 42 dB (und U<sub>w</sub>-Wert 0,74 W/m<sup>2</sup>K) erhöht sich der Preis je Quadratmeter Fensterfläche von 63,52 Euro auf 127 Euro.

	Passivhaus		Passivhaus + Schallschutz		Mehr-/ Minder-Kosten Schallschutz	
	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Glas	63,52	8,30	127,00	16,59	63,48	+8,29
Rahmen					0,00	0,00
Montage	71,79	9,38	71,79	9,38	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>						<b>+8,29</b>

Tabelle 13: Wohnbau 'Utendorfsgasse' – Kosten Schallschutz bei Passivhaus, Euro exkl. UST, Stand 2006

## 8.7 Hauseingangsportal

Die Haustüren wurden als thermisch getrennte Aluportale ausgeführt. Diese weisen eine hohe Luftdichtheit auf. Da das Stiegenhaus einen Teil der warmen Hülle darstellt, müssen sie allerdings auch den wärmetechnischen Anforderungen genügen. Die drei Türen wurden zu einem Gesamtpreis von 7.000 Euro geliefert und montiert. Der Rahmen einer Eingangstüre für ein Niedrigenergiehaus wäre um ca. 5% günstiger, bei einem Kostenanteil von ca. 3.500 Euro für den Rahmen sind das 175 Euro. Die baulichen Mehrkosten für den Rahmen betragen daher 0,12 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Die Mehrkosten für die Dreifachverglasung je m<sup>2</sup> Bauteil betragen 16,27 Euro, das sind insgesamt 121,34 Euro für die Portale.

Die baulichen Mehrkosten für die Hauseingangstüren betragen in Summe 0,17 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minder-Kosten	
	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Rahmen		2,35		2,23		+0,12
Glas	47,25	0,12	63,52	0,47	16,27	+0,05
Einbau		0,06		0,17		0,11
<b>Gesamt</b>						<b>+0,28</b>

Tabelle 14: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – bauliche Mehrkosten Eingangsportal, Euro exkl. UST, Stand 2006

## 8.8 Notkamin

Die Gebäudeheizlast ist aufgrund der hohen thermischen Qualität der Gebäudehülle kleiner als 10 W/m<sup>2</sup> Nettogeschossfläche. Die Novellierung der Wiener Bauordnung vom 21. Februar 2003, §112 besagt, dass für Gebäude mit einer Heizlast darunter, wie es auch das Passivwohnhaus 'Utendorfsgasse' darstellt, keine Notkamine erforderlich sind [BOW03].

**§ 112.** (1) Aufenthaltsräume müssen ausreichend beheizbar sein; die ausreichende Beheizbarkeit ist dann gegeben, wenn ein Rauchfanganschluss (Abgasfanganschluss) oder ein Versorgungsanschluss für die Raumheizung im Raum vorhanden ist. In jeder Wohnung muss mindestens ein Aufenthaltsraum einen Rauchfanganschluss (Abgasfanganschluss) in einen Fang mit einem lichten Querschnitt von mindestens 14 cm Durchmesser haben; dies gilt nicht für Wohnungen in Hochhäusern und in Passivhäusern. Passivhäuser sind

Gebäude, deren Heizwärmebedarf kleiner als 15 kWh/m<sup>2</sup>a, bezogen auf die Nettogeschossfläche, ist, wobei die Heizlast von 10 W/m<sup>2</sup>, bezogen auf die Nettogeschossfläche, nicht überschritten werden darf. Vom Erfordernis der Beheizbarkeit kann abgesehen werden, wenn der Verwendungszweck des Raumes die Beheizung entbehrlich macht.

Folgende Kenngrößen sind dabei nachzuweisen bzw. vorzulegen [EDE03]:

- Heizwärmebedarf nach EN 832 und ÖNORM B 8110 Teil 1 und 5 < 15 kWh/m<sup>2</sup>
- Heizlast gemäß ÖNORM B 8110-5 (ÖNORM M 7500) < 10W/m<sup>2</sup> bzw. Gleichwertigkeitsgutachten einer technischen Universität.
- Thermischer Komfort Fenster
- Dichtheit der Gebäudehülle  $n_{50} < 0,6$  1/h
- Anheizzeit

Für die Kalkulation der Minderkosten wurde das Angebot des Baumeisters für einen keramischen Kamin herangezogen. Für jeden Kamin werden 756 Euro für den unteren und oberen Abschluss und 10,70 Euro für den Laufmeter Kamin kalkuliert. Bei drei Kaminen pro Haus und drei Häusern entstehen somit Kosten von 8730 Euro bzw. 2,92 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche, die bei einem Passivhaus eingespart werden.

	Niedrigenergiehaus	Passivhaus	Mehr-/ Minder-Kosten
	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> WNFL
Notkamin	2,92	0,00	-2,92
<b>Gesamt</b>			<b>-2,92</b>

Tabelle 15: Wohnbau 'Utendorfasse' - Baukosten Notkamin, Euro exkl. UST, Stand 2006

## 8.9 Verschattung

Beim Bauvorhaben 'Utendorfasse' ist sowohl das Erdgeschoss, als auch das 1., 2. und 3. Obergeschoss durch die architektonische Ausbildung des Gebäudes mit Loggien ausreichend verschattet. Im Dachgeschoss sind außenliegende Verschattungen als Schutz vor zu großen Solargewinnen vorgesehen worden. Solche Verschattungen wären auch bei einem vergleichbaren Niedrigenergiehaus notwendig.

Durch die hochwertigen Fenster beim Passivhaus mit geringerem g-Wert könnte sogar manche Verschattung eingespart werden, es werden jedoch keine Mehr- oder Minderkosten angesetzt.

## 8.10 Luftdichtheit

Die Luftdichtheit ist durch eine geschlossene Hülle mit geeigneten, altersbeständigen Materialien herzustellen. Besonderes Augenmerk ist auf die Ausführung von Anschlusspunkten unterschiedlicher Konstruktionen, Fenster- und Außentüren zu legen. (siehe Fenster und Hauseingangstüren). Zulässige Durchstoßpunkte sind die Leitungen der Lüftungsanlage, die Wasserzu- und Ableitung und die Stromzufuhr. Die Prüfung der erforderlichen Luftdichtheit erfolgt mit dem Blower-Door-Test.

### 8.10.1 Lift

Bei Gebäuden mit mehr als 2 Hauptgeschossen muss ein Lift eingeplant werden [WBO 05]. Dessen Liftschacht muss belüftet sein, in der Regel geschieht dies über eine in das Dach eingelassene Öffnung. Da das Dach beim Passivhaus Teil der kontinuierlichen „warmen Hülle“ darstellt, ist eine Lüftungsöffnung zu vermeiden. Sollte dennoch eine Öffnung gemacht werden, muss diese speziell gedämmt und eingebaut werden, was erhebliche Mehrkosten verursacht.

Konkret bedeutet dies für das Bauvorhaben ‚Utendorf-gasse‘:

Der Lüftungsquerschnitt der Öffnung ins Freie muss etwa 1 % der Grundfläche des Schachtes betragen, was bei einer Querschnittsfläche des Aufzugsschachtes von 1,70 x 1,80 m ca 306 cm<sup>2</sup> entspricht. Eine derartige Öffnung würde aufgrund ihrer Größe den Leckagestrom um ca. 600 m<sup>3</sup>/h erhöhen, d.h. die Luftwechselrate würde anstatt der geplanten  $n_{50} = 0,4$  1/h nun  $n_{50} = 0,63$  1/h betragen. Der zulässige Grenzwert für die Luftwechselrate bei Passivhäusern liegt bei  $n_{50} = 0,6$  1/h und darf nicht überschritten werden. Es tritt außerdem ein Strahlungsverlust von ca. 0,02 kWh/m<sup>2</sup>a auf. [ebök Ingenieurbüro für Energieberatung]

Für das Bauvorhaben ‚Utendorf-gasse‘ wurde eine mit der Behörde abgestimmte Lösung gefunden, die keine Mehrkosten verursacht:

Da der Aufzug als ein Brandabschnitt mit dem Stiegenhaus zu sehen ist, wurden die Belüftung durch ein Lüftungsgitter zwischen Stiegenhaus und Aufzugsschacht im unteren Bereich des Stiegenhauses und die Entlüftung durch einen Anschluss an das Abluft-Leitungssystem sichergestellt.

### 8.10.2 Elektroinstallationen

Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Wohnbau weist ein Passivbau spezielle Anforderungen für den Einbau der Elektroinstallation auf, da alle Wohnungen wind- und luftdicht gehalten werden müssen. Dies gilt besonders für die Durchführungen durch die thermische (warme) bzw. luftdichte Hülle. Bei Kabeldurchführungen bedeutet dies, dass sie zusätzlich mit Manschetten und Klebeband ausgeführt werden müssen. Bei den Installationsrohren kommt es zu einem erhöhten Einsatz von Silikon zum Verschließen der Rohre. Außerdem werden luftdichte Elektro-Dosen im Innen- und Außenbereich verwendet. Durchführungen, die in die einzelnen Wohneinheiten führen, müssen dafür zu einem geringeren Maße luftdicht sein.

Der erhöhte Aufwand beim Bauvorhaben Utendorfgasse wurde mit einer Pauschale von 640 Euro für die passivhauspezifischen Anforderungen und einer Pauschale von 240 Euro pro Schacht für deren Abdichtung vergütet. Bei drei Schächten ergibt das insgesamt 1.360 Euro, das sind 0,46 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

	Niedrigenergiehaus	Passivhaus	Mehr-/ Minder-Kosten
	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> WNFL	/m <sup>2</sup> WNFL
Abdichtung	0,00	0,46	+0,46
<b>Gesamt</b>			<b>+0,46</b>

Tabelle 16: Wohnbau 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Elektroinstallationen, Euro exkl. UST, Stand 2006

### 8.10.3 Sanitär

Beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' entstanden keine Mehrkosten für die luftdichte Ausführung der Schächte, da die Durchführungen durch die warme Hülle aus brandschutzrechtlichen Gründen in jedem Fall, also auch bei Niedrigenergiehäusern, vergossen werden müssen.

Die Warmwasserbereitung erfolgt wie bei einem herkömmlichen Wohnbau über eine Gasbrennwerttherme. Das hier vorhandene Wärmeverlustpotenzial durch die Leitungen wird durch eine höhere Dämmung verhindert. Eine Prüfung des Bauphysikers hat bestätigt, dass eine Gefahr eines Wärmeverlustes durch das Abgasrohr nicht vorhanden ist. Zwar entzieht das mit kalter Außenluft durchströmte Abgasrohr dem Gebäude eine gewisse Menge an Heizwärme, aber dadurch erwärmt sich die Verbrennungsluft, wodurch die Effizienz der Therme gesteigert wird. Somit kann der Verlust der Heizwärme an die Verbrennungsluft wieder ausgeglichen werden.

## 8.11 Lüftungsanlage

Zu einem zentralen Bestandteil der Haustechnik von Passivhäusern gehört eine Lüftungsanlage, die gleichzeitig Lüftung und Heizung ist. Dabei wird ein kontrolliertes Be- und Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung verwendet, welches die Wärmeverluste minimiert und gleichzeitig für den erforderlichen hygienischen Luftwechsel sorgt. Durch den geringen Heizwärmebedarf im Passivhaus kann die Raumheizung über die Lüftungsanlage erfolgen. Auf Radiatoren oder Flächenheizungen kann verzichtet werden, was die Investitionskosten verringert. Auch die laufenden Kosten, die aufgewendet werden müssen, um eine Wohnung auf behaglichem Temperaturniveau zu halten, sind wesentlich niedriger als bei einem herkömmlichen Heizsystem.



Abbildung 40: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – Lüftung [Technisches Büro DI Christian Steininger], Vorlage [Arch. DI Franz Kuzmich]

Aus Kostengründen entschied man sich, das Passivhaus '*Utendorfsgasse*' mit einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmetauscher und Ventilator auszustatten. Die Temperatur in jeder Wohnung kann mithilfe einer Volumenstromregelung und eines Nachheizregisters geregelt werden.

Eine ausgeglichene Luftbilanz ist wesentlich im Passivhaus, die Luftmengen der Zuluft- und Abluftvolumenströme müssen also für jede Wohneinheit gleich sein. Das Raumbediengerät für die Volumenstromregelung verfügt über 4 Stufen zur optimalen Regulierung. Das sichert im Winter den erforderlichen 0,6-fachen Luftwechsel pro Stunde und erlaubt es den

Luftwechsel im Sommer auf bis zu 0,3-fach pro Stunde bei geöffneten bzw. gekippten Fenstern zu reduzieren und so den Strombedarf zu senken.

Luftfilter wurden sowohl zentral im Bereich der Frischluftansaugung, als auch dezentral an den Abluftventilen in den Wohnungen angebracht, um die Anlage rein zu halten.

Die Heizenergie für die Nachheizregister wird durch eine zentrale Gastherme erzeugt, die auch das Brauchwasser erwärmt.

Ausschlaggebend für die Wahl der verwendeten Produkte waren der Wärmerückgewinnungsgrad des Wärmetauschers und die Stromaufnahme der Ventilatoren und der Volumenstromregler, da diese den Primärenergiebedarf des Gebäudes bestimmen. Dieser darf einen Wert von 120 kWh/m<sup>2</sup>a nicht überschreiten. Die Einführung der Luftleitungen vom Zentralgerät in die Hauptschächte muss luftdicht erfolgen. Da die Haustechnikanlage im Freien aufgestellt ist, musste ein ausreichender Wetterschutz mit einkalkuliert werden, sowie die Zugänglichkeit zur Wartung der Anlage gesichert sein.

Die Lüftungsanlage mit Wärmetauscher im Projekt 'Utendorfgasse' verursachte Kosten von 149.070,57 Euro. Umgelegt auf die Wohnnutzfläche betragen die Kosten 49,83 Euro/m<sup>2</sup>. Im Vergleich dazu betragen die Kosten in einer 75 m<sup>2</sup> Wohnung eines Niedrigenergiehauses für die Abluftanlage von Bad, WC und Küche ca. 1125,00 Euro. Umgelegt auf die Wohnnutzfläche betragen die Kosten in einem Niedrigenergiehaus 15,00 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Die Anlage verursacht also bauliche Mehrkosten von 34,83 Euro/m<sup>2</sup>. Allerdings sollte bedacht werden, dass sich herkömmliche Systeme sowohl was den Stand der Technik betrifft, als auch in den Bereichen Behaglichkeit (Luftbewegung, Lärm) und laufende Kosten mit der im Passivhaus installierten Anlage nicht vergleichen lassen. [BKIO4]

	Niedrigenergiehaus		Passivhaus		Mehr-/ Minderkosten	
	/ Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/ Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL	/ Bauteil	/m <sup>2</sup> WNFL
Lüftungsanlage	44.790,00	15,00	148.792,38	49,83	104.002,38	34,83
<b>Gesamt</b>						<b>34,83</b>

Tabelle 17: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. UST, Stand 2006

*Exkurs Vergleich der zentralen Lüftungsanlage mit einer semizentralen Lüftungsanlage  
Statt der Volumenstromregelung der zentralen Lösung kommen bei der semizentralen Variante geregelte Ventilatoren zum Einsatz. In anderen Komponenten unterscheiden sich die beiden Systeme de facto nicht.*

*Die Kosten für Volumenstromregler betragen 264,00 Euro pro Stück, wobei pro Wohneinheit zwei benötigt werden. Die Kosten für geregelte Ventilatoren betragen ungefähr 260 Euro pro Stück, wobei ebenfalls zwei erforderlich sind. Beide Varianten sind also gleichpreisig.*

## 8.12 Heizung

Im Vergleich zu konventionellen Wohnbauten liegen die Kosten für die Heizung bei dem Passivhaus tiefer. Der wesentliche Unterschied liegt in der Wärmeeinbringung in die Wohnungen. Während im konventionellen Wohnbau meist Radiatoren zum Einsatz kommen, erfolgt die Wärmezufuhr im Passivhaus über die Lüftungsanlage.

Ein Heizregister im Lüftungskanal reicht aus, um die vorgewärmte Luft auf Raumtemperatur zu erwärmen. Die Baukosten für ein Heizregister pro Wohnung betragen inklusive Einbau 185 Euro. Das sind bei der 'Utendorfasse' mit 39 Wohneinheiten 2,42 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Die Baukosten für Heizkörper und die notwendigen Verteilungsleitungen in den Wohnungen entfallen. Die Steigleitungen werden beim Passivhaus mit einer stärkeren Dämmung versehen, die Leitungen selber haben einen geringeren Querschnitt, als bei einem Niedrigenergiehaus, damit bleiben die Baukosten dafür kostenneutral. Das Wasser für die Heizregister wird gemeinsam mit der Warmwasserbereitung erwärmt. Die dafür verwendete Gasbrennwerttherme in der 'Utendorfasse' hat 40 kW, ein Gerät in einem Niedrigenergiehaus, bei dem zusätzlich zu Warmwasser auch die Heizwärme erzeugt werden muss, hätte ca. 70 kW und wäre um ca. 1.500 Euro pro Gerät teurer. Bei drei Geräten in der 'Utendorfasse' ergeben sich somit Minderkosten von ca. 1,50 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

Die Kosten für Heizkörper und Verteilungen im Standard eines Niedrigenergiehauses werden mit 2.500 Euro/Wohneinheit angenommen bei einer Durchschnittsgröße von 75 m<sup>2</sup>/Wohneinheit sind das Minderkosten von 33,30 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche.

	Niedrigenergiehaus	Passivhaus	Mehr-/ Minder-Kosten
	pro m <sup>2</sup> WNFL	pro m <sup>2</sup> WNFL	pro m <sup>2</sup> WNFL
Wärme- erzeugung	13,94	12,44	- 1,50
Steigleitungen + Dämmung	11,23	11,23	0,00
Heizkörper + Verteilleitungen	33,30	0,00	-33,30
Heizregister in den Wohnungen	0,00	2,42	+2,42
<b>Gesamt</b>			<b>-32,38</b>

Tabelle 18: Wohnhaus 'Utendorfasse' – bauliche Mehrkosten Heizung, Euro exkl. UST, Stand 2006

### 8.13 Tabellarische und grafische Zusammenfassung

Die Prüfung der tatsächlich anfallenden Kosten beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' hat ergeben, dass die baulichen Mehrkosten einen Betrag von 41,31 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche ausmachen werden. Die baulichen Mehrkosten für den Passivhausstandard betragen ca. 4 % der Baukosten, die sich gemäß Abrechnung für die gesamte Wohnhausanlage zu 3,17 Mio. Euro exkl. USt. ergeben. Der passivhausbedingte Mehrkostenanteil bei vergleichbaren Objekten beträgt im Durchschnitt 10-20 % bzw. 345 bis 545 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche bei Baukosten von ca. 1.400 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche [TRE04] und [TRE05].

Die Lüftungsanlage ist der größte Mehrkostenverursacher. Allerdings werden diese durch die Minderkosten einer konventionellen Abluftanlage und eines konventionellen Heizungssystems kompensiert. Der zweite große Mehrkostenverursacher ist die verbesserte Dämmung der Außenwand. Weiters sind die Fenster als Mehrkostenverursacher hervorzuheben. Diese Mehrkosten können jedoch stark durch einen sorgfältigen Marktvergleich und die Wahl eines passenden Produktes, das gerade die thermisch und vor allem schalltechnisch erforderlichen Kennwerte erreicht, beeinflusst werden.

Die Kostenanalyse der baulichen Mehrkosten beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' hat gezeigt, dass eine Kostengrenze von 75 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche eingehalten werden kann, ohne dass auf einen hohen Standard in der Ausführung und Ausstattung des Gebäudes verzichtet werden muss.

Bauteil	Mehrkosten /m <sup>2</sup> Bauteil	Mehrkosten /m <sup>2</sup> Wohnnutzfläche	Einheit
Außenwand	17,64	+14,76	Euro/m <sup>2</sup>
Dach	20,72	+ 5,95	Euro/m <sup>2</sup>
Unterste Geschossdecke	28,41	+ 6,21	Euro/m <sup>2</sup>
KG Zugang Stiegenhaus		+ 4,16	Euro/m <sup>2</sup>
Wände über Tiefgarage		+ 1,80	Euro/m <sup>2</sup>
Fenster	62,42	+ 8,16	Euro/m <sup>2</sup>
Hauseingangsportal		+ 0,28	Euro/m <sup>2</sup>
Notkamin		- 2,92	Euro/m <sup>2</sup>
Verschattung		0,00	Euro/m <sup>2</sup>
Luftdichtheit			
Lift		0,00	Euro/m <sup>2</sup>
Elektroinstallationen		+ 0,46	Euro/m <sup>2</sup>
Sanitärinstallationen		0,00	Euro/m <sup>2</sup>
Lüftungsanlage			
Mehrkosten		+ 49,83	Euro/m <sup>2</sup>
Minderkosten		- 15,00	Euro/m <sup>2</sup>

<b>Heizung</b>			
Mehrkosten		+ 2,42	Euro/m <sup>2</sup>
Minderkosten		- 34,80	Euro/m <sup>2</sup>
Zwischensumme Minderkosten		- 52,72	Euro/m <sup>2</sup>
Zwischensumme Mehrkosten		+ 94,03	Euro/m <sup>2</sup>
<b>SUMME Mehrkosten</b>		<b>+ 41,31</b>	<b>Euro/m<sup>2</sup></b>

Tabelle 19: Wohnhaus 'Utendorfasse' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. UST, Stand 2006

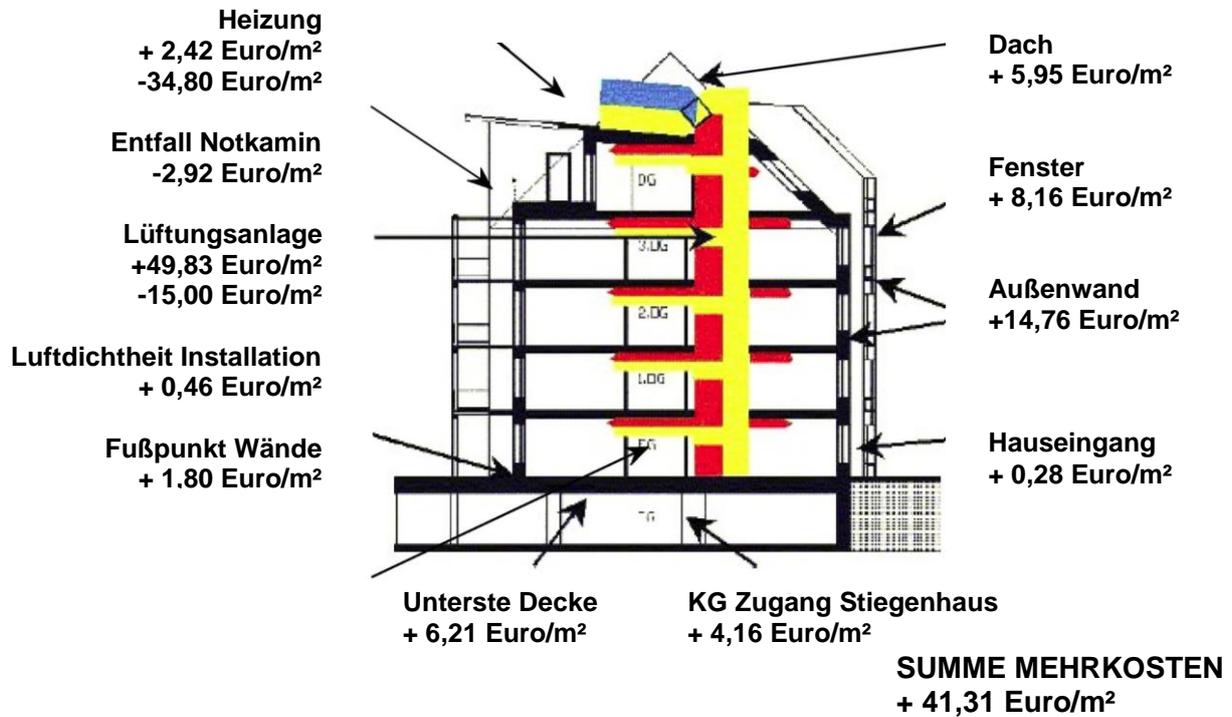


Abbildung 41: Grafische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Utendorfasse', Euro exkl. UST, Stand 2006

## 9 ÖKOinForm

Die Wahl eines Baustoffes hat gewisse Implikationen in Bezug auf dessen Primärenergiegehalt und Umweltverträglichkeitsgrad, wobei die Primärenergie vor allem den Energieaufwand von fossiler, nicht nachwachsender Energie, welche zur Herstellung eines Baustoffes verwendet wird, berücksichtigt, während der Umweltverträglichkeitsgrad den Zusammenhang zwischen Treibhauseffekt und Baustoff zu definieren versucht. Im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt produziert die Verwendung von Stahlbeton  $\text{CO}_2$ , da für die Gewinnung von Eisen (Stahl)  $\text{CO}$  und  $\text{CO}_2$  als Neben- bzw. Abfallprodukte entstehen. Eine Reduzierung von Stahl und Stahlbeton im Bauwesen kann als Reduzierung des Treibhauseffekts angesehen werden.

Nachstehend befindet sich eine Darstellung für einen Optimierungsprozess zur Einsparung von  $\text{CO}_2$ -Emissionen, welcher beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' durchgeführt worden ist.

Das Ergebnis ÖKOinFORM - Informationsknoten für ökologisches Bauen ist wie folgt:

Gemeinsam mit DI Dr. Bernhard Lipp vom Projektteam ÖkoInForm wurde, bedingt durch die verschiedenen Rahmenparameter beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse', die Tiefgarage als ökologischer Optimierungspunkt festgelegt.

In einem mehrstufigen Optimierungsprozess wurde die Tiefgarage wie folgt geändert:

	Ursprungs- variante	Optimierung 1	Optimierung 2	Optimierung 3	Ausgeführt
	Kubikmeter	Kubikmeter	Kubikmeter	Kubikmeter	Kubikmeter
Wände	323,79	299,79	270,27	203,87	219,30
Fundamentplatte	507,75	462,00	468,39	476,31	455,60
Stützen					2,41
Decke	507,75	462,00	468,39	476,31	436,56
<b>Summe</b>	<b>1.339,29</b>	<b>1.223,79</b>	<b>1.207,05</b>	<b>1.156,49</b>	<b>1.113,87</b>

Tabelle 20: Wohnhaus 'Utendorfgasse', Massen Stahlbeton Tiefgarage, Stand 2005

In vier Optimierungsschritten konnten  $225 \text{ m}^3$  Stahlbeton eingespart werden. Das sind in etwa 17 % Einsparung gegenüber der Ursprungsvariante. Nachfolgend erfolgt die Umlegung der Einsparung auf den Treibhauseffekt:

	Volumen	Dichte	Masse	Treibhaus- effekt	Treibhaus- effekt
	Kubikmeter	kg/ Kubikmeter	kg	kg CO <sub>2</sub> Äquiv/ m <sup>3</sup> .	kg CO <sub>2</sub> Äquiv.
Wände + Stützen Beton	102,08	2.000	204.160	0,13	26.541
Wände + Stützen Stahl	102,08	80	8.166	0,80	6.533
Fundamentplatte + Decke Beton	123,34	2.000	246.680	0,13	32.068
Fundamentplatte + Decke Stahl	123,34	150	18.501	0,80	14.801
<b>Summe</b>	<b>225,42</b>				<b>79.943</b>

Tabelle 21: Wohnhaus 'Utendorfgasse', Berechnung des Treibhauseffekts durch Tiefgaragenoptimierung; CO<sub>2</sub>-Äquivalent aus [WAL99], Stand 2005

#### Schlussfolgerung:

Durch den Optimierungsprozess der Tiefgarage konnten 79.943 kg CO<sub>2</sub> eingespart werden.

## 10 Nachbetreuung der MieterInnen und NutzerInnenhandbuch

Um sowohl die NutzerInnen als auch die Hausverwaltung mit den Besonderheiten des Passivhauses vertraut zu machen, wurden ein NutzerInnenhandbuch für die MieterInnen und ein weiteres für die Hausverwaltung verfasst.

Um den MieterInnen den Umgang mit dem Passivhaus praxisnah näher zu bringen, wurde sowohl eine MieterInnenversammlung, als auch eine persönliche Grundschulung durchgeführt.

Die Schulung der MieterInnen besteht somit aus einer Kombination folgender drei Weiterbildungsformen:

- NutzerInnenhandbuch
- MieterInnenversammlung
- persönliche einmalige Grundschulung

### **NutzerInnenhandbuch**

Das NutzerInnenhandbuch für die MieterInnen hat einen Umfang von 27 Seiten. Darüber hinaus wurde auch ein Merkblatt erstellt, das die wichtigsten Verhaltensregeln in einem Passivhaus auf einer Seite komprimiert zusammenfasst.

Das NutzerInnenhandbuch dient zur Erläuterung des Begriffes „Passivhaus“ und der Gründe für die Passivhaus-Bauweise. Hierbei wird in der ersten Hälfte insbesondere auf die Besonderheiten wie Luftdichtheit, passive Sonnenenergie-nutzung und die Wohnraumlüftungsanlage samt Restwärmeeinbringung eingegangen.

Die zweite Hälfte des Handbuches ist den Themen „Wohnen im Passivhaus“ und „Tipps zum Stromsparen“ gewidmet. Hierbei werden insbesondere die im Merkblatt beschriebenen Verhaltensregeln, sowie die richtige Benutzung der Lüftungsanlage samt Ergänzungsheizung umfangreich beschrieben. Um dem ganzheitlichen Energiespardedanken des Passivhauses Rechnung zu tragen, wurden auch wichtige Hinweise bei der Wahl der Haushaltsgeräte und der Beleuchtungsmittel aufgenommen.

Die Grundlage dieses Handbuchs ist das Handbuch von Dr. Wolfgang Feist, das unter <http://www.passiv.de/> → Software & Downloads → Nutzerhandbuch für Passivhäuser → Teil 4A: Nutzerhandbuch ersichtlich ist.

Das im Projekt Utendorfstraße verwendete NutzerInnenhandbuch ist eine überarbeitete Version. Es behandelt die gleichen Inhalte, ist jedoch teilweise gekürzt worden.

### **MieterInnenversammlung**

Bei der MieterInnenversammlung wurden Fragen zum Thema Passivhaus beantwortet. Es wurde auf eine saubere Vorbereitung und Organisation der Versammlung geachtet.

Das vorrangige Ziel war es allgemeine Fragen zum Passivhaus wie zum Beispiel „Darf ich die Fenster öffnen?“ umfassend und verständlich zu beantworten.

Die Versammlung wurde in der Form Fragen-Antworten aufgebaut. Einen reinen Frontalvortrag gab es nicht. Dies hat ein Übermaß an Informationen in Zusammenhang mit der zu diesem Zeitpunkt bevorstehenden Übersiedlung verhindert.

## **Persönliche Grundschulung**

Weiters wurde eine einmalige, persönliche Grundschulung für jeden einzelnen Haushalt vorgenommen. Dabei wurden den NutzerInnen nochmals die Funktionsweise der Lüftungsanlage und die damit verbundenen Verhaltensregeln erläutert und die Bedienung direkt vor Ort vorgeführt.

Die Vorstellung der Regelemente „Temperatur“ und „Luftvolumenstrom“ die die MieterInnen in des Passivhauses betreffen und die Erklärung deren Funktionsweise wurde von fachkompetenten Personen durchgeführt. Es wurde auf allfällige technische Fragen eingegangen, die technischen Inhalte wurden nicht zu oberflächlich behandelt. Typische allfällige Probleme mit der Bedienung wurden erwähnt und grundlegendes Vorgehen, sowie Ansprechpersonen wurden bekannt gegeben.

Die wesentlichen Inhalte der persönlichen Grundschulung waren:

- Lüftung: Erklärung des Funktionsprinzips / Einstellung der Lüfterstufen / Regelung
- Wärme: Erklärung des Funktionsprinzips / Urlaub, Sommer-/Winter-Betrieb
- Bedeutung von Energiesparlampen, „Stand-by“-Betrieb und energieeffizienten Geräten

Die Einweisung der NutzerInnen im Passivhaus ist unbedingt erforderlich, da insbesondere durch die mechanische Lüftungsanlage in Passivhäusern teilweise ein anderes NutzerInnenverhalten als im herkömmlichen Wohnbau notwendig ist.

## **NutzerInnenbetreuung**

Etwa sechs Monate nach Übergabe wurde eine MieterInnenbefragung durchgeführt.

Folgende Fragen bezogen sich direkt auf die MieterInnenschulung:

Fanden Sie das NutzerInnenhandbuch zum Passivhaus: gut / brauchbar / weniger gut ?

Fanden Sie die Infos auf der MieterInnenversammlung: gut / brauchbar / weniger gut ?

Fanden Sie die Einschulung in der Wohnung: gut / brauchbar / weniger gut ?

Konnten Sie Passivhaus-Informationen praktisch umsetzen? einige / teilweise / nein

Die Auswertung ergab, dass die Qualität der MieterInnenversammlung noch verbesserungswürdig ist. Als weiterer Punkt zur Optimierung wird das NutzerInnenhandbuch gesehen, da hier die Qualität besonders hoch sein sollte, weil es als eine Art Nachschlagewerk dienen soll.

Sowohl für die NutzerInnen, als auch für die Hausverwaltung waren ein Jahr lang ab Übergabe fachlich kompetente Ansprechpartner verfügbar.

## **Handbuch für die Hausverwaltung**

Das Handbuch für die Hausverwaltung hat einen Umfang von 15 Seiten und enthält als Anlage die produktspezifischen Wartungsangaben der Komponenten:

- WDVS-Fassade
- Fenster
- Heizung, Lüftung, Sanitär

Die Hauptbestandteile des Handbuches befassen sich mit der Beschreibung und den Wartungsarbeiten der Gebäudehülle und der Haustechnik.

## 11 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 11.1 Passivhausstandard

Im Zuge des Planungsprozesses erfolgte eine Umstellung von einer semizentralen auf eine zentrale Lüftungsanlage.

Die statischen Probleme der thermischen Hülle konnten passivhauskonform gelöst werden. Das bei der Auflagerung des Gebäudes auf die lastabtragenden Bauteile – in diesem Falle die Tiefgarage – auftretende Problem konnte wie folgt gelöst werden:

Die Fußpunkte der tragenden Wände wurden mittels Ministützen aus Stahlbeton mit dazwischenliegenden Porenbetonsteinen thermisch getrennt, um die Wärmeverluste gering zu gehalten. Zusätzlich wurde die Tiefgaragendecke mit einer 35 cm starken Dämmung belegt.

Auch die bauphysikalischen Probleme bei den Anschlussdetails im Bereich der Balkone und der Stiege konnten beseitigt werden. Wärmebrückenreduktionen im Bereich der Tiefgarage, der Fenster und der Balkone wurden durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass lineare Wärmebrücken als wärmebrückenfrei gelten, wenn ihr Verlustkoeffizient  $\psi$  kleiner 0,01 W/mK ist. Die Stiegenhäuser werden in die warme Hülle eingebunden und ebenfalls luftdicht ausgeführt und von der haustechnischen Anlage schwach be- und entlüftet.

### 11.2 Kosten

Die Baukosten der gesamten Wohnhausanlage betragen gemäß Abrechnung 3,17 Mio. Euro exkl. USt. Die baulichen Mehrkosten für den Passivhausstandard betragen 41,31 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Somit wird die Kostengrenze von 75 Euro/ m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche deutlich unterschritten.

Prozentual als auch auf die gesamte Bausumme bezogen schneidet das Projekt 'Utendorfsgasse' im Vergleich mit anderen Objekten sehr gut ab. Bei vergleichbaren Objekten beträgt der passivhausbedingte Mehrkostenanteil zwischen 345 und 545 Euro /m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche bei Baukosten von ca. 1.400 Euro /m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche [TRE04] und [TRE05].

Im Vergleich zu den geschätzten Baukosten vom April 2004 war die Lüftungsanlage immer noch der größte Mehrkostenverursacher, obwohl sie preisgünstiger war, als geschätzt worden war. Weiters sind die Fenster als Mehrkostenverursacher hervorzuheben, sowie die Dachdämmung, die etwas teurer als geschätzt war, und die unterste Geschossdecke, die etwas preisgünstiger als geschätzt war.

### **11.3 Vergleichbarkeit**

Der Vergleich mit Gebäuden ähnlicher Bau- und Nutzungsart ist ein wesentliches Ziel des Projekts. Deshalb wurden die Informationsaufbereitung, die technischen Berichte und die Auslegung des Projektes in einer beispielhaften Form zusammengestellt, sodass ihre Ergebnisse auch auf andere Bauvorhaben umlegbar sind.

## 12 Ausblick/Empfehlungen

Wie die letzten Jahre eindrucksvoll gezeigt haben, haben die Erfolge bei der Umsetzung dieses Bauvorhabens viele Bauträger und Planer überzeugt, dass moderner, energiesparender Wohnbau weder hochpreisig noch architektonisch minderwertig ist.

Darüber hinaus hat sich seit dem Planungsbeginn des Projektes 'Utendorfsgasse' bis zum heutigen Zeitpunkt ein bemerkenswerter Wandel in der Branche vollzogen – hochenergieeffizientes Bauen ist nicht länger eine belächelte Randerscheinung, die zu früheren Zeiten nur wenige Verfechter hatte, sondern längst „salonfähig“. Das lässt sich vor allem daran erkennen, dass Österreich Deutschland bei der gebauten Passivhausdichte überholt hat. Während im Westen Österreichs der anfängliche Schwung im Passivhausbau leider wieder etwas gedämpft wurde, ist insbesondere der Osten Österreichs besonders positiv zu erwähnen. Wie unlängst sogar den Massenmedien zu entnehmen war, hat Wien eine der höchsten Passivhausdichten im Vergleich der europäischen Großstädte.

So positiv der „Boom“ im Osten Österreichs auch ist, sollte man sich fragen, wodurch die derzeitige „Passivhaus-Flaute“ im eigentlich als besonders fortschrittlich und im energetischen Bauen tonangebenden Westen ausgelöst wurde. Gespräche mit Branchenkundigen haben Folgendes gezeigt. Im Westen Österreichs kam es zu einigen bedauerlichen Fehlplanungen. Hierbei wurde versucht die Physik zu „dehnen“ und Gebäude, die bei objektiver Betrachtung bestenfalls als Niedrigstenergiegebäude bezeichnet werden können, als Passivhäuser zu betreiben. Konkret bedeutet das, es wurde versucht Gebäude mit Luftheizsystemen zu beheizen, die hierfür nicht geeignet sind, da ihr realer Energieverbrauch hierfür zu hoch ist.

Das zeigt deutlich, wohin der Weg in die Zukunft führen soll. Beobachtet man die derzeitige Wohnbauförderungs- und Forschungsförderungssituation, ist das Wort Passivhaus beinahe schon zum Standard geworden. Es entsteht das Gefühl, dass das Themengebiet rund um den Passivhaus-Bau schon völlig erforscht ist und die Erkenntnisse nicht nur Stand des Wissens, sondern auch längst Stand der Technik sind. Nun, die tägliche Praxis im Umgang mit Planern und Bauherren zeigt, dass es nicht so ist! Daher lautet der Wunsch und die Empfehlung die Entwicklungen zwar rasch und konsequent in Richtung der sogenannten „Plusenergiehäuser“ weiterzuführen, aber nicht zu vernachlässigen, dass ein Großteil der Energien in die flächendeckende Verbreitung des bisher gesammelten Wissens fließen sollte. Nur so kann dauerhaft sichergestellt werden, dass ganz Österreich wieder einen konstanten Weg nach vorne, also in Richtung energiesparender Bauweise macht und Rückschritte durch fehlendes Know-how, wie anfangs beschrieben, vermieden werden können.

## Literaturverzeichnis

- [BED02] Bednar, T.: Schriftenreihe Bauphysik, Heft 6: Dokumentation des Programms zur Optimierung von Multizonengebäuden BUILDOPT, 2002
- [BKI04] BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern „BKI Baukosten 2004: Teil 2: Statische Kostenkennwerte für Bauelemente“
- [BOW03] Bauordnung für Wien, 2003
- [DIN94] DIN EN 779: Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung, Ausgabe 09/94, Deutsches Institut für Normung, Berlin
- [EDE03] Magistratsabteilung 37B, Leiterin Fr. OStBRin DI Irmgard Eder
- [FEI99] Feist, W.: Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern, Protokollband Nr. 17, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1999, S. 6-9, S. 107
- [FEI00] Feist, W. (Hrsg.): 4. Passivhaustagung Kassel, Passivhausinstitut Deutschland, 2000, S. 330
- [FEI08] Homepage des Passivhaus Instituts Darmstadt [www.passiv.de](http://www.passiv.de), September 2008
- [GRE04] Greml, A., Blümel, E., Kapferer, R., Leitzinger, W.: Technischer Status von Wohnraumlüftungen, Evaluierung bestehender Wohnraumlüftungsanlagen bezüglich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit, Endbericht, 2004
- [KEU97] Keune, A.: Hygiene in der Raumluftechnik – Technische Lösungen in der Planung und Ausführung, VDI Bericht 1318, VDI Verlag, 1997, S. 39-46
- [KEUL07a] Keul, A.G.: Bericht zur Evaluation 2007 in der Passivhaus-Wohnanlage „Haus am Mühlweg“. Salzburg: Projektbericht an BAI/KLEA, Wien, 2007
- [KEUL07b] Keul, A.G.: Evaluation (POE) Passivhaus Utendorfgasse 2007. Wien: Präsentation für „Heimat Österreich“, 2007
- [KEUL07c] Keul, A.G.: Evaluation (POE) Passivhaus-Wohnanlage Roschégasse 2007. Wien: Präsentation für „Genossenschaft Altmannsdorf-Hetzendorf“, 2007
- [MÖR01] Möritz, M., Peters, H., Nipko, B., Wesit, K., Rüden, H.: Mikroorganismen und Endotoxine in raumluftechnischen Anlagen, in Gesundheitsingenieur – Haustechnik – Bauphysik – Umwelttechnik 122 (2001) Heft 1, S. 13

- [ORN01] Ornetzeder, M. & Rohrer, H.: Nutzererfahrungen als Basis für nachhaltige Wohnkonzepte, Wien, Projektbericht für „Haus der Zukunft“, 2001
- [PREI05] Preiser, W.F.E. & Vischer, J.C., Eds.: Assessing building performance, Oxford, Elsevier, 2005
- [SCH04] Schöberl, H., Bednar, T., et al.: „Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau“, Endbericht 5/2004, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien 2004; auch erschienen im Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2004 ISBN 3-8167-6634-X
- [TRE04] Treberspurg, M., Mühling F., Hammer K., Wolfert B.: „Einfach Wohnen“, 2004, Tabelle 4.2
- [TRE05] Treberspurg, M.: „Passivhausstandard im Geschosswohnungsbau in Österreich“, Beitrag im Tagungsband zur 9. Internationalen Passivhaustagung 2005 in Ludwigshafen, Darmstadt 2005
- [VDI02] VDI 6022-3: Hygiene-Anforderungen an raumluftechnische Anlagen in Gewerbe- und Produktionsstätten, VDI-Richtlinie, Verein Deutscher Ingenieure, 2002
- [WIT93] Witthauer, J., Horn, H., Bischof, W.: Raumlufqualität, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 1993, S. 92

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sauberkeitsschicht [Schöberl & Pöll OEG] .....	10
Abbildung 2: „warme Hülle“ Stiegenhaus Decke über Tiefgeschoss [Schöberl & Pöll OEG] .....	11
Abbildung 3: Südostansicht im Rohbau [Schöberl & Pöll OEG] .....	11
Abbildung 4: Lüftungsanlage [Schöberl & Pöll OEG] .....	12
Abbildung 5: Südansicht © Bruno Klomfar .....	12
Abbildung 6: Übersichtsplan der Stadt Wien .....	17
Abbildung 7: Lageplan [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	18
Abbildung 8: Grundrissplan [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	18
Abbildung 9: Außenanlagenplan [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	19
Abbildung 10: Perspektive 'Utendorfsgasse' [Arch. DI Franz Kuzmich].....	20
Abbildung 11: Modell der Anordnung der Stahlbetonhöcker [Werkraum ZT OEG] .....	21
Abbildung 12: Bewehrung Stahlbetonhöcker, daneben 2 Lagen Porenbetonsteine [Schöberl & Pöll OEG].....	22
Abbildung 13: Oberhalb der Stahlbetonhöcker und des Porenbetons wird die Wand bewehrt [Schöberl & Pöll OEG].....	22
Abbildung 14: Oberhalb der Schwarzabdichtung der Tiefgarage sind die Stahlbetonhöcker zwischen den weißen zweilagigen Porenbetonsteinfeldern zu sehen. [Schöberl & Pöll OEG].....	23
Abbildung 15: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – ursprünglich vorgesehener Fensteranschluss [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	24
Abbildung 16: Wärmebrückenberechnung seitlicher Fensteranschluss [Schöberl & Pöll OEG].....	24
Abbildung 17: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – ausgeführter Fensteranschluss [Quelle: Schöberl & Pöll, Internorm].....	25
Abbildung 18: Entwicklung Kubatur, Perspektiven [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	26
Abbildung 19: Längsschnitt [Arch. DI Franz Kuzmich].....	27
Abbildung 20: 'Utendorfsgasse' – Lüftungszonierung [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	28
Abbildung 21: 'Utendorfsgasse' – thermische Zonierung [Arch. DI Franz Kuzmich].....	29
Abbildung 22: Volumenstromregelung und Thermostat [Schöberl & Pöll OEG] .....	31
Abbildung 23: haustechnisches Konzept [Schöberl & Pöll OEG].....	31
Abbildung 24: Drahtgittermodell von Haus 2 der Utendorfsgasse. [BED02] in [SCH04] 34	
Abbildung 25: Heizwärmebedarfsverteilung, Heizlastverteilung bei Haus 2, Bauvorhaben ‚Utendorfsgasse‘, Ergebnis der dyn. Simulation [TU Wien - Zentrum für Bauphysik und Bauakustik] .....	35
Abbildung 26: schematische Darstellung des Messkonzeptes [AEE INTEC] .....	41
Abbildung 27: Isometrie des Lüftungsgeräts Projekt 'Utendorfsgasse', Haus 2 [GTN ENGINEERING Gebäudetechnik GmbH].....	48
Abbildung 28: Prinzipschema der Lüftungsanlage Projekt 'Utendorfsgasse', Haus 2 [GTN ENGINEERING Gebäudetechnik GmbH].....	52
Abbildung 29: Prinzipschema der Heizungsanlage Projekt 'Utendorfsgasse', Haus 2 [GTN ENGINEERING Gebäudetechnik GmbH].....	57
Abbildung 30: Grafische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Utendorfsgasse', Euro exkl. UST, Stand 2006.....	59

Abbildung 31: Klebeanke [Quelle: Baumit].....	62
Abbildung 32: Brandschutzriegel Ansicht Ost und Süd Haus 2 Utendorfsgasse - [Arch. DI Franz Kuzmich].....	63
Abbildung 33: Brandschutzriegel: System – Sturzplatte bzw. Mineralwolle [SCH04].....	64
Abbildung 34: Schnitt durch die Dachhaut 'Utendorfsgasse' [Arch. DI Franz Kuzmich].....	66
Abbildung 35: Ausführung unterste Geschossdecke, 'Utendorfsgasse' [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	67
Abbildung 36: Stiegenhaus warme Hülle Schnitt [Schöberl & Pöll OEG], Vorlage [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	69
Abbildung 37: Stiegenhaus warme Hülle Grundriss [Schöberl & Pöll OEG], Vorlage [Arch. DI Franz Kuzmich] .....	69
Abbildung 38: „warme Hülle“ Stiegenhaus Decke über Tiefgeschoss [Schöberl & Pöll OEG]	69
Abbildung 39: Stahlbetonlager bei Bodenplatte/ Stahlbetonlager bei Stütze [WER 05] ...	73
Abbildung 40: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – Lüftung [Technisches Büro DI Christian Steininger], Vorlage [Arch. DI Franz Kuzmich].....	79
Abbildung 41: Grafische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Utendorfsgasse', Euro exkl. UST, Stand 2006.....	83

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energiekennzahlen und Luftdichtheit .....	37
Tabelle 2: U-Werte.....	37
Tabelle 3: Kriterien des Passivhaus Institutes im Vergleich zu anderen Bauweisen.....	38
Tabelle 4: Heizwärmebedarf Utendorfgasse Haus 2 in der Messperiode 01.01. – 31.12.2007 [AEE INTEC].....	42
Tabelle 5: Wärmeverluste der Thermen, Speicher und Verteilleitungen [Technisches Büro DI Christian Steininger] .....	55
Tabelle 6: Wartung [Technisches Büro DI Christian Steininger] .....	55
Tabelle 7: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Stand 2006, Euro exkl. UST .....	65
Tabelle 8: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Stand 2006, Euro exkl. UST .....	67
Tabelle 9: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten unterste Geschossdecke (Fläche unterste Geschossdecke 653,61 m <sup>2</sup> , Wohnnutzfläche 2986 m <sup>2</sup> ). Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	68
Tabelle 10: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	70
Tabelle 11: Wohnhaus 'Utendorfgasse' - bauliche Mehrkosten Wärmebrückenreduktion, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	73
Tabelle 12: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Fenster, ca. 390 Quadratmeter Fenster, Euro exkl. UST, Stand 2006.....	74
Tabelle 13: Wohnbau 'Utendorfgasse' – Kosten Schallschutz bei Passivhaus, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	75
Tabelle 14: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Eingangsportal, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	75
Tabelle 15: Wohnbau 'Utendorfgasse' - Baukosten Notkamin, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	76
Tabelle 16: Wohnbau 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Elektroinstallationen, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	78
Tabelle 17: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	80
Tabelle 18: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Heizung, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	81
Tabelle 19: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. UST, Stand 2006 .....	83
Tabelle 20: Wohnhaus 'Utendorfgasse', Massen Stahlbeton Tiefgarage, Stand 2005 ....	84
Tabelle 21: Wohnhaus 'Utendorfgasse', Berechnung des Treibhauseffekts durch Tiefgaragenoptimierung; CO <sub>2</sub> -Äquivalent aus [WAL99], Stand 2005.....	85

# Anhang

## Ergebniss Haus 1 – Berechnung nach PHPP 2004

### Passivhaus Nachweis



Objekt:	MFH Utendorfgasse, Haus 1		
Standort und Klima:	Wien, Österreich	Wien 14: MA25 (S.7)	
Straße:	Utendorfgasse 7, Haus 1		
PLZ/Ort:	A-1140 Wien		
Land:	Österreich		
Objekt-Typ:	Mehrfamilienhaus		
Bauherr(en):	Heimat Österreich		
Straße:	Plainstr. 55		
PLZ/Ort:	A-5020 Salzburg		
Generalplanung:	Schöberl & Pöll OEG		
Straße:	Ybbsstrasse 6/30		
PLZ/Ort:	A-1020 Wien		
Baujahr:	2005		
Zahl WE:	13	Innentemperatur:	20,0 °C
Umbautes Volumen $V_{e,}$ :	4266,2 m <sup>3</sup>	Interne Wärmequellen:	2,1 W/m <sup>2</sup>
Personenzahl:	29,5		

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	1031,90 m <sup>2</sup>		
Verwendet:	Jahresverfahren	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
<b>Energiekennwert Heizwärme:</b>	<b>15 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	15 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Drucktest-Ergebnis:</b>	<b>0,23 h<sup>-1</sup></b>	0,6 h <sup>-1</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	<b>110 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	120 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung und Hilfsstrom):	<b>59 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>		
<b>Primärenergie-Kennwert</b> Einsparung durch solar erzeugten Strom:	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
<b>Heizlast:</b>	<b>8,8 W/m<sup>2</sup></b>		
<b>Übertemperaturhäufigkeit:</b>	<b>1,9%</b>	über	25 °C

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen bei.

Ausgestellt am: \_\_\_\_\_  
gezeichnet: \_\_\_\_\_

## Passivhaus Nachweis



Objekt:	MFH Utendorfgasse, Haus 2		
Standort und Klima:	Wien, Österreich	Wien 14: MA25 (S.7)	
Straße:	Utendorfgasse 7, Haus 2		
PLZ/Ort:	A-1140 Wien		
Land:	Österreich		
Objekt-Typ:	Mehrfamilienhaus		
Bauherr(en):	Heimat Österreich		
Straße:	Plainstr. 55		
PLZ/Ort:	A-5020 Salzburg		
Generalplanung:	Schöberl & Pöll OEG		
Straße:	Ybbsstrasse 6/30		
PLZ/Ort:	A-1020 Wien		
Baujahr:	2005		
Zahl WE:	13		
Umbautes Volumen $V_u$ :	4090,2	m <sup>3</sup>	
Personenzahl:	27,9		
Innentemperatur:	20,0	°C	
Interne Wärmequellen:	2,1	W/m <sup>2</sup>	

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	974,85	m <sup>2</sup>	
Verwendet:	Jahresverfahren		PH-Zertifikat: Erfüllt?
<b>Energiekennwert Heizwärme:</b>	<b>15</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	<b>15 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Drucktest-Ergebnis:</b>	<b>0,18</b>	<b>h<sup>-1</sup></b>	0,6 h <sup>-1</sup> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	<b>112</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	120 kWh/(m <sup>2</sup> a) <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung und Hilfsstrom):	<b>60</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	
<b>Primärenergie-Kennwert</b> Einsparung durch solar erzeugten Strom:		<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	
<b>Heizlast:</b>	<b>8,8</b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	
<b>Übertemperaturhäufigkeit:</b>	<b>2,2%</b>	über	<b>25</b> °C

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen bei.

Ausgestellt am:

gezeichnet:

## Passivhaus Nachweis



Objekt:	MFH Utendorfgasse, Haus 3	
Standort und Klima:	Wien, Österreich	Wien 14: MA25 (S.7)
Straße:	Utendorfgasse 7, Haus 3	
PLZ/Ort:	A-1140 Wien	
Land:	Österreich	
Objekt-Typ:	Mehrfamilienhaus	
Bauherr(en):	Heimat Österreich	
Straße:	Plainstr. 55	
PLZ/Ort:	A-5020 Salzburg	
Generalplanung:	Schöberl & Pöll OEG	
Straße:	Ybbsstrasse 6/30	
PLZ/Ort:	A-1020 Wien	
Baujahr:	2005	
Zahl WE:	13	
Umbautes Volumen V <sub>e</sub> :	4070,2	m <sup>3</sup>
Personenzahl:	27,9	
Innentemperatur:	20,0	°C
Interne Wärmequellen:	2,1	W/m <sup>2</sup>

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	974,85	m <sup>2</sup>	
Verwendet:	Jahresverfahren		PH-Zertifikat: Erfüllt?
<b>Energiekennwert Heizwärme:</b>	<b>14</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	<b>15 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b> ✓
<b>Drucktest-Ergebnis:</b>	<b>0,28</b>	<b>h<sup>-1</sup></b>	0,6 h <sup>-1</sup> ✓
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	<b>111</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	120 kWh/(m <sup>2</sup> a) ✓
<b>Primärenergie-Kennwert</b> (WW, Heizung und Hilfsstrom):	<b>60</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	
<b>Primärenergie-Kennwert</b> Einsparung durch solar erzeugten Strom:		<b>kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>	
<b>Heizlast:</b>	<b>9,0</b>	<b>W/m<sup>2</sup></b>	
<b>Übertemperaturhäufigkeit:</b>	<b>2,7%</b>	über	<b>25</b> °C

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen bei.

Ausgestellt am: \_\_\_\_\_  
gezeichnet: \_\_\_\_\_

# Zertifikat „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ Haus 1



Passivhaus Dienstleistung  
GmbH  
Rheinstr. 44/46  
D-64283 Darmstadt  
www.passivhaus-info.de



bevollmächtigt durch:  
Passivhaus Institut  
Dr. Wolfgang Feist  
Rheinstr. 44/46  
D-64283 Darmstadt

## Zertifikat

Die Passivhaus Dienstleistung GmbH verleiht dem Gebäude  
**Mehrfamilienwohnhaus Utendorfgasse 7, Haus 1, A-1140 Wien**

**Bauherr:** Heimat Österreich  
Plainstr. 55, A-5020 Salzburg  
**Generalplanung:** Schöberl & Pöll OEG  
Ybbsstrasse 6/30, A-1020 Wien

das Zertifikat

## qualitätsgeprüftes Passivhaus

Die Planung des Gebäudes erfüllt die vom Passivhaus Institut vorgegebenen Kriterien für Passivhäuser. Bei sachgemäßer Bauausführung genügt es den folgenden Anforderungen:

- Das Gebäude hat einen rundum ausgezeichneten Wärmeschutz und bauphysikalisch hochwertige Anschlussdetails. Der sommerliche Sonnenschutz wurde bedacht. Der Heizwärmebedarf ist begrenzt auf  
**15 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr**
- Die Gebäudehülle besitzt eine gemäß EN 13829 geprüfte, sehr gute Luftdichtheit, die Zugluftfreiheit und einen niedrigen Energieverbrauch ermöglicht. Der Luftwechsel über die Gebäudehülle wird bei 50 Pascal Druckdifferenz begrenzt auf  
**0,6 je Stunde, bezogen auf das Gebäudeluftvolumen**
- Das Haus verfügt über eine kontrollierte Wohnungslüftung mit hochwertigen Filtern, hocheffizienter Wärmerückgewinnung und niedrigem Stromverbrauch. Dadurch werden eine hohe Innenluftqualität und zugleich ein niedriger Energieverbrauch erreicht.
- Der gesamte jährliche Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Haushaltsstrom zusammen beträgt bei Standard-Nutzung nicht mehr als  
**120 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr.**

Das Zertifikat ist nur in Verbindung mit dem Zertifizierungsheft zu verwenden. Hieraus gehen die genauen Werte für dieses Gebäude hervor.

Passivhäuser bieten eine sehr gute Behaglichkeit im Sommer und im Winter. Sie können mit geringem Aufwand beheizt werden, z.B. durch eine Nachheizung der Zuluft. Die Gebäudehülle von Passivhäusern ist auf der Innenseite gleichmäßig warm; die Temperaturen der inneren Oberflächen unterscheiden sich kaum von der Raumlufttemperatur. Durch die hohe Dichtheit sind Zugerscheinungen bei normaler Nutzung ausgeschlossen. Die Wohnungslüftungsanlage stellt eine gleichbleibend gute Innenluftqualität sicher. Die Heizkosten in einem Passivhaus sind sehr gering. Wegen des niedrigen Energieverbrauchs bieten Passivhäuser eine hohe Sicherheit bei künftigen Energiepreissteigerungen oder Energieverknappungen. Darüber hinaus wird die Umwelt optimal geschützt, da Energieressourcen sehr sparsam eingesetzt und nur geringe Mengen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und von Luftschadstoffen emittiert werden.

ausgestellt:  
Darmstadt, den 26. Oktober 2006  
  
Martin Such, Geschäftsführer  
Passivhaus Dienstleistung GmbH

# Zertifikat „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ Haus 2



Passivhaus Dienstleistung  
GmbH  
Rheinstr. 44/46  
D-64283 Darmstadt  
www.passivhaus-info.de



bevollmächtigt durch:  
Passivhaus Institut  
Dr. Wolfgang Feist  
Rheinstr. 44/46  
D-64283 Darmstadt

## Zertifikat

Die Passivhaus Dienstleistung GmbH verleiht dem Gebäude  
Mehrfamilienwohnhaus Utendorfgasse 7, Haus 2, A-1140 Wien

**Bauherr:** Heimat Österreich  
Plainstr. 55, A-5020 Salzburg  
**Generalplanung:** Schöberl & Pöll OEG  
Ybbsstrasse 6/30, A-1020 Wien

das Zertifikat

## qualitätsgeprüftes Passivhaus

Die Planung des Gebäudes erfüllt die vom Passivhaus Institut vorgegebenen Kriterien für Passivhäuser. Bei sachgemäßer Bauausführung genügt es den folgenden Anforderungen:

- Das Gebäude hat einen rundum ausgezeichneten Wärmeschutz und bauphysikalisch hochwertige Anschlußdetails. Der sommerliche Sonnenschutz wurde bedacht. Der Heizwärmebedarf ist begrenzt auf

**15 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr**

- Die Gebäudehülle besitzt eine gemäß EN 13829 geprüfte, sehr gute Luftdichtheit, die Zugluftfreiheit und einen niedrigen Energieverbrauch ermöglicht. Der Luftwechsel über die Gebäudehülle wird bei 50 Pascal Druckdifferenz begrenzt auf

**0,6 je Stunde, bezogen auf das Gebäudeluftvolumen**

- Das Haus verfügt über eine kontrollierte Wohnungslüftung mit hochwertigen Filtern, hocheffizienter Wärmerückgewinnung und niedrigem Stromverbrauch. Dadurch werden eine hohe Innenluftqualität und zugleich ein niedriger Energieverbrauch erreicht.
- Der gesamte jährliche Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Haushaltsstrom zusammen beträgt bei Standard-Nutzung nicht mehr als

**120 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr.**

Das Zertifikat ist nur in Verbindung mit dem Zertifizierungsheft zu verwenden. Hieraus gehen die genauen Werte für dieses Gebäude hervor.

Passivhäuser bieten eine sehr gute Behaglichkeit im Sommer und im Winter. Sie können mit geringem Aufwand beheizt werden, z.B. durch eine Nachheizung der Zuluft. Die Gebäudehülle von Passivhäusern ist auf der Innenseite gleichmäßig warm; die Temperaturen der inneren Oberflächen unterscheiden sich kaum von der Raumlufttemperatur. Durch die hohe Dichtheit sind Zugerscheinungen bei normaler Nutzung ausgeschlossen. Die Wohnungslüftungsanlage stellt eine gleichbleibend gute Innenluftqualität sicher. Die Heizkosten in einem Passivhaus sind sehr gering. Wegen des niedrigen Energieverbrauchs bieten Passivhäuser eine hohe Sicherheit bei künftigen Energiepreisteigerungen oder Energieverknappungen. Darüber hinaus wird die Umwelt optimal geschützt, da Energieressourcen sehr sparsam eingesetzt und nur geringe Mengen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und von Luftschadstoffen emittiert werden.

ausgestellt:  
Darmstadt, den 26. Oktober 2006

  
Martin Such (Geschäftsführer)  
Passivhaus Dienstleistung GmbH

# Zertifikat „qualitätsgeprüftes Passivhaus“ Haus 3



Passivhaus Dienstleistung  
GmbH  
Rheinstr. 44/46  
D-64283 Darmstadt  
www.passivhaus-info.de



bevollmächtigt durch:  
Passivhaus Institut  
Dr. Wolfgang Feist  
Rheinstr. 44/46  
D-64283 Darmstadt

## Zertifikat

Die Passivhaus Dienstleistung GmbH verleiht dem Gebäude  
**Mehrfamilienwohnhaus Utendorfgasse 7, Haus 3, A-1140 Wien**

**Bauherr:** Heimat Österreich  
Plainstr. 55, A-5020 Salzburg  
**Generalplanung:** Schöberl & Pöll OEG  
Ybbsstrasse 6/30, A-1020 Wien

das Zertifikat

## qualitätsgeprüftes Passivhaus

Die Planung des Gebäudes erfüllt die vom Passivhaus Institut vorgegebenen Kriterien für Passivhäuser. Bei sachgemäßer Bauausführung genügt es den folgenden Anforderungen:

- Das Gebäude hat einen rundum ausgezeichneten Wärmeschutz und bauphysikalisch hochwertige Anschlussdetails. Der sommerliche Sonnenschutz wurde bedacht. Der Heizwärmebedarf ist begrenzt auf

**15 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr**

- Die Gebäudehülle besitzt eine gemäß EN 13829 geprüfte, sehr gute Luftdichtheit, die Zugluftfreiheit und einen niedrigen Energieverbrauch ermöglicht. Der Luftwechsel über die Gebäudehülle wird bei 50 Pascal Druckdifferenz begrenzt auf

**0,6 je Stunde, bezogen auf das Gebäudeluftvolumen**

- Das Haus verfügt über eine kontrollierte Wohnungslüftung mit hochwertigen Filtern, hocheffizienter Wärmerückgewinnung und niedrigem Stromverbrauch. Dadurch werden eine hohe Innenluftqualität und zugleich ein niedriger Energieverbrauch erreicht.
- Der gesamte jährliche Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Haushaltsstrom zusammen beträgt bei Standard-Nutzung nicht mehr als

**120 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr.**

Das Zertifikat ist nur in Verbindung mit dem Zertifizierungsheft zu verwenden. Hieraus gehen die genauen Werte für dieses Gebäude hervor.

Passivhäuser bieten eine sehr gute Behaglichkeit im Sommer und im Winter. Sie können mit geringem Aufwand beheizt werden, z.B. durch eine Nachheizung der Zuluft. Die Gebäudehülle von Passivhäusern ist auf der Innenseite gleichmäßig warm; die Temperaturen der inneren Oberflächen unterscheiden sich kaum von der Raumlufttemperatur. Durch die hohe Dichtheit sind Zugerscheinungen bei normaler Nutzung ausgeschlossen. Die Wohnungslüftungsanlage stellt eine gleichbleibend gute Innenluftqualität sicher. Die Heizkosten in einem Passivhaus sind sehr gering. Wegen des niedrigen Energieverbrauchs bieten Passivhäuser eine hohe Sicherheit bei künftigen Energiepreisteigerungen oder Energieverknappungen. Darüber hinaus wird die Umwelt optimal geschützt, da Energieressourcen sehr sparsam eingesetzt und nur geringe Mengen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und von Luftschadstoffen emittiert werden.

ausgestellt:  
Darmstadt, den 26. Oktober 2006

  
Martin Such (Geschäftsführer)  
Passivhaus Dienstleistung GmbH



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

Institut für Hochbau und Technologie

Zentrum für Bauphysik und Akustik

O.Univ.Prof. DI DDr. Jürgen DREYER  
Karlsplatz 13/206  
A-1040 Wien  
Tel. 01 58801 206 02  
Fax 01 58801 206 98

# KURZBERICHT

BLOWER DOOR MESSUNGEN UTENDORFGASSE , 1140 WIEN,  
HAUS 1 UND 3

Wien 20.6.2006

### 3 Ergebnis

Nach Auswertung der Messdaten, lässt sich die Luftwechselzahl über den Mittelwert der Über- und Unterdruckmessungen mit

	$n_{50}$
Haus 1	0.23 1/h
Haus 3	0.28 1/h

bestimmen.

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



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

VIENNA  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

Institut für Hochbau und Technologie

Zentrum für Bauphysik und Akustik

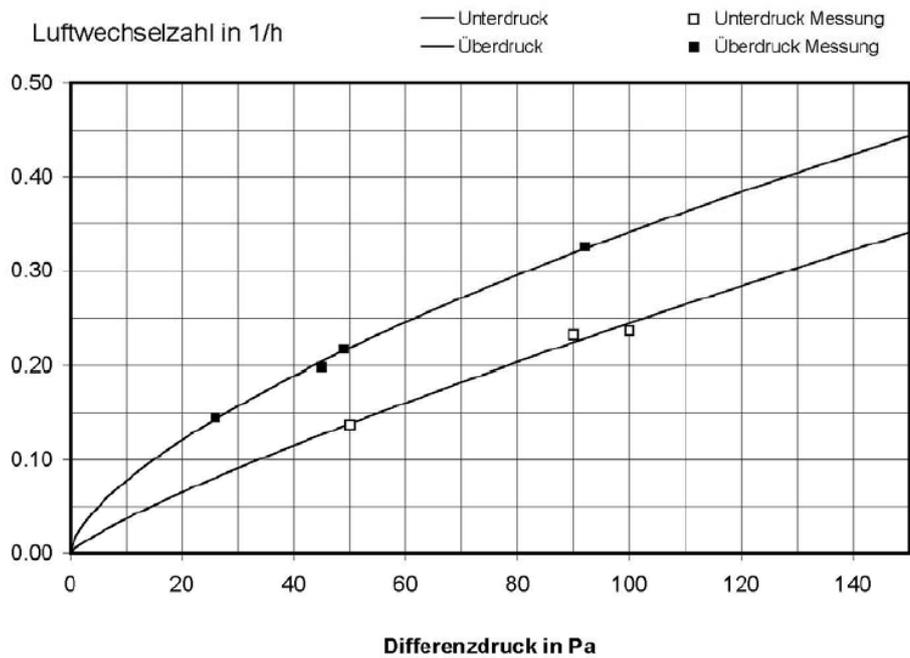
O.Univ.Prof. DI DDr. Jürgen DREYER  
Karlsplatz 13/206  
A-1040 Wien  
Tel. 01 58801 206 02  
Fax 01 58801 206 98

# KURZBERICHT

BLOWER DOOR MESSUNGEN UTENDORFGASSE , 1140 WIEN,  
HAUS 2

Wien 22.5.2006

### 3 Ergebnis



Nach Auswertung der Messdaten, lässt sich die Luftwechselzahl über den Mittelwert der Über- und Unterdruckmessung mit

$$n_{50} = 0.5 (0.22 + 0.14) = \mathbf{0.18 \text{ 1/h}}$$

für **Haus 2** bestimmen.

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