

# Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten

H. Schöberl, C. Lang, S. Handler

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 63/2011

**Impressum:**

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

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

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

# Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten

DI Helmut Schöberl, DI Christoph Lang, DI Simon Handler  
Schöberl & Pöll GmbH

Wien, August 2011

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



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

|   |    |
|---|----|
| Kurzfassung .....   | 6  |
| Abstract .....  | 8  |
| 1 Aufgabenstellung .....  | 10 |
| 2 Untersuchte Passivhausprojekte.....   | 10 |
| 2.1 Auswahl der Passivhausprojekte.....                                       | 10 |
| 2.2 Utendorfgasse .....   | 11 |
| 2.3 Mühlweg.....  | 11 |
| 2.4 Dreherstraße .....  | 12 |
| 2.5 Universumstraße.....  | 13 |
| 2.6 Tabellarische Zusammenstellung der vier gewählten Passivhausprojekte..... | 13 |
| 3 Methodik.....   | 16 |
| 3.1 Vorgangsweise.....  | 16 |
| 3.2 Baukosten und Bauwerkskosten .....  | 17 |
| 3.2.1 Kostenbereiche und Indexbereinigung .....                               | 17 |
| 3.2.2 Baukosten .....   | 17 |
| 3.2.3 Bauwerkskosten .....  | 19 |
| 3.3 Umsatzsteuer .....  | 19 |
| 3.4 Fördergelder .....  | 19 |
| 3.5 Bezugsflächen.....  | 19 |
| 3.5.1 TFA (Treated Floor Area).....   | 20 |
| 3.5.2 EBF (Energiebezugsfläche lt. Passivhausprojektierungspaket – PHPP)..... | 21 |
| 3.5.3 NFL (Nutzfläche) .....  | 21 |
| 4 Auswertung der baulichen Mehrkosten.....                                    | 22 |
| 4.1 Utendorfgasse .....   | 22 |
| 4.1.1 Außenwand .....   | 22 |
| 4.1.1.1 Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz.....                 | 22 |
| 4.1.1.2 Mehrkosten durch brandschutztechnische Erfordernisse .....            | 22 |
| 4.1.1.3 Blechanschluss.....   | 22 |
| 4.1.1.4 Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand.....               | 23 |
| 4.1.2 Dach.....   | 23 |
| 4.1.2.1 Dachfläche .....  | 23 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 4.1.3    | Unterste Geschossdecke.....                                | 24 |
| 4.1.4    | Stiegenhaus .....  | 26 |
| 4.1.4.1  | Schleusentüre .....  | 27 |
| 4.1.4.2  | Bodenplatte Stiegenhaus.....                               | 27 |
| 4.1.4.3  | Wärmebrücken Fußpunkte Wände.....                          | 27 |
| 4.1.4.4  | Wände.....   | 28 |
| 4.1.4.5  | Thermokörbe .....  | 28 |
| 4.1.4.6  | Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach.....                  | 29 |
| 4.1.5    | Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage).....         | 29 |
| 4.1.6    | Fenster.....   | 30 |
| 4.1.6.1  | Erhöhter Schallschutz .....                                | 31 |
| 4.1.7    | Hauseingangsportal .....                                   | 32 |
| 4.1.8    | Notkamin .....   | 33 |
| 4.1.9    | Verschattung .....   | 33 |
| 4.1.10   | Luftdichtheit.....   | 33 |
| 4.1.10.1 | Lift.....  | 33 |
| 4.1.10.2 | Elektroinstallationen .....                                | 33 |
| 4.1.10.3 | Sanitär .....  | 34 |
| 4.1.11   | Lüftungsanlage.....  | 34 |
| 4.1.12   | Heizung .....  | 35 |
| 4.1.13   | Tabellarische und grafische Zusammenfassung .....          | 36 |
| 4.2      | Mühlweg.....   | 39 |
| 4.2.1    | Außenwand .....  | 39 |
| 4.2.1.1  | Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz.....      | 39 |
| 4.2.1.2  | Mehrkosten durch brandschutztechnische Erfordernisse ..... | 40 |
| 4.2.1.3  | Blechanschluss.....  | 40 |
| 4.2.1.4  | Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand.....    | 40 |
| 4.2.2    | Dach .....   | 40 |
| 4.2.2.1  | Dachfläche .....   | 40 |
| 4.2.2.2  | Dachterrassen.....   | 41 |
| 4.2.3    | Unterste Geschossdecke.....                                | 41 |
| 4.2.4    | Stiegenhaus .....  | 42 |
| 4.2.4.1  | Schleusentüre .....  | 43 |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 4.2.4.2  | Bodenplatte Stiegenhaus.....                               | 43 |
| 4.2.4.3  | Wärmebrücken Fußpunkte Wände.....                          | 43 |
| 4.2.4.4  | Wände.....   | 43 |
| 4.2.4.5  | Thermokörbe .....  | 43 |
| 4.2.4.6  | Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach.....                  | 44 |
| 4.2.5    | Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage).....         | 44 |
| 4.2.6    | Fenster.....   | 44 |
| 4.2.7    | Hauseingangsportal .....                                   | 45 |
| 4.2.8    | Notkamin .....   | 45 |
| 4.2.9    | Verschattung .....   | 46 |
| 4.2.10   | Luftdichtheit.....   | 46 |
| 4.2.10.1 | Lift.....  | 46 |
| 4.2.10.2 | Elektroinstallationen .....                                | 46 |
| 4.2.10.3 | Sanitär.....   | 47 |
| 4.2.11   | Lüftungsanlage.....  | 47 |
| 4.2.12   | Heizung .....  | 48 |
| 4.2.13   | Tabellarische und grafische Zusammenfassung.....           | 50 |
| 4.3      | Dreherstraße .....   | 53 |
| 4.3.1    | Ermittlung der baulichen Mehrkosten .....                  | 53 |
| 4.3.2    | Grafische Zusammenfassung der Ergebnisse .....             | 53 |
| 4.4      | Universumstraße.....                                       | 54 |
| 4.4.1    | Außenwand.....   | 54 |
| 4.4.1.1  | Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz.....      | 54 |
| 4.4.1.2  | Mehrkosten durch brandschutztechnische Erfordernisse ..... | 54 |
| 4.4.1.3  | Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand.....    | 55 |
| 4.4.2    | Dach.....  | 55 |
| 4.4.2.1  | Dachfläche .....   | 55 |
| 4.4.2.2  | Dachterrassen.....   | 56 |
| 4.4.3    | Unterste Geschoßdecke.....                                 | 56 |
| 4.4.4    | Stiegenhaus .....  | 57 |
| 4.4.4.1  | Schleusentüre .....  | 57 |
| 4.4.4.2  | Bodenplatte Stiegenhaus.....                               | 58 |
| 4.4.4.3  | Wärmebrücken Fußpunkte Wände.....                          | 58 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 4.4.4.4  | Wände.....   | 58 |
| 4.4.4.5  | Thermokörbe .....                                  | 58 |
| 4.4.4.6  | Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach.....          | 59 |
| 4.4.5    | Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage)..... | 59 |
| 4.4.6    | Fenster.....                                       | 59 |
| 4.4.7    | Hauseingangsportal .....                           | 60 |
| 4.4.8    | Notkamin .....                                     | 60 |
| 4.4.9    | Verschattung .....                                 | 60 |
| 4.4.10   | Luftdichtheit.....                                 | 61 |
| 4.4.10.1 | Lift.....  | 61 |
| 4.4.10.2 | Elektroinstallationen .....                        | 61 |
| 4.4.10.3 | Sanitär.....                                       | 61 |
| 4.4.11   | Lüftungsanlage.....                                | 61 |
| 4.4.12   | Heizung .....                                      | 62 |
| 4.4.13   | Tabellarische und grafische Zusammenfassung .....  | 64 |
| 5        | Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....             | 66 |
| 6        | Quellenverzeichnis .....                           | 71 |
| 7        | Abbildungsverzeichnis.....                         | 72 |
| 8        | Tabellenverzeichnis.....                           | 73 |

# Kurzfassung

## **Ausgangssituation**

Die Durchsetzungsfähigkeit und Marktdurchdringung der Passivhaustechnologie hängt, neben der technischen Funktionstüchtigkeit, maßgeblich von den baulichen Mehrkosten ab.

Im Rahmen der CEPHEUS-Initiative wurden bereits die Mehrkosten verschiedener Passivhäuser ermittelt. Die in der CEPHEUS-Initiative untersuchten Passivhäuser wurden in den Jahren 1998 bis 2001 fertiggestellt. Durch die Ermittlung der baulichen Mehrkosten von jüngeren Passivhäusern ist es möglich einen Eindruck zu erlangen, wie sich die Kosten für die Passivhaustechnologie mit der Zeit verändern.

## **Zielsetzung**

Ziel des Forschungsprojektes ist einerseits der einheitliche Vergleich der baulichen Mehrkosten des Passivhausstandards für vier ausgewählte Bauprojekte und andererseits die Gegenüberstellung dieser vier Gebäude mit den Passivhaus Demonstrationbauvorhaben der CEPHEUS- Initiative. Somit kann eine Aussage über die Bandbreite der derzeitigen baulichen Mehrkosten für Passivhäuser getroffen werden. Darüber hinaus wird durch den Vergleich mit den bereits einige Jahre zurückliegenden CEPHEUS-Projekten die Entwicklung der baulichen Mehrkosten veranschaulicht.

## **Inhalt und Methodik**

Im Zuge dieses Projekts wurden die baulichen Mehrkosten von vier ausgewählten, mehrgeschossigen Passivhäusern ermittelt. Als Vergleichsgröße für die Ermittlung der Mehrkosten wurde der zum Errichtungszeitpunkt von der Wohnbauförderstelle geforderte Niedrigenergiestandard herangezogen.

Die für die Passivhaustechnologie relevanten Bauteile, wie z.B. die Außenwand oder die Fenster, wurden einzeln untersucht und die jeweils entstehenden Mehrkosten ermittelt.

Um die Vergleichbarkeit zwischen den baulichen Mehrkosten der einzelnen Projekte zu gewährleisten, wurden Gebäude mit konventionellen Heizverteilungen auf reine Zuluftbeheizbarkeit zurückgerechnet.

Eine Indexbereinigung der Baukosten wurde nicht durchgeführt, da erkennbar bleiben soll, wie sich die Baukosten in den vergangenen Jahren verändert haben.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Die in diesem Projekt untersuchten vier Wiener Passivhäuser, welche zwischen 2006 und 2010 fertiggestellt wurden, zeigen, dass das Erreichen des Passivhausstandards mit Mehrkosten von 4 % bis 6 % der Bauwerkskosten möglich ist. Bei den Passivhäusern der

CEPHEUS-Initiative, welche zwischen 1998 und 2001 gebaut wurden, lagen die Mehrkosten zwischen 0 % und 17 % bzw. im Durchschnitt bei 10 % der Bauwerkskosten.

Der Vergleich zeigt, dass die Mehrkosten der Passivhausbauweise in den letzten Jahren stark gesunken sind. Grund dafür ist das Know-how und die kontinuierliche Weiterentwicklung der Passivhaustechnologie in den vergangenen Jahren. Mehrkosten von unter 6 % der Bauwerkskosten können derzeit von FachplanerInnen mit einer Vielzahl von abgeschlossenen Passivhausprojekten und entsprechendem Fachwissen realisiert werden, wie der vorliegende Bericht an den kostengünstigen Aufbauten der neueren Projekte zeigt.

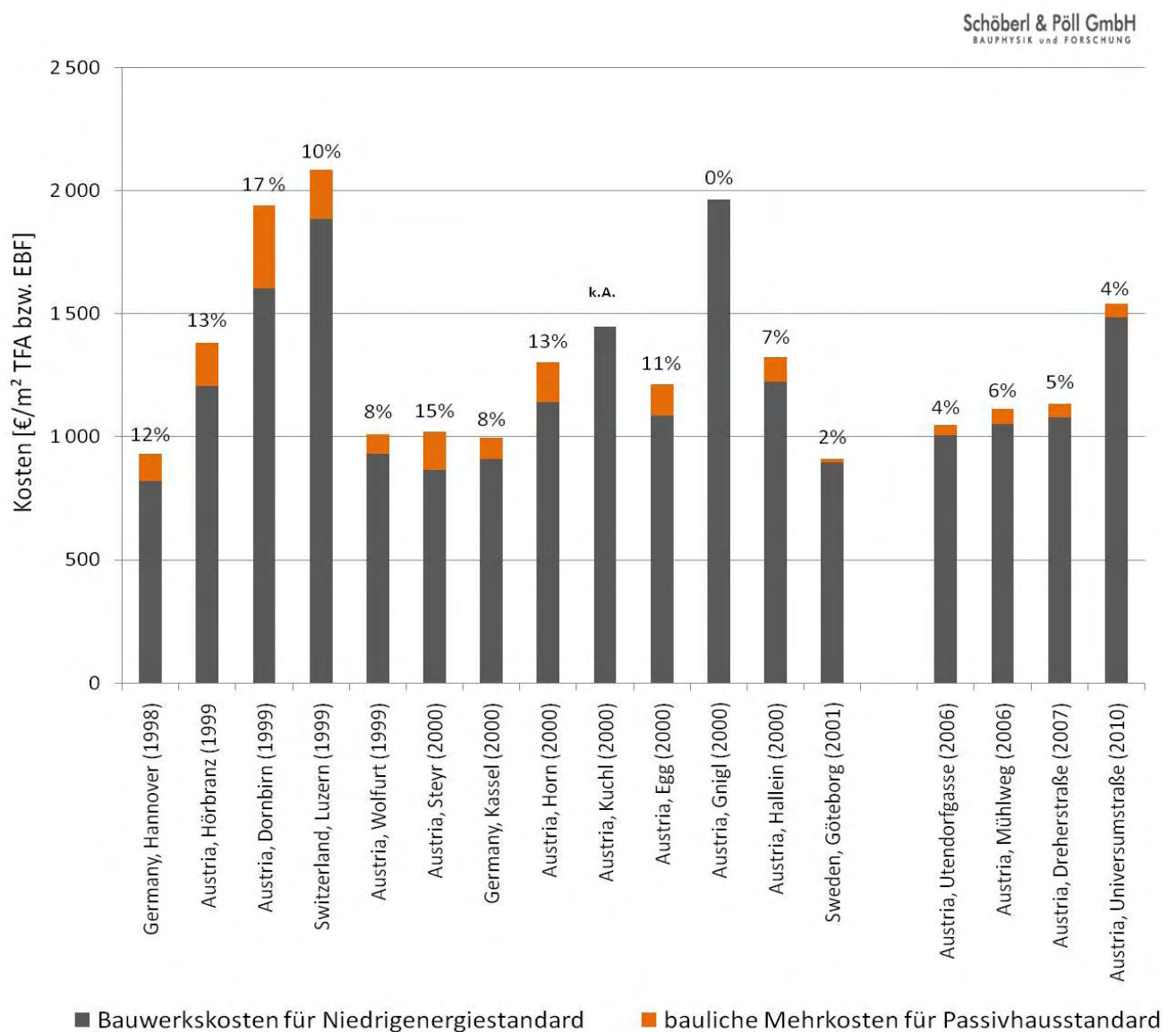


Abbildung 1: Entwicklung der Bauwerkskosten von mehrgeschossigen Passivhäusern mit prozentueller Angabe der baulichen Mehrkosten für den Passivhausstandard, exkl. USt

# Abstract

## **Initial Situation**

The success and market penetration of passive house technologies mainly relies - besides functionality - on additional building costs.

The additional building costs of various passive house buildings were already determined in the context of the CEPHEUS initiative. Passive houses constructed within this initiative were built between 1998 and 2001. The investigation of the additional building costs of newer passive houses gives an impression on how the costs for passive house technologies are changing over time.

## **Ambition**

The aim of this research project is the consistent comparison of the additional building costs for passive house standards on four chosen building projects on one side and the contrasting juxtaposition of these four buildings with the passive house demonstration projects of the CEPHEUS initiative on the other side. A statement on the range of the momentary additional building costs for passive houses can therefore be made. Furthermore, the development of the additional building costs will be demonstrated through comparison with the CEPHEUS projects from a few years ago.

## **Content and methodology**

Over the course of this project, the additional building costs of four chosen apartment passive houses were investigated. As a benchmark for the investigation of the additional costs of the building, the low energy standard as defined by the housing funding association was used.

The components relevant for the passive house technology, e.g. the external wall or the window, were examined independently and the arising additional costs were separately calculated.

To ensure comparability between the additional building costs of the individual projects, the buildings with conventional heating systems were calculated with air supply heating.

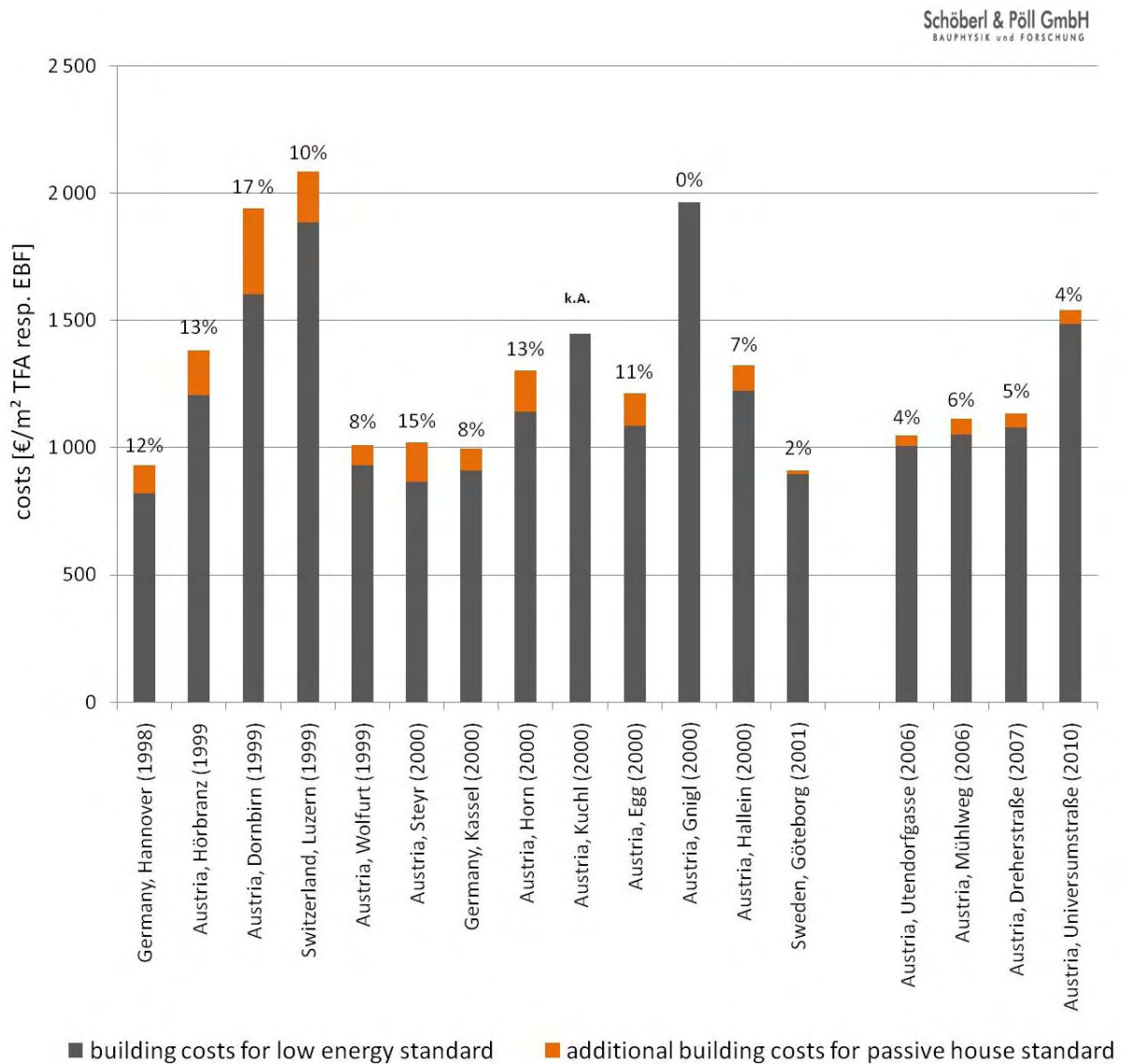
It shall be recognisable how the building costs have changed over the past years, therefore an index validation has not been performed.

## **Results and conclusions**

The Viennese passive houses with a completion date between 2006 and 2010 investigated in this project demonstrated that a passive house standard can be achieved with additional building costs of 4 % to 6 %. The additional building costs of the passive

houses of the CEPHEUS initiative built between 1998 and 2001 lay between 0 % and 17 %, in average 10 %, respectively.

The comparison demonstrates that the additional costs of the passive house building standard sank rapidly over the past few years. The reason for this is the expertise and a continuous development of passive house technologies. Additional costs of less than 6 % are feasible for a variety of passive house projects from technical planners with relevant knowledge, as this report demonstrates, emphasising the cost effective details of the newer projects.



**Abbildung 2: Development of additional overall costs of passive houses with percentual statement of the additional building costs for passive house standard, excl. VAT**

# 1 Aufgabenstellung

Neben der Funktionalität und den Betriebskosten stellen die Baukosten wohl einen entscheidenden Faktor für die Durchsetzung der Passivhaustechnologie dar.

Im Zuge dieses Projekts sollen die entstehenden Mehrkosten für das Erreichen des Passivhausstandards anhand von vier ausgewählten Passivhäusern ermittelt werden.

Weiter wird ein Vergleich zwischen den oben genannten Neubauprojekten und den CEPHEUS-Demonstrationsprojekten hergestellt.

Aus dem Vergleich der Projekte der CEPHEUS-Initiative mit Gebäuden, welche in jüngerer Vergangenheit entstanden, kann die Entwicklung der Mehrkosten der Passivhausbauweise aufgezeigt werden.

Es lässt sich außerdem ein Trend für die zukünftige Entwicklung der baulichen Mehrkosten von Passivhäusern ableiten.

## 2 Untersuchte Passivhausprojekte

### 2.1 Auswahl der Passivhausprojekte

In diesem Forschungsbericht werden die Baukosten der folgenden Passivhausprojekte einheitlich miteinander verglichen:

- **Utendorfgasse (A-1140 Wien, Utendorfgasse 7)**
- **Mühlweg (A-1210 Wien, Fritz-Kandl-Gasse 1)**
- **Dreherstraße (A-1110 Wien, Dreherstraße 66)**
- **Universumstraße (A-1200 Wien, Universumstraße 31)**

Bei den vier Bauprojekten handelt es sich um mehrgeschossige Passivhäuser, die in den Jahren 2006 bis 2010 in Wien errichtet wurden.

Während die Projekte 'Utendorfgasse', 'Mühlweg' und 'Dreherstraße' reine Wohnbauten sind, befinden sich im EG und im 1. OG des Passivhauses 'Universumstraße' Büronutzflächen. Die darüberliegenden Geschoße beinhalten insgesamt 46 Wohneinheiten.

Das Bauprojekt 'Dreherstraße' wurde gewählt, da es sich besonders für die Ermittlung der baulichen Mehrkosten von Passivhäusern eignet. Das Gesamtbauvorhaben 'Dreherstraße' setzt sich aus fünf Gebäuden zusammen. Die fünf Wohnhäuser unterscheiden sich rein äußerlich nur im Detail. Eines der fünf Gebäude wurde als Passivhaus ausgeführt, die anderen vier wurden im Niedrigenergie-Standard gebaut. Diese Tatsache ermöglicht einen direkten Vergleich der Baukosten von Niedrigenergie- und Passivhaus.

## 2.2 Utendorfgasse

Das Projekt 'Utendorfgasse' im 14. Wiener Gemeindebezirk stellt den ersten zertifizierten sozialen Wiener Passivwohnbau dar. Die Anlage besteht aus drei Baukörpern mit insgesamt 39 Wohneinheiten. Die Baufertigstellung erfolgte im Oktober 2006.

Als zentrale Innovation des Projektes kann die Einhaltung des uneingeschränkten Passivhausstandards bei gleichzeitig extrem geringen Baukosten angesehen werden. Die Umsetzung der ehrgeizigen Ziele wurde durch die Zusammenarbeit von sieben Büros unterschiedlicher fachlicher Richtungen erreicht. Durch dynamische Simulationsverfahren konnte die Funktionstüchtigkeit der einzelnen fachlichen Konzepte (Heizung, Lüftung, ...) wie auch die Funktionstüchtigkeit bei verschiedenen Nutzungsszenaren nachgewiesen werden. Das Grundstück im 14. Bezirk befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zur Westbahnstrecke und bildet das Ende einer Blockbebauung, was bedeutet, dass an der Westseite eine Nachbarbebauung anschließt.



Abbildung 3: Außenansicht des Bauprojekts 'Utendorfgasse' [Bruno Klomfar]

## 2.3 Mühlweg

Das Projekt Mühlweg im 21. Bezirk ist als sozialer Wohnbau errichtet worden. Die 70 Wohneinheiten wurden mehrgeschossig in Holzmassiv-Mischbauweise ausgeführt. Die Baufertigstellung erfolgte im November 2006. [BAI07]

Die Wohnhausanlage setzt sich aus vier kompakten Baukörpern zusammen, die von großzügigen Grünflächen umgeben sind. Das äußere Erscheinungsbild wird durch die verputzten Flächen, die abgesetzten Holzloggien und die oben aufgesetzten Holzstaffelgeschoße gebildet.

Im Zentrum des Gebäudes befindet sich ein massiver Stahlbeton- Stiegenhauskern, um den sich vier flexible Wohnungstypen gruppieren. Alle Wohnungen haben vorgelagerte Loggien, Balkone oder Terrassen. Zur Sicherstellung eines hohen Qualitätsstandards



wurden sämtliche Außenwandelemente im Werk vorgefertigt. Auf der Baustelle war somit nur noch die Aufbringung des Außenputzes erforderlich. [UNT07]



Abbildung 4: Außenansicht des Bauprojekts 'Mühlweg' [Bruno Klomfar]

## 2.4 Dreherstraße

Die Passivwohnanlage in der Dreherstraße 66 (11. Wiener Gemeindebezirk) wurde 2007 fertiggestellt. Die Anlage besteht aus fünf ähnlichen Bauwerken, welche in Summe 138 Mietwohnungen beinhalten. Während vier Bauwerke in Niedrigenergiebauweise hergestellt wurden, wurde eines (27 Wohneinheiten) im Passivhausstandard ausgeführt. Daraus ergibt sich für die Untersuchungen in diesem Bericht ein erheblicher Vorteil. Für die Ermittlung der baulichen Mehrkosten stehen direkte Vergleichsobjekte zur Verfügung.

Über die baulichen Mehrkosten des Passivhauses in der Dreherstraße wird in [SCH11] ausführlich berichtet. Aus diesem Grund wird auf die detaillierte Herleitung der baulichen Mehrkosten des Bauprojekts 'Dreherstraße' im Rahmen dieses Berichts verzichtet.



Abbildung 5: Außenansicht des Bauprojekts 'Dreherstraße' [BUWOG]

## 2.5 Universumstraße

Das Passivhaus im 20. Wiener Gemeindebezirk ist kein reiner Wohnbau. Im Erdgeschoß sowie im ersten Obergeschoß befinden sich insgesamt 1.111 m<sup>2</sup> Büronutzfläche. In den sechs darüber liegenden Geschoßen liegen 46 Wohneinheiten. Das Bauprojekt wurde 2010 fertiggestellt und ist somit das jüngste in diesem Bericht behandelte Objekt.

Durch die Tatsache, dass das Gebäude neben den Wohneinheiten auch Büronutzflächen beherbergt, ergeben sich für die Ausarbeitung der baulichen Mehrkosten einige Besonderheiten, auf die im Kapitel 4.4 genau eingegangen wird.



Abbildung 6: Außenansicht des Passivhauses 'Universumstraße'

## 2.6 Tabellarische Zusammenstellung der vier gewählten Passivhausprojekte

In Tabelle 2 sind die wichtigsten, für die Baukosten und für die Bewertung der Qualität des Passivhauses, relevanten Daten festgehalten.

|   | <b>Utendorfgasse<br/>[HEI06]</b> | <b>Mühlweg<br/>[BAI07],<br/>[BAI07a]</b> | <b>Dreherstraße<br/>[SCH11]</b> | <b>Universum-<br/>straße<br/>[TIE11],<br/>[HEI11]</b> |
|---|----------------------------------|--|---------------------------------|---|
| Adresse   | A-1140 Wien<br>Utendorfgasse 7   | A-1210 Wien<br>Fritz-Kandl-Gasse 1       | A-1110 Wien<br>Dreherstraße 66  | A-1200 Wien<br>Universumstraße<br>31                  |
| Zertifizierung PHI <sup>1</sup>                                 | ja                               | nein                                     | ja                              | nein  |
| Zertifizierung klima:aktiv                                      | ja                               | nein                                     | ja                              | ja  |
| Fertigstellung  | 10. 2006                         | 11. 2006                                 | 9.2007                          | 12.2010   |
| Konstruktion  | Massivbau                        | Holzmassiv-<br>Mischbauweise             | Massivbau                       | Massivbau   |
| Nutzfläche inkl. Loggien<br>[m <sup>2</sup> ]                   | 2.986                            | 6.750                                    | 2.405                           | 4.826   |
| Nutzfläche ohne Loggien<br>[m <sup>2</sup> ]                    | 2.833                            | 6.259                                    | 2.332                           | 4.326   |
| Loggien [m <sup>2</sup> ]                                       | 153                              | 491                                      | 73                              | 500   |
| Energiebezugsfläche<br>(EBF) lt. PHPP [m <sup>2</sup> ]         | 2.982                            | 6.256                                    | 2.337                           | 4.674   |
| Zahl der Wohneinheiten  | 39                               | 70                                       | 27                              | 46  |
| Umbautes Volumen<br>lt. ÖNORM B1800 (BRI)<br>[m <sup>3</sup> ]  | 16.793                           | 36.306                                   | 10.210                          | 19.013,1  |
| Heizwärmebedarf lt.<br>PHPP<br>[kWh/(m <sup>2</sup> EBF.a)]     | 13,2                             | 13,1                                     | 12,1                            | 14,2  |
| Heizlast lt. PHPP [W/m <sup>2</sup> ]                           | 8,9                              | 7,2                                      | 8,3                             | 8,8   |
| Luftdichtheit n50 [1/h]   | < 0,23                           | < 0,31                                   | < 0,13                          | 0,29  |
| Primärenergiebedarf lt.<br>PHPP [kWh/(m <sup>2</sup> a)]        | 111                              | 103                                      | 110                             | 92  |
| Kompaktheit $l_c = V_B/A_B$<br>[m]                              | 2,62                             | 2,27                                     | 3,18                            | 4,07  |
| Baukosten Gesamt<br>(Kostenbereiche 1-6 lt.<br>[ÖN1801]) [Euro] | 3.156.980                        | 7.159.121                                | 2.728.373                       | 8.700.000 <sup>4</sup>                                |

<sup>1</sup> Passivhausinstitut Dr. Wolfgang Feist, Rheinstraße 44/46 D-64283 Darmstadt

|   |           |           |                        |                        |
|---|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
| Bauwerkskosten Gesamt<br>(Kostenbereiche 2-4 lt.<br>[ÖN1801]) [Euro]  | 3.126.321 | 6.966.974 | 2.650.000 <sup>2</sup> | 7.200.000 <sup>3</sup> |
| Spezifische Baukosten<br>pro m <sup>2</sup> NFL<br>(Kostenbereiche 1-6 lt.<br>[ÖN1801])<br>[Euro/m <sup>2</sup> NFL]      | 1.057     | 1.061     | 1.134                  | 1.802                  |
| Spezifische Baukosten<br>pro m <sup>2</sup> EBF<br>(Kostenbereiche 1-6 lt.<br>[ÖN1801])<br>[Euro/m <sup>2</sup> EBF]      | 1.059     | 1.144     | 1.167                  | 1.861                  |
| Spezifische<br>Bauwerkskosten pro m <sup>2</sup><br>NFL (Kostenbereiche 2-4<br>lt. [ÖN1801])<br>[Euro/m <sup>2</sup> NFL] | 1.047     | 1.032     | 1.102                  | 1.492                  |
| Spezifische<br>Bauwerkskosten pro m <sup>2</sup><br>EBF (Kostenbereiche 2-4<br>lt. [ÖN1801])<br>[Euro/m <sup>2</sup> EBF] | 1.048     | 1.114     | 1.134                  | 1.540                  |
| Mehrkosten Passivhaus <sup>4</sup><br>[Euro/m <sup>2</sup> NFL]   | 41,31     | 57,35     | 54,82                  | 54,58                  |
| Mehrkosten Passivhaus <sup>6</sup><br>[Euro/m <sup>2</sup> EBF]   | 41,36     | 61,87     | 56,41                  | 56,35                  |
| Mehrkosten Passivhaus <sup>6</sup><br>[Euro]  | 123.352   | 387.113   | 131.842                | 262.438                |

**Tabelle 1: Tabellarische Zusammenstellung der vier gewählten Passivhäuser. Alle Kosten exkl. USt, Stand 2006 - 2010, [BAI07], [BAI07a], [HEI06], [SCH11], [TIE11]**

<sup>2</sup> Annahme: Kostenbereich 2-4 um ca. 3 % geringer als Kostenbereich 1-6

<sup>3</sup> Vorläufige Gesamtkosten, da das Projekt noch nicht vollständig abgerechnet ist (Stand: August 2011).

<sup>4</sup> Die Mehrkosten wurden auf rein zuluftbeheizte Gebäudekonzepte rückgerechnet (siehe Kapitel 3).

## 3 Methodik

### 3.1 Vorgangsweise

In diesem Bericht werden die baulichen Mehrkosten anhand der Bauvorhaben 'Mühlweg', 'Utendorfgasse', 'Dreherstraße' und 'Universumstraße' detailliert dargestellt.

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

Die Kosten des Passivhauses werden für die relevanten Bauteile aus den Abrechnungen der ausführenden Unternehmen ermittelt. Falls Abrechnungen noch nicht verfügbar waren, wurde auf Angebote zurückgegriffen. Anschließend werden die Kosten für die entsprechenden Bauteile eines typischen Niedrigenergiehauses berechnet und mit jenen des Passivhauses verglichen.

Die Vergleichsgröße für die Mehrkosten des Passivhauses ist der im Errichtungsjahr von der Wohnbauförderstelle geforderte Niedrigenergiestandard.

Da die Wiener Wohnbauförderstelle zum Zeitpunkt der Berichtslegung bereits höhere Anforderungen als zum Errichtungszeitpunkt der Projekte stellt, würden die Mehrkosten heute geringer ausfallen.

Die Haupt-Mehrkosten-Verursacher sind:

- Lüftungsanlage bzw. Entfall der konventionellen Heizungsverteilung
- Fenster
- Außenwand
- Zugang zum Stiegenhaus und Schleusentür
- Dach
- Entfall des Notkamins
- Unterste Decke
- Hauseingangsportal
- Luftdichtheit
- Fußpunkte der Wände

Das Heizsystem stellt bei Passivhäusern eine Besonderheit dar. Da klassische Passivhäuser zuluftbeheizt sind, fallen hier Minderkosten durch den möglichen Entfall der konventionellen Heizungsverteilung, im Vergleich zu konventionellen Bauten an.

Da die Projekte 'Mühlweg' und 'Universumstraße' nicht zuluftbeheizt sind, sondern eine konventionelle Heizungsverteilung realisiert wurde, liegen die Kosten hier höher. Um die Vergleichbarkeit mit anderen Projekten aufrechtzuerhalten, werden die Mehrkosten dieser Projekte rückgerechnet auf klassische, zuluftbeheizte Passivhäuser.

## 3.2 Baukosten und Bauwerkskosten

### 3.2.1 Kostenbereiche und Indexbereinigung

Die Baukosten und die Bauwerkskosten wurden gemäß ÖNORM 1801 [ÖN1801] ermittelt.

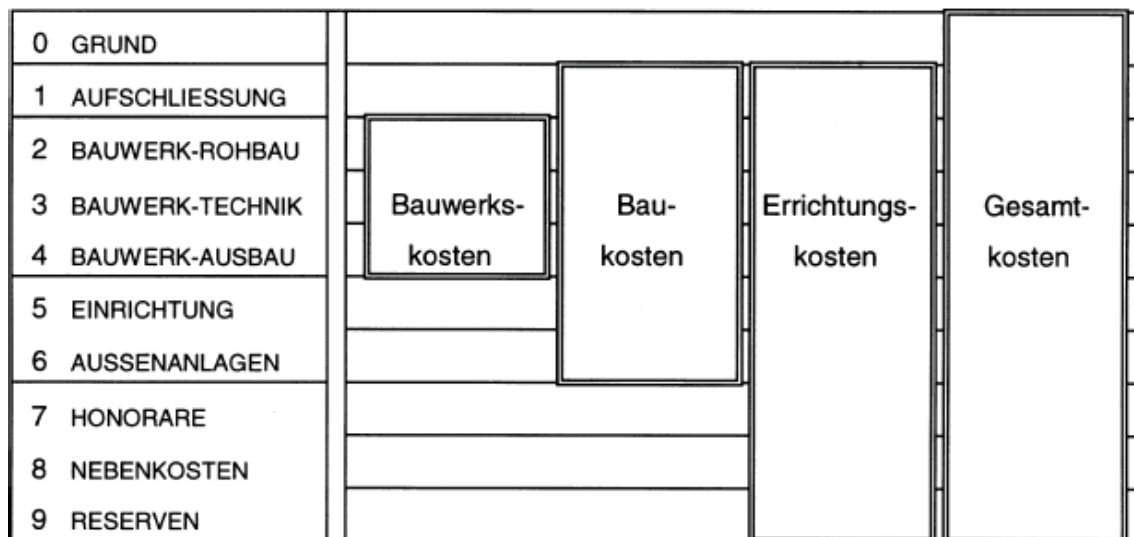


Abbildung 7: Zusammenfassung von Kostenbereichen für Hoch und Tiefbau [ÖN1801]

Eine Indexbereinigung wurde in diesem Projekt nicht durchgeführt, da erkennbar bleiben soll, wie sich die Baukosten in den vergangenen Jahren entwickelt haben.

### 3.2.2 Baukosten

Die Baukosten sind in der ÖNORM B 1801-1 als Summe der Kostenbereiche 1 bis 6 definiert. Sie beinhalten somit folgende Kostenbereiche und die darin enthaltenen Grobelemente:

- Kostenbereich 1: Aufschließung
  - 1A Allgemeine Maßnahmen
  - 1B Baureifmachung
  - 1C Erschließungen

- 1D Spezielle Maßnahmen
- Kostenbereich 2: Bauwerk-Rohbau
  - 2A Allgemeine Maßnahmen
  - 2B Erdarbeiten / Baugrube
  - 2C Gründungen / Bodenkonstruktionen
  - 2D Horizontale Baukonstruktionen
  - 2E Vertikale Baukonstruktionen
  - 2F Spezielle Baukonstruktionen
  - 2G Rohbau zu Bauwerk-Technik
- Kostenbereich 3: Bauwerk-Technik
  - 3A Allgemeine Maßnahmen
  - 3B Förderanlagen
  - 3C Wärmeversorgungsanlagen
  - 3D Klima-/Lüftungsanlagen
  - 3E Sanitär-/Gasanlagen
  - 3F Starkstromanlagen
  - 3G Schwachstromanlagen (Informationstechnologie)
  - 3H Gebäudeautomation
  - 3I Spezielle Anlagen
- Kostenbereich 4: Bauwerk-Ausbau
  - 4A Allgemeine Maßnahmen
  - 4B Innenverkleidungen
  - 4C Außenverkleidungen
  - 4D Spezielle Verkleidungen
  - 4E Ausbauteile innen
  - 4F Ausbauteile außen
  - 4G Spezielle Ausbauteile
- Kostenbereich 5: Einrichtung
  - 5A Allgemeine Maßnahmen

- 5B Betriebseinrichtungen
- 5C Ausstattungen
- 5D Kunst am Bau
  
- Kostenbereich 6: Außenanlagen
  - 6A Allgemeine Maßnahmen
  - 6B Geländeflächen
  - 6C Befestigte Flächen
  - 6D Bauliche Außenanlagen-Rohbau
  - 6E Bauliche Außenanlagen-Technik
  - 6F Bauliche Außenanlagen-Ausbau
  - 6G Einrichtungen Außenanlagen
  - 6H Einfriedungen

[ÖN1801]

### 3.2.3 Bauwerkskosten

Die Bauwerkskosten sind in der ÖNORM B 1801-1 als Teilbereich der Baukosten definiert. Sie bilden die Summe der Kostenbereiche 2 bis 4. [ÖN1801]

### 3.3 Umsatzsteuer

Sämtliche angegebenen Kosten sind somit ohne Umsatzsteuer (USt) zu verstehen.

In den CEPHEUS-Berichten wurden die Kosten ohne Umsatzsteuer angegeben. Auch bei den vier neuen Projekten ist die Umsatzsteuer bei den Kostenangaben nicht enthalten.

### 3.4 Fördergelder

Bei den angegebenen Baukosten und Bauwerkskosten wurden etwaige Fördergelder nicht zum Abzug gebracht. Es handelt sich stets um die tatsächlichen Kosten, ohne Abzug der Fördergelder.

### 3.5 Bezugsflächen

Für den Vergleich der spezifischen Kosten ist die einheitliche Festlegung der Bezugsflächen von besonderer Bedeutung. In diesem Bericht werden folgende Flächen herangezogen:



- TFA (Treated Floor Area)
- EBF (Energiebezugsfläche lt. Passivhausprojektierungspaket – PHPP)
- NFL (Nutzfläche)

### 3.5.1 TFA (Treated Floor Area)

Die spezifischen Kosten der CEPHEUS-Projekte beziehen sich auf die TFA [SCHN01].

Die TFA (Treated Floor Area) errechnet sich folgendermaßen:

Die Berechnungsvorschriften orientieren sich an der deutschen II. Berechnungsverordnung zur Ermittlung der Wohnfläche. Sie wurden in folgenden Punkten vereinfacht und an die Erfordernisse der Energiebilanzierung angepasst.

#### 1. Festlegung der thermischen Hülle:

Sie wird durch die Außenoberfläche der wärmegeprägten Außenbauteile gebildet. In der thermischen Hülle befinden sich alle beheizten Räume, außerdem stellt sie die Grenze für die Energiebilanzierung. Flächen, die außerhalb dieser Grenze liegen werden nicht betrachtet.

#### 2. Gewichtung der Raumflächen:

- Zur TFA zählen alle Flächen von Wohnräumen, die oberirdisch liegen oder deren Fensterfläche mindestens 10 % der Grundfläche ausmacht. Treppen mit mehr als drei Stufen und deren Absätze zählen, ebenso wie Aufzüge, nicht zur TFA.
- Keller, Technikräume und Räume ähnlicher Nutzung, die keine Wohnräume sind, zählen zur Hälfte zur TFA.

#### 3. Berechnung der Grundfläche:

- Sie wird aus den Rohbaumaßen ermittelt. Ein Abzug für Verputz ist nicht vorzunehmen.
- Wandgliederungen, Wandbekleidungen, Fuß- und Scheuerleisten, Öfen, Heizkörper, usw. sind nicht von der TFA auszunehmen.

#### 4. Schornsteine, Pfeiler, Säulen usw. mit weniger als 0,1 m<sup>2</sup> Grundfläche werden nicht von der EBF abgezogen.

#### 5. Tür- und Fensternischen bleiben außer Acht.

#### 6. Schrägen:

- Die Bodenfläche von Räumen mit einer lichten Raumhöhe von > 2 m wird voll angerechnet.
- Die Bodenfläche von Räumen mit einer lichten Raumhöhe zwischen 1 m - 2 m wird zur Hälfte angerechnet.

- Die Bodenfläche von Räumen mit einer lichten Raumhöhe < 1 m wird nicht berücksichtigt.

### 3.5.2 EBF (Energiebezugsfläche lt. Passivhausprojektierungspaket – PHPP)

Die Energiebezugsfläche lt. PHPP für Wohngebäude stimmt bis auf folgende Ausnahme mit der TFA exakt überein:

Bei der Ermittlung der TFA werden Räume, die nicht der Wohnnutzung zuzuordnen sind und indirekt mitbeheizte Räume innerhalb der thermischen Hülle, mit einem Faktor von 50 % hinzugerechnet. Bei der EBF beträgt dieser Faktor 60 %. Da diese Flächen im Regelfall nur einen geringen Anteil an der gesamten Bezugsfläche einnehmen, ist eine Vergleichbarkeit der damit errechneten spezifischen Kosten trotzdem gegeben. [FEI07]

### 3.5.3 NFL (Nutzfläche)

Die Nutzfläche setzt sich aus der Wohnnutzfläche und wenn vorhanden der Büronutzfläche zusammen.

Die Flächenermittlungen erfolgen gemäß ÖNORM B 1800.

Bei der Ermittlung der Wohnnutzfläche werden in Wien, bei der zum Errichtungszeitpunkt gültigen Wohnbauförderung, die Loggien zu 100 % zur Wohnnutzfläche gezählt. Balkon-, Terrassen- und Mietergartenflächen werden nicht berücksichtigt.

Auftretende Fälle, wie Nutzflächenverlust beispielsweise durch hohe Dämmstärken der Außenwand im Falle einer Einschränkung durch Baufluchtlinien, werden hier nicht diskutiert. Eine flächenmäßige Abschätzung verschiedener Wandaufbauten ist an anderer Stelle bereits dokumentiert [SCH04].

Ebenso ergeben sich aufgrund der Tatsache, dass die Gebäude wegen der zusätzlichen Wärmedämmung um ca. 30 cm höher sind, in Abhängigkeit zu Baufluchtlinien und der zulässigen Gebäudehöhe Verluste bei der Nutzfläche. Auch diese werden analog zu der Verringerung der Nutzfläche, die durch die stärkere Dämmung der Außenwand entsteht und außer Betracht bleibt, da es sich nicht um bauliche Mehrkosten handelt, nicht angesetzt.

Analog wird mit Flächenverlusten verfahren, die durch die notwendigen zusätzlichen Schächte entstehen.

Der Flächengewinn durch den Entfall des Notkamins bleibt ebenso außer Acht.

## 4 Auswertung der baulichen Mehrkosten

### 4.1 Utendorfgasse

#### 4.1.1 Außenwand

##### 4.1.1.1 Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz

Um die Nutzfläche zu erhöhen, wurde für das Passivhaus in der Utendorfgasse ein System mit einer Dämmstärke von 27 cm statt ursprünglich 30 cm Dämmstärke gewählt. 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 ca. 32 Euro/m<sup>2</sup> Fassade.

Damit liegen die baulichen Mehrkosten für die 15 cm mehr an Dämmung bei 17,00 Euro/m<sup>2</sup> Fassade (2.500 m<sup>2</sup> Fassadenfläche). Umgelegt auf die Nutzfläche ergibt das 14,53 Euro/m<sup>2</sup>NFL an Mehrkosten um den Passivhausstandard zu erreichen.

##### 4.1.1.2 Mehrkosten durch brandschutztechnische Erfordernisse

Um den Brandschutz zu gewähren, wurden im Sturzbereich der Fenster Brandschutzriegel ausgeführt.

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 bzw. 0,53 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

##### 4.1.1.3 Blechanschluss

Bei der 'Utendorfgasse' wurde ein Blechanschlussprofil eingesetzt.

Da die Verarbeitung einfacher ist, stellt diese Art der Ausführung eine Einsparung dar. Die Minderkosten werden jedoch nicht angesetzt.

#### 4.1.1.4 Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand

|                                    | Anz.    | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|------------------------------------|---------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                    |         | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> ) | 2.500,0 | 32,00              | 26,79               | 49,00      | 41,02               | +17,00             | +14,23              |
| Brandschutz-riegel (pro lfm)       | 800,0   | 1,92               | 1,61                | 2,56       | 2,14                | +0,64              | +0,53               |
| <b>Gesamt</b>                      |         |                    |                     |            |                     |                    | <b>+14,76</b>       |

Tabelle 2: Wohnhaus 'Utendorfasse' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.2 Dach

##### 4.1.2.1 Dachfläche

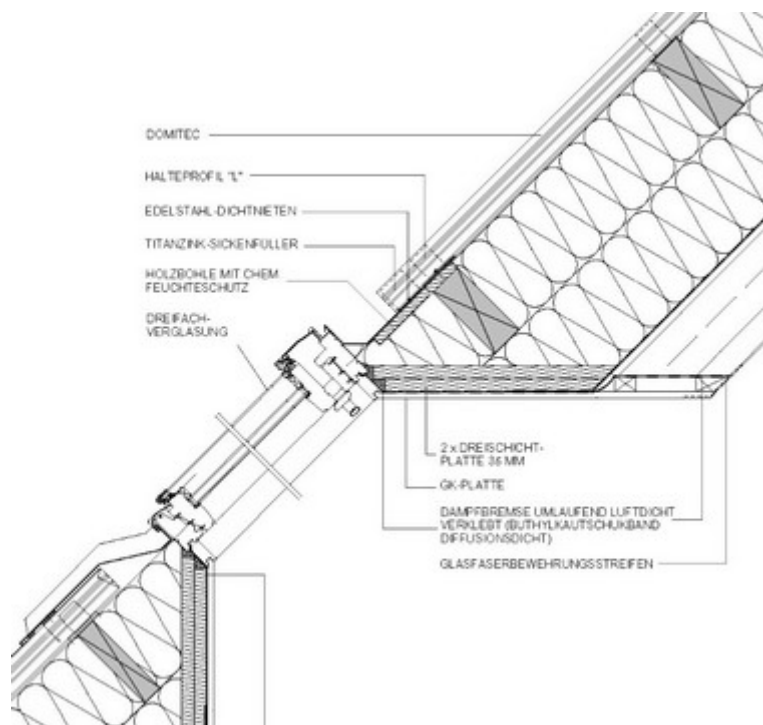


Abbildung 8: Schnitt durch die Dachhaut 'Utendorfasse' [Architekt Kuzmich]

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

Abschließend wurde anstatt der üblichen Unterspannbahn, Lattung und Blecheindeckung ein Schnell-Montage-System als Deckung montiert. Bei dem

verwendeten System werden die Platten mit Halteprofilen oberhalb der Wärmedämmung angebracht.

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> (14,29 Euro/m<sup>2</sup>) ergeben 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 Dämmstofflage. Insgesamt ergeben sich Mehrkosten von 19,95 Euro/m<sup>2</sup> Dachfläche oder 5,73 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Der stärkere Dachaufbau hat an den Stirnseiten des Gebäudes eine Vergrößerung der Fassadenfläche zur Folge. An insgesamt vier Stirnseiten wird 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 ergibt dies Mehrkosten von 668,36 Euro. Umgerechnet ergibt das 0,77 Euro/m<sup>2</sup> Dachfläche bzw. 0,22 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

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

|  | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|--|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|  |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> )                 | 860,0 | 14,29              | 4,11                | 31,43      | 9,03                | +17,14               | +4,92               |
| Verlegung der zweiten Lage (pro m <sup>2</sup> )   | 860,0 | 0,00               | 0,00                | 2,81       | 0,81                | +2,81                | +0,81               |
| Zusätzliches WDVS Stirnseite (pro m <sup>2</sup> ) | 13,5  | 0,00               | 0,00                | 49,00      | 0,22                | +0,77                | +0,22               |
| <b>Gesamt</b>                                      |       |                    |                     |            |                     |                      | <b>+5,95</b>        |

Tabelle 3: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.3 Unterste Geschossdecke

Die Bodendämmung zur „kalten“ Tiefgarage wurde beim Bauvorhaben 'Utendorfsgasse' aus Kostengründen auf die Tiefgaragendecke gelegt. Der Fußbodenaufbau auf der untersten Geschossdecke 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 werden 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>NFL.

### 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 Aushub (Arbeit) und 3481,17 Euro für die Entsorgung dieses Aushubs (842,9 t). Dies wären 4.401,53 Euro an zusätzlichen Mehrkosten. Umgerechnet auf die Geschossdecke ergäben sich 6,74 Euro/m<sup>2</sup> bzw. 1,47 Euro/m<sup>2</sup>NFL.*

Werden die Kosten für den zusätzlichen Aushub mitberücksichtigt, ergeben sich Mehrkosten von 6,21 Euro/m<sup>2</sup>NFL für die unterste Geschossdecke des Passivhauses.

|   | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten    |                     |
|---|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|   |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | /m <sup>2</sup> Bauteil | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> )        | 654,0 | 5,13               | 1,13                | 23,80      | 5,21                | +18,67                  | +4,08               |
| Trittschalldämmung (pro m <sup>2</sup> )  | 654,0 | 4,40               | 0,96                | 4,40       | 0,96                | 0,00                    | 0,00                |
| Estrich (pro m <sup>2</sup> )             | 654,0 | 13,20              | 2,89                | 14,20      | 3,11                | +1,00                   | +0,22               |
| Bewehrung (pro m <sup>2</sup> )           | 654,0 | 0,00               | 0,00                | 2,00       | 0,44                | +2,00                   | +0,44               |
| Zusätzlicher Aushub (pro m <sup>2</sup> ) | 654,0 | 0,00               | 0,00                | 6,74       | 1,47                | +6,74                   | +1,47               |
| <b>Gesamt</b>                             |       |                    |                     |            |                     |                         | <b>+6,21</b>        |

Tabelle 4: Wohnhaus 'Utendorfsgasse' – bauliche Mehrkosten unterste Geschossdecke Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.4 Stiegenhaus

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

Die daraus entstehenden Mehrkosten machen 4,16 Euro/m<sup>2</sup>NFL aus.

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

|  | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|--|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|  |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Schleusentüre (pro Stk.)                               | 6    | 745,00             | 1,50                | 850,00     | 1,71                | +105,00            | +0,21               |
| Schleusentürzarge (pro Stk.)                           | 6    | 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 - Gasbetonsteine (pro m <sup>2</sup> ) | 17,2 | 0,00               | 0,00                | 49,90      | 0,29                | +49,90             | +0,29               |
| Wände gegen Erdreich (pro m <sup>2</sup> )             | 40,0 | 7,50               | 0,11                | 14,30      | 0,21                | +6,80              | +0,10               |
| Wände gegen Tiefgarage (pro m <sup>2</sup> )           | 23,0 | 25,00              | 0,19                | 39,50      | 0,30                | +14,50             | +0,11               |
| Wände gegen Keller (pro m <sup>2</sup> )               | 80,0 | 25,00              | 0,67                | 39,50      | 1,06                | +14,50             | +0,39               |
| Wände gegen Schleuse (pro m <sup>2</sup> )             | 25,8 | 40,00              | 0,35                | 78,10      | 0,68                | +38,10             | +0,33               |
| Thermokorb (pro lfm)                                   | 30,8 | 0,00               | 0,00                | 154,10     | +1,60               | +154,10            | +1,60               |
| Lichtkuppel (BRE) (pro Stk.)                           | 5    | 0,00               | 0,00                | 282,00     | 0,48                | 282,00             | +0,48               |
| <b>Gesamt</b>  |      |                    |                     |            |                     |                    | <b>+4,16</b>        |

Tabelle 5: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.4.1 Schleusentüre

Als Schleusentür zwischen Tiefgarage und Stiegenhaus muss gemäß Wiener Bauordnung eine EI<sub>2</sub>30-C 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 EI<sub>2</sub>30-C Schleusentüre und 125 Euro statt 120 Euro für die Zarge, ergibt das bauliche Mehrkosten (für die sechs Schleusentüren) von 0,22 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.1.4.2 Bodenplatte Stiegenhaus

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

Der Aufbau des Stiegenhausbodens besteht aus einer Stahlbetonplatte mit darauf liegendem 35 cm starken expandiertem Polystyrol (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 entspricht.

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 91,31 m<sup>2</sup> Wärmedämmung und 64,55 m<sup>2</sup> Estrich ergibt das bauliche Mehrkosten von 0,64 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.1.4.3 Wärmebrücken Fußpunkte Wände

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

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

Benötigt werden 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>NFL.



#### 4.1.4.4 Wände

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

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

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

Die an die Tiefgarage grenzende Außenwand wird auf der Innenseite des Stiegenhauses mit einer Vorsatzschale bestehend aus 20 cm Mineralwolle gedämmt. Hier entstehen Kosten in der Höhe von 39,50 Euro/m<sup>2</sup> Bauteil. Als Vergleichswert (Niedrigenergie-Standard) werden 4 cm Dämmung, mit Bauteilkosten von ca. 25 Euro/m<sup>2</sup>, angesetzt.

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

Um die warme Hülle dicht zu halten, ist die an die Tiefgarage und an den unbeheizten Keller grenzende Wand des Stiegenhauses beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' 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 wird auf der Außenseite mit einer Vorsatzschale mit 20 cm Mineralwolle gedämmt. Das sind 39,50 Euro/m<sup>2</sup> Bauteil. Als Vergleichswert werden hier 4 cm Dämmung (Niedrigenergiehaus-Standard), mit Bauteilkosten von ca. 25 Euro/m<sup>2</sup>, angesetzt.

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

Die Wände zwischen dem warmen Stiegenhaus und der Schleuse werden bei der 'Utendorfgasse' mit 40 cm Porenbetonsteinen ausgebildet. Die Bauteilkosten betragen 78,10 Euro/m<sup>2</sup>. Als Vergleichswert werden die Kosten für eine 20 cm Betonwand (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>NFL.

#### 4.1.4.5 Thermokörbe

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

Beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' wurden Thermokörbe mit der Brandschutzklasse F90/EI90 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>NFL.

#### 4.1.4.6 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 (geschätzten) 200 Euro für den Deckel bzw. Lichtkuppel. Das sind bei drei Stiegenhäusern 0,28 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

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>NFL.

In Summe ergeben sich somit 0,48 Euro/m<sup>2</sup>NFL Mehrkosten für die Brandrauchentlüftung beim Bauvorhaben 'Utendorf-gasse'.

#### 4.1.5 Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage)

Zur Wärmebrückenreduktion werden am Fußpunkt der Außenwände 2 Reihen mit je 20 cm hohen Porenbetonsteinen eingebaut. Aufgrund der geringen Festigkeit werden die Gasbetonsteine in regelmäßigen Abständen von Stahlbetonhöckern unterbrochen, um die Lastabtragung zu gewährleisten.

Auf einer Länge von 269 m werden 2 Reihen Porenbetonsteine aufgesetzt. Benötigt werden 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>NFL.

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

|  | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|--|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|  |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Fußpunkte Wände - Gasbetonsteine (pro m <sup>2</sup> ) | 107,6 | 0,00               | 0,00                | 49,90      | +1,80               | +49,90               | +1,80               |
| <b>Gesamt</b>  |       |                    |                     |            |                     |                      | <b>+1,80</b>        |

Tabelle 6: Wohnhaus 'Utendorf-gasse' - bauliche Mehrkosten Wärmebrückenreduktion, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.6 Fenster

Beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' besteht für die Südfenster eine erhöhte Schallschutzanforderung von 42 dB.

Grundsätzlich wurden die Kosten der Fenster optimiert, indem der Fensteranteil möglichst gering gehalten wurde, in der Utendorfgasse 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.

Bei einem Passivhaus werden Dreischiebengläser verwendet. Bei einer Ausführung der 'Utendorfgasse' als Niedrigenergiehaus würde ein U-Wert von 1,1 bis 1,3 W/m<sup>2</sup>K für die Fenster ausreichen. Laut Auftragnehmer wäre die Glasfläche, mit einem U-Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup>K und 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>NFL.

Bei dem 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.

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 würden die Montagekosten beim Niedrigenergiehaus bei ca. 10.000 Euro liegen. Das ergibt Mehrkosten für die Montage von 6,03 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

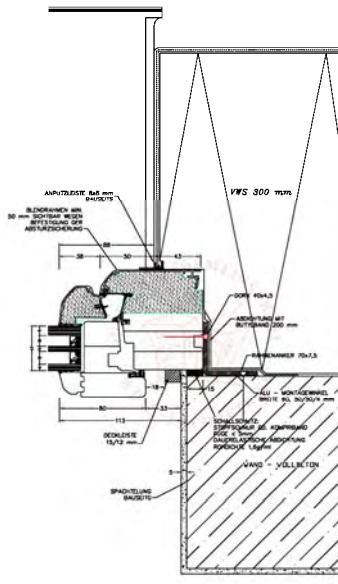


Abbildung 9: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – Fensteranschluss [Schöberl & Pöll GmbH, Internorm International GmbH]

|                               | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|-------------------------------|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                               |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Glas (pro m <sup>2</sup> )    | 390,0 | 47,25              | 6,17                | 63,52      | 8,30                | 16,27                | +2,13               |
| Rahmen                        |       |                    |                     |            |                     | 0,00                 | 0,00                |
| Montage (pro m <sup>2</sup> ) | 390,0 | 25,64              | 3,35                | 71,79      | 9,38                | 46,15                | +6,03               |
| <b>Gesamt</b>                 |       |                    |                     |            |                     |                      | <b>+8,16</b>        |

Tabelle 7: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Fenster, ca. 390 Quadratmeter Fenster, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.6.1 Erhöhter Schallschutz

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

|                               | Anz.  | Passivhaus |                     | Passivhaus + Schallschutz |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|-------------------------------|-------|------------|---------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                               |       | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil                 | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Glas (pro m <sup>2</sup> )    | 390,0 | 63,52      | 8,30                | 127,00                    | 16,59               | 63,48                | +8,29               |
| Rahmen                        |       |            |                     |                           |                     | 0,00                 | 0,00                |
| Montage (pro m <sup>2</sup> ) | 390,0 | 71,79      | 9,38                | 71,79                     | 9,38                | 0,00                 | 0,00                |
| <b>Gesamt</b>                 |       |            |                     |                           |                     |                      | <b>+8,29</b>        |

Tabelle 8: Wohnbau 'Utendorfasse' – Kosten Schallschutz bei Passivhaus, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.7 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 14.000 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 350 Euro. Die baulichen Mehrkosten für den Rahmen betragen daher 0,12 Euro/m<sup>2</sup>NFL. Die Mehrkosten für die Dreifachverglasung betragen 16,27 Euro/m<sup>2</sup>. Für ca. 9,3 m<sup>2</sup> sind das insgesamt 151,31 Euro für die Portale. Die, durch die Anforderungen an die Luftdichtheit beim den Einbau der Haustüren entstehenden Mehrkosten, werden hier mit 0,11 Euro/m<sup>2</sup>NFL angesetzt.

Die baulichen Mehrkosten für die Hauseingangstüren betragen in Summe 0,28 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|               | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|---------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|               |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Rahmen        | Σ    | 6.650,00           | 2,22                | 7.000,00   | 2,34                | 350,00               | +0,12               |
| Glas          | Σ    | 439,43             | 0,15                | 590,74     | 0,20                | 151,31               | +0,05               |
| Einbau        | Σ    |                    | 0,06                |            | 0,17                |                      | +0,11               |
| <b>Gesamt</b> |      |                    |                     |            |                     |                      | <b>+0,28</b>        |

Tabelle 9: Wohnhaus 'Utendorfasse' – bauliche Mehrkosten Eingangsportal, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.8 Notkamin

Wie im bereits dargestellt worden ist, sind in Wien bei Passivhäusern keine Notkamine erforderlich. Dieser Entfall kreiert Minderkosten, die im Folgenden berechnet werden.

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. Die Kosten für einen Kamin betragen somit 970 Euro. Bei drei Kaminen pro Haus und drei Häusern entstehen somit Kosten von 8730 Euro bzw. 2,92 Euro/m<sup>2</sup>NFL, die bei einem Passivhaus eingespart werden.

|                     | Niedrigenergiehaus |           |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minderkosten |                     |
|---------------------|--------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                     | Anz.               | / Bauteil | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil           | /m <sup>2</sup> NFL |
| Notkamin (pro Stk.) | 9                  | 970,00    | 2,92                | 0,00       | 0,00                | 970,00              | -2,92               |
| <b>Gesamt</b>       |                    |           |                     |            |                     |                     | <b>-2,92</b>        |

Tabelle 10: Wohnbau 'Utendorfasse' - Baukosten Notkamin, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.9 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. 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.

#### 4.1.10 Luftdichtheit

##### 4.1.10.1 Lift

Für das Bauvorhaben 'Utendorfasse' wurde eine kostenneutrale Lösung gefunden.

##### 4.1.10.2 Elektroinstallationen

Der erhöhte Aufwand beim Bauvorhaben 'Utendorfasse' 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>NFL.

|               | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minderkosten |                     |
|---------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|               |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil           | /m <sup>2</sup> NFL |
| Abdichtung    | Σ    | 0,00               | 0,00                | 1.360,00   | 0,46                | 1.360,00            | +0,46               |
| <b>Gesamt</b> |      |                    |                     |            |                     |                     | <b>+0,46</b>        |

Tabelle 11: Wohnbau 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Elektroinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.10.3 Sanitär

Es entstehen keine Mehrkosten für die luftdichte Ausführung der Schächte, da die Durchführungen durch die warme Hülle aus brandschutztechnischen Gründen in jedem Fall vergossen werden müssen. Dies gilt ebenso für Niedrigenergiehäuser.

#### 4.1.11 Lüftungsanlage

Die Lüftungsanlage mit Wärmetauscher verursacht bei dem Projekt 'Utendorfgasse' Kosten von ca. 149.000 Euro. Umgelegt auf die Nutzfläche betragen die Kosten 49,83 Euro/m<sup>2</sup>.

Im Vergleich dazu betragen die Kosten für die Abluftanlage von Bad, WC und Küche in einer 75 m<sup>2</sup> Wohnung eines Niedrigenergiehauses ca. 1.125,00 Euro. Umgelegt auf die Nutzfläche betragen die Kosten in einem Niedrigenergiehaus 15,00 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Die Anlage verursacht also bauliche Mehrkosten von 34,92 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. [BK104]

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

Tabelle 12: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2006

### Exkurs Vergleich der zentralen Lüftungsanlage mit einer semizentralen Lüftungsanlage

*Statt den Volumenstromreglern 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 belaufen sich im Projekt 'Utendorfgasse' auf 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.*

#### 4.1.12 Heizung

Im Vergleich zu konventionellen Wohnbauten liegen die Kosten für die Heizung bei einem 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 'Utendorfgasse' mit 39 Wohneinheiten 2,42 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

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. Somit kann die erhöhte Leitungsdämmung im Passivhaus als etwa kostenneutral angesehen werden. Das für den Betrieb der Heizregister notwendige Heizungswasser wird gemeinsam mit der Warmwasserbereitung erzeugt.

Die dafür verwendete Gasbrennwerttherme in der Utendorfgasse 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 Utendorfgasse ergeben sich somit Minderkosten von ca. 1,50 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

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>NFL.



|   | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|---|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|   |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmeerzeugung (pro Stk.)                   | 3    | 13.881,95          | 13,94               | 12.381,95  | 12,44               | -1.500,00            | -1,50               |
| Steigleitungen + Dämmung                    | Σ    | 33.532,78          | 11,23               | 33.532,78  | 11,23               | 0,00                 | 0,00                |
| Heizkörper + Verteilungen (pro Wohneinheit) | 39   | 2.500,00           | 33,30               | 0,00       | 0,00                | -2.500,00            | -33,30              |
| Heizregister in den Wohnungen (pro Stk.)    | 39   | 0,00               | 0,00                | 185,00     | 2,42                | +185,00              | +2,42               |
| <b>Gesamt</b>                               |      |                    |                     |            |                     |                      | <b>-32,38</b>       |

Tabelle 13: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Heizung, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.1.13 Tabellarische und grafische Zusammenfassung

Die Prüfung der anfallenden Kosten beim Bauvorhaben 'Utendorfgasse' hat ergeben, dass die baulichen Mehrkosten einen Betrag von 41,31 Euro/m<sup>2</sup>NFL ausmachen. Damit wurde die Zielvorgabe vom Bauträger, mit den Mehrkosten unter 75 Euro/m<sup>2</sup>NFL zu bleiben, eingehalten. Die baulichen Mehrkosten für den Passivhausstandard betragen somit 3,91 % der Baukosten.

| Bauteil                      | Mehrkosten /m <sup>2</sup> NFL | Einheit             | Mehrkosten in % der Bauwerkskosten |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 4.1.1 Außenwand              | +14,76                         | Euro/m <sup>2</sup> | +1,4 %                             |
| 4.1.2 Dach                   |                                |                     |                                    |
| 4.1.2.1 Dachfläche           | + 5,95                         | Euro/m <sup>2</sup> | +0,6 %                             |
| 4.1.3 Unterste Geschossdecke | + 6,21                         | Euro/m <sup>2</sup> | +0,6 %                             |
| 4.1.4 KG Zugang Stiegenhaus  | + 4,16                         | Euro/m <sup>2</sup> | +0,4 %                             |
| 4.1.5 Wände über Tiefgarage  | + 1,80                         | Euro/m <sup>2</sup> | +0,2 %                             |
| 4.1.6 Fenster                | + 8,16                         | Euro/m <sup>2</sup> | +0,8 %                             |

|                                |                |                           |               |
|--------------------------------|----------------|---------------------------|---------------|
| 4.1.7 Hauseingangsportal       | + 0,28         | Euro/m <sup>2</sup>       | +0,0 %        |
| 4.1.8 Notkamin                 | - 2,92         | Euro/m <sup>2</sup>       | -0,3 %        |
| 4.1.9 Verschattung             | 0,00           | Euro/m <sup>2</sup>       | +0,0 %        |
| 4.1.10 Luftdichtheit           |                |                           |               |
| 4.1.10.1 Lift                  | 0,00           | Euro/m <sup>2</sup>       | +0,0 %        |
| 4.1.10.2 Elektroinstallationen | + 0,46         | Euro/m <sup>2</sup>       | +0,0 %        |
| 4.1.10.3 Sanitärinstallationen | 0,00           | Euro/m <sup>2</sup>       | +0,0 %        |
|                                |                |                           |               |
| 4.1.11 Lüftungsanlage          |                |                           |               |
| Mehrkosten                     | + 49,83        | Euro/m <sup>2</sup>       | +4,8 %        |
| Minderkosten                   | - 15,00        | Euro/m <sup>2</sup>       | -1,4 %        |
|                                |                |                           |               |
| 4.1.12 Heizung                 |                |                           |               |
| Mehrkosten                     | + 2,42         | Euro/m <sup>2</sup>       | +0,2 %        |
| Minderkosten                   | - 34,80        | Euro/m <sup>2</sup>       | -3,3 %        |
|                                |                |                           |               |
| Zwischensumme Minderkosten     | - 52,72        | Euro/m <sup>2</sup>       | +5,0 %        |
| Zwischensumme Mehrkosten       | + 94,03        | Euro/m <sup>2</sup>       | -9,0 %        |
|                                |                |                           |               |
| <b>SUMME Mehrkosten</b>        | <b>+ 41,31</b> | <b>Euro/m<sup>2</sup></b> | <b>+3,9 %</b> |

Tabelle 14: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2006

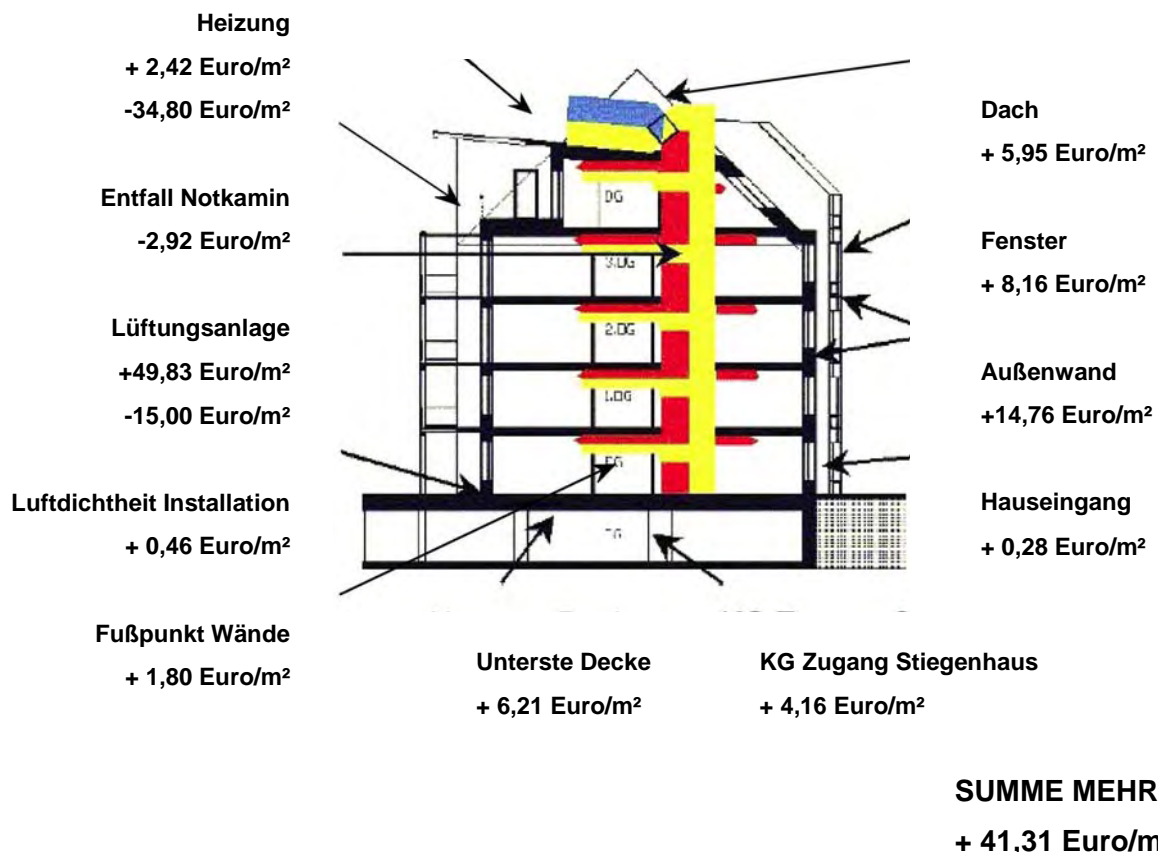


Abbildung 10: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Utendorf-gasse', Euro exkl. USt, Stand 2006

Die baulichen Mehrkosten für das Erreichen des Passivhaus-Standards lagen bei dem Projekt 'Utendorf-gasse' bei ca. 4 % der Bauwerkskosten.

## 4.2 Mühlweg

### 4.2.1 Außenwand

#### 4.2.1.1 Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz

Die Außenwand beim Bauvorhaben 'Mühlweg' wurde als Holzmassivwand ausgeführt. Sie besteht aus folgenden Schichten:

- 5 mm Silikonharzputz
- 20 mm Kalk Zement Grundputz
- 50 mm Holzwolleplatte
- 90 mm Steinwolleämmung
- 140 mm Steinwolleämmung
- 94 mm Holzmassivwandelement
- 50 mm innenliegende Lattung und Steinwolleämmung
- 15 mm GKF Platte
- 

Die Fassadenfläche wurde gemäß ÖNORM B 2215 berechnet, d.h. Öffnungen über 4 m<sup>2</sup> wurden abgezogen. Die Wohnnutzfläche beträgt ca. 6.750 m<sup>2</sup>. Die Fassadenfläche von EG bis 3.OG 2.754,02 m<sup>2</sup>, im DG 628,62 m<sup>2</sup>, also zusammen 3.382,64 m<sup>2</sup>.

Bei einem Niedrigenergiehaus würde diese Holzkonstruktion mit weniger Dämmung auskommen, wobei die Ausführung der 140 mm Dämmung entfallen würde. Der Listenpreis Material (Stand 2006) dieser Dämmung liegt bei 7,62 Euro/m<sup>2</sup>, bei einem angenommenen Lohn von 34,71 Euro/h und 0,15 h/m<sup>2</sup> ergibt das 5,21 Euro/m<sup>2</sup> Lohnkosten bzw. 12,83 Euro/m<sup>2</sup> Fassade in Summe für die zusätzliche Wärmedämmung.

Die Mehrkosten für die zusätzliche Holzunterkonstruktion inkl. Material und Verarbeitung liegen bei 16,36 Euro/m<sup>2</sup> Fassade, wobei sich der Preis aus 0,35 h/m<sup>2</sup> Fassade à 34,71 Euro/h Lohn, 0,0134 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Fassade Kantholz, Pfosten à 147,92 Euro/m<sup>3</sup>, 2,5 kg/m<sup>2</sup> Fassade Nägel und Drahtstift à 0,89 Euro/kg zusammensetzt.

Damit liegen die baulichen Mehrkosten für die Fassade in den Obergeschossen bei 29,19 Euro/m<sup>2</sup> Fassade, das sind 14,63 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Im EG muss auf ca. 852 m<sup>2</sup> zusätzlich eine Vorsatzschale angebracht werden. Der Preis hierfür beträgt 4,15 Euro/m<sup>2</sup> Bauteil, das sind umgerechnet auf die Fassadengesamtfläche 1,08 Euro/m<sup>2</sup> Fassade, bzw. 0,52 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Damit ergeben sich in Summe bauliche Mehrkosten von insgesamt 15,15 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.2.1.2 Mehrkosten durch brandschutztechnische Erfordernisse

Durch die Art der Außenwandbauweise sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Erfüllung des Brandschutzes erforderlich. Somit treten keine Mehrkosten zur Niedrigenergiebauweise auf.

#### 4.2.1.3 Blechanschluss

Das Bauvorhaben 'Mühlweg' verfügt über ein zurückgesetztes Dachgeschoss, an dessen Fußpunkt der Außenwand sich ein Blechanschlussprofil befindet. Mehr- oder Minderkosten werden hier nicht angesetzt, da dieses unabhängig von der thermischen Qualität des Gebäudes erforderlich wäre.

#### 4.2.1.4 Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand

|   | Anz.   | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|---|--------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|   |        | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung zusätzlich (pro m <sup>2</sup> )           | 3382,6 | 0,00               | 0,00                | 12,83      | 6,43                | +12,83             | + 6,43              |
| Holz Unterkonstruktion Zusätzlich (pro m <sup>2</sup> ) | 3382,6 | 0,00               | 0,00                | 16,36      | 8,20                | + 16,36            | + 8,20              |
| Vorsatzschale EG (pro m <sup>2</sup> )                  | 852,0  | 0,00               | 0,00                | 1,08       | 0,52                | +1,08              | +0,52               |
| <b>Gesamt</b>   |        |                    |                     |            |                     |                    | <b>+15,15</b>       |

Tabelle 15: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Stand 2006, Euro exkl. USt

### 4.2.2 Dach

#### 4.2.2.1 Dachfläche

Das Flachdach wurde als Duodach mit durchschnittlich 460 mm Dämmung und folgendem Schichtaufbau ausgebildet:

- 70 mm Rollierung
- 140 mm XPS Dämmung
- 10 mm Bitumenbahn
- 60-150 mm EPS Gefälledämmung W25

- 220 mm EPS Dämmung W25
- 5 mm Dampfsperre
- 108 mm KLH Deckenelement
- 15 mm GKF Platte

Bei einem Niedrigenergiehaus würde die 220 mm EPS Dämmung nicht zum Einsatz kommen. Bei Kosten gemäß Ausschreibung von 24,96 Euro/m<sup>2</sup> dieser Dämmung und bei einer Dachfläche von 842,12 m<sup>2</sup> sind das bauliche Mehrkosten von 3,11 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|  | Niedrigenergiehaus |           |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|--|--------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|  | Anz.               | / Bauteil | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung inkl. Verlegung (pro m <sup>2</sup> ) | 842,1              | 0,00      | 0,00                | 24,96      | 3,11                | +24,96               | +3,11               |
| <b>Gesamt</b>                                      |                    |           |                     |            |                     |                      | <b>+3,11</b>        |

Tabelle 16: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.2.2 Dachterrassen

Die Dachterrasse beim Bauvorhaben 'Mühlweg' wurde mit einer Dämmung versehen, die dem Niedrigenergiehausstandard entspricht, daher werden keine Mehrkosten angesetzt. Um den Passivhausstandard zu erreichen, wurden anderweitig Maßnahmen getroffen, die dies rechnerisch kompensieren.

#### 4.2.3 Unterste Geschossdecke

Die unterste Geschossdecke wurde mit zwei Lagen 160 mm EPS WLG 040 gedämmt. Die Kosten für 320 mm Dämmung liegen bei 26,92 Euro/m<sup>2</sup>.

80 mm Dämmung für den Niedrigenergiehausstandard liegen mit 18,48 Euro/m<sup>2</sup> nur unwesentlich darunter.

Bei 1.509,64 m<sup>2</sup> Decke (4 x 377,41 m<sup>2</sup>) liegen damit die baulichen Mehrkosten bei 1,89 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                                    | Anz.   | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minderkosten |                     |
|------------------------------------|--------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                    |        | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil           | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> ) | 1509,6 | 18,48              | 4,13                | 26,92      | 6,02                | +8,44               | +1,89               |
| <b>Gesamt</b>                      |        |                    |                     |            |                     |                     | <b>+1,89</b>        |

Tabelle 17: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten unterste Geschossdecke. Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.4 Stiegenhaus

Auch beim Bauvorhaben 'Mühlweg' wurde die warme Hülle im Kellergeschoss um das Stiegenhaus herumgeführt.

|  | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|--|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|  |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Schleusentüre<br>(pro Türblatt)                    | 25    | 280,00             | 1,03                | 371,31     | 1,38                | +91,31             | +0,34               |
| Bodenplatte<br>(pro m <sup>2</sup> )               | 142,9 | 18,48              | 0,38                | 26,92      | 0,18                | +8,44              | +0,18               |
| Ablebeband Bodenplatte<br>(pro lfm)                | 160,0 | 0,00               | 0,00                | 40,00      | 0,95                | +40,00             | +0,95               |
| Fußpunkte Wände<br>(pro m <sup>2</sup> )           | 23,1  | 0,00               | 0,00                | 8,44       | +0,03               | +8,44              | +0,03               |
| Wände gegen Keller (pro m <sup>2</sup> )           | 360,0 | 45,86              | 2,45                | 55,86      | 2,98                | +10,00             | +0,53               |
| Thermokorb<br>(pro lfm)                            | 54,0  | 0,00               | 0,00                | 154,10     | +1,23               | +154,10            | +1,23               |
| Oberlicht (BRE)<br>(pro m <sup>2</sup> Verglasung) | 24,0  | 0,00               | 0,00                | 16,28      | 0,06                | +16,28             | +0,06               |
| <b>Gesamt</b>                                      |       |                    |                     |            |                     |                    | <b>+3,32</b>        |

Tabelle 18: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.4.1 Schleusentüre

Die EI<sub>230</sub>-C Schleusentüren wurden inklusive luftdichter Zarge zum Preis von 371,31 Euro pro Tür angeboten. Der Preis für die EI<sub>230</sub>-C Türen inkl. Zarge liegt bei ca. 280 Euro pro Tür. Bei 25 Türen bei dem gesamten Projekt sind das bauliche Mehrkosten von 0,34 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.2.4.2 Bodenplatte Stiegenhaus

Für die Bodenplatte entstehen bei Mehrkosten von 8,44 Euro/m<sup>2</sup> Bauteil (siehe unterste Geschossdecke) und einer Fläche von 140,92 m<sup>2</sup> bauliche Mehrkosten von 0,18 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Um die Luftdichtheit zu gewährleisten, ist bei dem Bauvorhaben 'Mühlweg' ein Abklebeband notwendig, das an die Bodenplatte dicht anschließt. Bei ca. 40 cm Breite sind das angenommene 40 Euro/lfm<sup>5</sup>. Bei 160 lfm (4x40m) sind das ca. 0,95 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.2.4.3 Wärmebrücken Fußpunkte Wände

Die Wände wurden bei dem Bauvorhaben 'Mühlweg' punktweise gelagert, die Wärmedämmung, die auf der Bodenplatte des Stiegenhauses liegt, wurde unter der Wand durchgeführt. Es wird die Wärmedämmung genau unter den Stiegenhauswänden als Mehrkostenposten angesetzt. Dies sind wie oben bereits erwähnt 8,44 Euro/m<sup>2</sup> Decke bzw. bei 23,12 m<sup>2</sup> Konstruktionsfläche bei den vier Gebäuden umgerechnet 0,03 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.2.4.4 Wände

Die Wand zum Keller wurde außen mit 175 mm Tektalan unverputzt gedämmt. Die Kosten dafür lagen bei 55,86 Euro/m<sup>2</sup> Wandfläche. Bei einem Niedrigenergiehaus würden 50 mm Dämmung ausreichen, welche um 10 Euro/m<sup>2</sup> günstiger herzustellen wären. Das sind bei 360 (4x90) m<sup>2</sup> Wand bauliche Mehrkosten von 0,53 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.2.4.5 Thermokörbe

Um eine durchgehende warme Hülle zu erreichen, wurden jene Wände, die die Wärmedämmung durchstoßen, mit Thermokörben angeschlossen. Der Anschluss der Decke wurde als Wärmebrücke berücksichtigt und der Thermokorb eingespart. Bei 154,10 Euro/lfm Thermokorb und 54 lfm (5 x 2,7 x 4m) Thermokorb insgesamt sind das bauliche Mehrkosten von ca. 1,23 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

---

<sup>5</sup> ca. 13 Euro/lfm aus dem Trockenbau-Angebot



#### 4.2.4.6 Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach

Das Stiegenhausdach wurde bei dem Bauvorhaben 'Mühlweg' in Niedrigenergiehausstandard ausgeführt, allerdings mit einer besseren Verglasung. Sowohl der Lift als auch die Stiege wurden mit einem Glasdach versehen, wobei eine Aluminiumkonstruktion zur Anwendung gekommen ist mit einem Öffnungsflügel als Brandrauchentlüftung über der Stiege. Die Kosten für jedes Stiegenhaus der vier Häuser liegen bei 1.434,72 Euro für das Liftdach und 2.869,43 Euro für das Stiegedach mit insgesamt 24 m<sup>2</sup>.

Die Mehrkosten ergeben sich durch das bessere Glas mit angenommenen 16,28 Euro/m<sup>2</sup> mit 0,06 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.2.5 Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage)

Die Holzkonstruktion der Außenwände und damit die Wärmedämmung wurden bis auf den Boden geführt. Für die Vermeidung der Wärmebrücken entstehen hier somit keine baulichen Mehrkosten. Die Innenwände des Erdgeschosses aus Beton sind punktweise gelagert und die Wärmedämmung darunter durchgezogen.

#### 4.2.6 Fenster

Die Fenster wurden mit einem U-Wert für das Glas von 0,6 W/m<sup>2</sup>K zu einem Preis von 314,25 Euro/m<sup>2</sup> Fensterfläche ausgeführt. Das sind 72,11 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Der Preis für Fenster eines Niedrigenergiehauses liegt bei demselben Hersteller bei 246,02 Euro/m<sup>2</sup> Fensterfläche. Das sind 56,46 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Der Unterschied beträgt 15,65 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|   | Anz.   | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|---|--------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|   |        | /Bauteil           | /m <sup>2</sup> NFL | /Bauteil   | /m <sup>2</sup> NFL | /Bauteil             | /m <sup>2</sup> NFL |
| Fenster inkl. Montage (pro m <sup>2</sup> ) | 1549,0 | 246,02             | 56,46               | 314,25     | 72,11               | +68,23               | +15,65              |
| <b>Gesamt</b>                               |        |                    |                     |            |                     |                      | <b>+15,65</b>       |

Tabelle 19: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Fenster, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.7 Hauseingangsportal

Es wurde ein Windfang mit zwei thermisch getrennten Stahltüren eingesetzt mit einem U-Wert von 1,0 für das verwendete Glas. Die Portale mit 2,8 m Breite und ca. 2,3 m Höhe kosten 7.277 Euro für das äußere und 5.940 Euro für das innere Portal.

Die Portalausbildung erfüllt den Niedrigenergiehausstandard. Es werden hier daher keine Mehrkosten für den Passivhausstandard angesetzt.

Um einen überdachten Eingangsbereich zu schaffen, wurde das Eingangsportal ins Gebäude hereingezogen, die so entstehenden Wände nach außen wurden mit einer Vakuumdämmung versehen. Die insgesamt 100 m<sup>2</sup> wurden um einen Materialpreis von 20.000 Euro angeboten, das sind inklusive Verlegung 202,81 Euro/m<sup>2</sup> Dämmung, bzw. Mehrkosten von 3,01 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|   | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|---|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|   |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Hauseingang Dämmung zusätzlich<br>(pro m <sup>2</sup> ) | 100,0 | 0,00               | 0,00                | 202,81     | 3,01                | +202,81              | +3,01               |
| <b>Gesamt</b>   |       |                    |                     |            |                     |                      | <b>+3,01</b>        |

Tabelle 20: Wohnhausanlage 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Eingangsportal, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.8 Notkamin

Für das Bauvorhaben 'Mühlweg' wurden Angebote des Bauträgers für ein vergleichbares Projekt herangezogen.

Die Kosten für die Ausführung als Sammelkamin, die in Wien möglich ist, wurden wie folgt aufgeschlüsselt:

- Anschlussstück 29 Euro / Wohnung (4 Wohnungen / Kamin) 116 Euro
- Kamintür 44 Euro / Stück (1 Stück / Kamin) 44 Euro
- Reinigungsöffnung 34 Euro / Stück (1 Stück / Kamin) 34 Euro
- Abdeckplatte 87 Euro / Stück (1 Stück / Kamin) 87 Euro
- Kamin 58 Euro / lfm (20 m / Kamin) 1.160 Euro

Das sind Kosten von 1.441 Euro pro Kamin. Bei 4 Kaminen pro Haus und 4 Häusern ergibt das Minderkosten von 23.056 Euro bzw. 3,42 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                     | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|---------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                     |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Notkamin (pro Stk.) | 16   | 1.441,00           | 3,42                | 0,00       | 0,00                | -1.441,00            | -3,42               |
| <b>Gesamt</b>       |      |                    |                     |            |                     |                      | <b>-3,42</b>        |

Tabelle 21: Wohnbau 'Mühlweg' - Baukosten Notkamin, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.9 Verschattung

Passivhäuser verhalten sich in den Übergangsjahreszeiten und im Sommer im Vergleich zu Niedrigenergiehäusern ähnlich. Aus Erfahrung hat es sich gezeigt, dass es notwendig ist, die NutzerInnen nicht nur über das Verhalten in der kalten Jahreszeit, sondern auch in den übrigen Jahreszeiten aufzuklären. Es besteht vielfach die falsche Erwartungshaltung, dass die Lüftungsanlage wie eine Klimaanlage wirkt und daher keine ausreichende nächtliche Fensterlüftung betrieben wird.

Es entstehen keine Mehr- bzw. Minderkosten für die Verschattung bei Passivhausbauweise.

#### 4.2.10 Luftdichtheit

##### 4.2.10.1 Lift

Der Lift in den Gebäuden des Bauvorhabens 'Mühlweg' befindet sich offen im Stiegenhaus (Einhausung durch Gitterkonstruktion). Es wird somit keine Öffnung des Liftschachtes über Dach benötigt.

##### 4.2.10.2 Elektroinstallationen

Es wurde für jeden Schacht ein Rahmenschott zu 100,28 Euro pro Stück angeboten. Bei vier Häusern bzw. Schächten sind das 0,06 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                       | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|-----------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                       |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Abdichtung (pro Stk.) | 4    | 0,00               | 0,00                | 100,28     | +0,06               | +100,28              | +0,06               |
| <b>Gesamt</b>         |      |                    |                     |            |                     |                      | <b>+0,06</b>        |

Tabelle 22: Wohnsiedlung 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Elektroinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.10.3 Sanitär

Pro Haus wurden Durchführungen zu 170,50 Euro angeboten. Bei vier Häusern sind das 0,10 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                       | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|-----------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                       |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Abdichtung (pro Stk.) | 4    | 0,00               | 0,00                | 170,50     | +0,10               | +170,50              | +0,10               |
| <b>Gesamt</b>         |      |                    |                     |            |                     |                      | <b>+0,10</b>        |

Tabelle 23: Wohnsiedlung 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Sanitärinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.11 Lüftungsanlage

Beim Bauvorhaben 'Mühlweg' wurde die gesamte Lüftung um 347.484,00 Euro angeboten, das sind 51,48 Euro/m<sup>2</sup>NFL. Die technisch sinnvollen Schallschutzmaßnahmen bei außenaufgestelltem Zentralgerät wurden für 14.000 Euro angeboten. Dies entspricht 2,07 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Abgezogen werden können die Ausgaben, die bei einem Niedrigenergiehaus für die übliche Abluftanlage anfallen: Zwei Ventilatoren je Wohneinheit für Bad und WC (160,00 Euro, bzw. 120,00 Euro), zuzüglich der erforderlichen Rohrlängen (16,82 Euro/lfm) und Tellerventile (15,16 Euro/Stk). Diese Minderkosten liegen in Summe bei 5,58 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Es ergeben sich also Mehrkosten von 47,97 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|----------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Lüftungsanlage | Σ    | 0,00               | 0,00                | 347.484,00 | 51,48               | 347.484,00         | + 51,48             |
| Schallschutz   | Σ    | 0,00               | 0,00                | 14.000,00  | 2,07                | +14.000            | + 2,07              |
| Ventilatoren   | Σ    | 26.800,00          | 3,97                | 0,00       | 0,00                | - 26.800,00        | - 3,97              |
| Kanäle         | Σ    | 8.746,40           | 1,30                | 0,00       | 0,00                | - 8.746,40         | - 1,30              |
| Tellerventile  | Σ    | 2.114,00           | 0,31                | 0,00       | 0,00                | - 2.114,00         | - 0,31              |
| <b>Gesamt</b>  |      |                    |                     |            |                     |                    | <b>+ 47,97</b>      |

Tabelle 24: Wohnhausanlage 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.12 Heizung

Beim Bauvorhaben 'Mühlweg' wurden Heizkörper in den Wohnräumen vorgesehen, die im Wesentlichen vor oder in der Nähe der Fenster montiert sind. Diese Heizkörper sollen eine raumweise Regulierung der Temperatur ermöglichen.

Diese Heizkörper gehören nicht notwendigerweise zur Ausstattung eines Passivhauses. Aus diesem Grund werden zuerst die Minderkosten, welche bei üblicher Passivhausbauweise (d.h. Beheizung ausschließlich über die Zuluft) entstanden wären, ermittelt. Anschließend werden die zusätzlichen Kosten für den höheren Komfort der raumweisen Temperaturregelung über die Radiatoren errechnet.

Die vorhandenen Daten des Bauvorhabens sind nicht differenziert genug erfasst, um eine genau Aussage in Bezug auf die Minderkosten der Heizungsanlage treffen zu können. Daher wird die Mehr-Minderkostenrechnung eines vergleichbaren Bauvorhabens (36 Wohneinheiten und ca. 2.500 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche) für die Kalkulation des 'Mühlwegs' herangezogen: Die Kosten für den Bereich der Heizung betragen 31,92 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Die rechnerischen Mehrkosten für das Zuluft-Heizregister, welches im 'Mühlweg' nicht realisiert wird, liegen bei 2,43 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Es ergibt sich somit eine Kostenersparnis für das Passivhaus von 29,49 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                            | Anz | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/ Minder-Kosten |                     |
|----------------------------|-----|--------------------|---------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                            |     | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL |
| Heizung Niedrigenergiehaus | Σ   | 215.460,00         | 31,92               | 0,00       | 0,00                | 215.460,00           | -31,92              |
| Heizregister (pro Stk.)    | 70  | 0,00               | 0,00                | 234,32     | 2,43                | 234,32               | +2,43               |
| <b>Gesamt</b>              |     |                    |                     |            |                     |                      | <b>-29,49</b>       |

Tabelle 25: Wohnbau 'Mühlweg' – Minderpreis Heizungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2006

Nun werden die Kosten für diese raumweise Temperaturregelung gesondert ermittelt:

Die Ventilheizkörper kosten 95,00 Euro/Stk. (171 W, 216 Stk.) bzw. 138,00 Euro/Stk. (535 W, 81 Stk.). Dies sind 3,04 Euro/m<sup>2</sup>NFL für die kleinen Heizkörper und 1,66 Euro/m<sup>2</sup>NFL für die großen Heizkörper.

Die Wärme- und Warmwassererzeugung läuft über Standardthermen (8 Stk. zu 2.370 Euro). Die Kosten liegen bei 2,81 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

In einem Niedrigenergiehaus wären durchgängig die großen Heizkörper angebracht. Die Kosten für 297 Stück Heizkörper mit 535 W für je 138 Euro liegen bei 6,07 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Die Wärmeerzeugung liefere über Thermen, die ungefähr das Doppelte kosten würden, die Warmwassererzeugung ändert sich nicht.

Es würden für die Wärmeerzeugung und Warmwassererzeugung der Wohnhausanlage 4 Thermen für ca. 5.000 Euro (2,96 Euro/m<sup>2</sup>NFL) und 4 Thermen zu 2.370 Euro verwendet (1,40 Euro/m<sup>2</sup>NFL).

Die Kosten für Steigleitungen und Dämmung variieren zwischen den beiden Lösungen nicht.

Die Gesamt-Mehrkosten für die raumweise Temperaturregelung errechnen sich also wie folgt:

Der ermittelte Aufpreis zum Niedrigenergiehaus für eine Heizungsanlage von 31,92 Euro/m<sup>2</sup>NFL wird um die Differenz für raumweise Temperaturregelung verringert, also die Kosten, die eingespart werden, weil die Heizkörper kleiner dimensioniert werden (1,38 Euro/m<sup>2</sup>NFL) und die Thermen für eine geringere Leistung ausgelegt werden können (1,56 Euro/m<sup>2</sup>NFL).

Die Minderkosten für das Heizregister, welches im Fall der raumweisen Temperaturregelung nicht realisiert wird, liegen bei 2,43 Euro/m<sup>2</sup>NFL. Sie sind ebenfalls in Ansatz zu bringen.

Der Aufpreis für die Heizungsanlage mit raumweiser Temperaturregelung beträgt 26,55 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                                    | Anz | Niedrigenergiehaus   |                     | Passivhaus           |                     | Mehr-/ Minder-Kosten  |                     |
|------------------------------------|-----|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                                    |     | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil            | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil             | /m <sup>2</sup> NFL |
| Heizung Niedrigenergiehaus         | Σ   | 215.460,00           | 31,92               | 0,00                 | 0,00                | 215.460,00            | 31,92               |
| Wärmeerzeugung Therme 1 (pro Stk.) | -   | 4 Stk. x<br>2.370,00 | 1,40                | 8 Stk. x<br>2.370,00 | 2,81                | +4 Stk. x<br>2.370,00 | +1,40               |
| Wärmeerzeugung Therme 2 (pro Stk.) | -   | 4 Stk. x<br>5.000,00 | 2,96                | 0,00                 | 0,00                | 4 Stk. x<br>5.000,00  | -2,96               |
| Heizkörper 171 W                   | -   | 0,00                 | 0,00                | 216 Stk. x<br>95,00  | 3,04                | 216 Stk. x<br>95,00   | +3,04               |
| Heizkörper 535 W                   | -   | 297 Stk. x<br>138,00 | 6,07                | 81 Stk. x<br>138,00  | 1,66                | 216 Stk. x<br>138,00  | -4,41               |
| Heizregister                       | 70  | 0,00                 | 0,00                | 234,32               | 2,43                | -234,32               | -2,43               |
| <b>Gesamt</b>                      |     |                      |                     |                      |                     |                       | <b>+26,55</b>       |

Tabelle 26: Wohnbau 'Mühlweg' – Aufpreis Heizungsanlage mit raumweiser Temperaturregelung, Euro exkl. USt, Stand 2006

#### 4.2.13 Tabellarische und grafische Zusammenfassung

Werden die anfallenden Kosten des Bauvorhabens 'Mühlweg' summiert, ergibt sich, dass die baulichen Mehrkosten für den Passivhausstandard bei 58,66 Euro/m<sup>2</sup>NFL liegen. inklusive raumweiser Temperaturregelung einen Betrag von 85,21 Euro/ m<sup>2</sup>NFL ausmachen werden. Wird ein Skonto von 5 % berücksichtigt, betragen die Mehrkosten 80,95 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

| Bauteil                      | Mehrkosten /m <sup>2</sup> NFL | Einheit             | Mehrkosten in % der Bauwerkskosten |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 4.2.1 Außenwand              | +15,15                         | Euro/m <sup>2</sup> | 1,5 %                              |
| 4.2.2 Dach                   |                                |                     |                                    |
| 4.2.2.1 Dachfläche           | +3,11                          | Euro/m <sup>2</sup> | 0,3 %                              |
| 4.2.2.2 Dachterrassen        | 0,00                           |                     | 0,0 %                              |
| 4.2.3 Unterste Geschossdecke | +1,89                          | Euro/m <sup>2</sup> | 0,2 %                              |

|  |               |                           |              |
|--|---------------|---------------------------|--------------|
| 4.2.4 KG Zugang Stiegenhaus                                  | +3,32         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,3 %        |
| 4.2.5 Wände über Tiefgarage                                  | 0,00          | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,0 %        |
| 4.2.6 Fenster  | +15,65        | Euro/m <sup>2</sup>       | 1,5 %        |
| 4.2.7 Hauseingangsportal                                     | +3,01         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,3 %        |
| 4.2.8 Notkamin   | -3,42         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,3 %        |
| 4.2.9 Verschattung   | 0,00          | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,0 %        |
| 4.2.10 Luftdichtheit   |               |                           |              |
| 4.2.10.1 Lift  | 0,00          | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,0 %        |
| 4.2.10.2 Elektroinstallationen                               | +0,06         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,0 %        |
| 4.2.10.3 Sanitärinstallationen                               | +0,10         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,0 %        |
|  |               |                           |              |
| 4.2.11 Lüftungsanlage  |               |                           |              |
| Mehrkosten   | +53,55        | Euro/m <sup>2</sup>       | 5,2 %        |
| Minderkosten   | -5,58         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,5 %        |
|  |               |                           |              |
| 4.2.12 Heizung   |               |                           |              |
| Mehrkosten   | +2,43         | Euro/m <sup>2</sup>       | 0,2 %        |
| Minderkosten   | -31,92        | Euro/m <sup>2</sup>       | 3,1 %        |
|  |               |                           |              |
| Zwischensumme Minderkosten                                   | -40,92        | Euro/m <sup>2</sup>       | 4,0 %        |
| Zwischensumme Mehrkosten                                     | +98,27        | Euro/m <sup>2</sup>       | 9,5 %        |
|  |               |                           |              |
| <b>SUMME Mehrkosten</b>                                      | <b>+57,35</b> | <b>Euro/m<sup>2</sup></b> | <b>5,6 %</b> |
|  |               |                           |              |
| 4.2.12 Zusatzkosten Heizung für raumweise Temperaturregelung | +26,55        | Euro/m <sup>2</sup>       | 2,6 %        |
|  |               |                           |              |
| <b>SUMME Mehrkosten inkl. raumweise Temperaturregelung</b>   | <b>+83,90</b> | <b>Euro/m<sup>2</sup></b> | <b>8,1 %</b> |

Tabelle 27: Wohnhaus 'Mühlweg' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2006



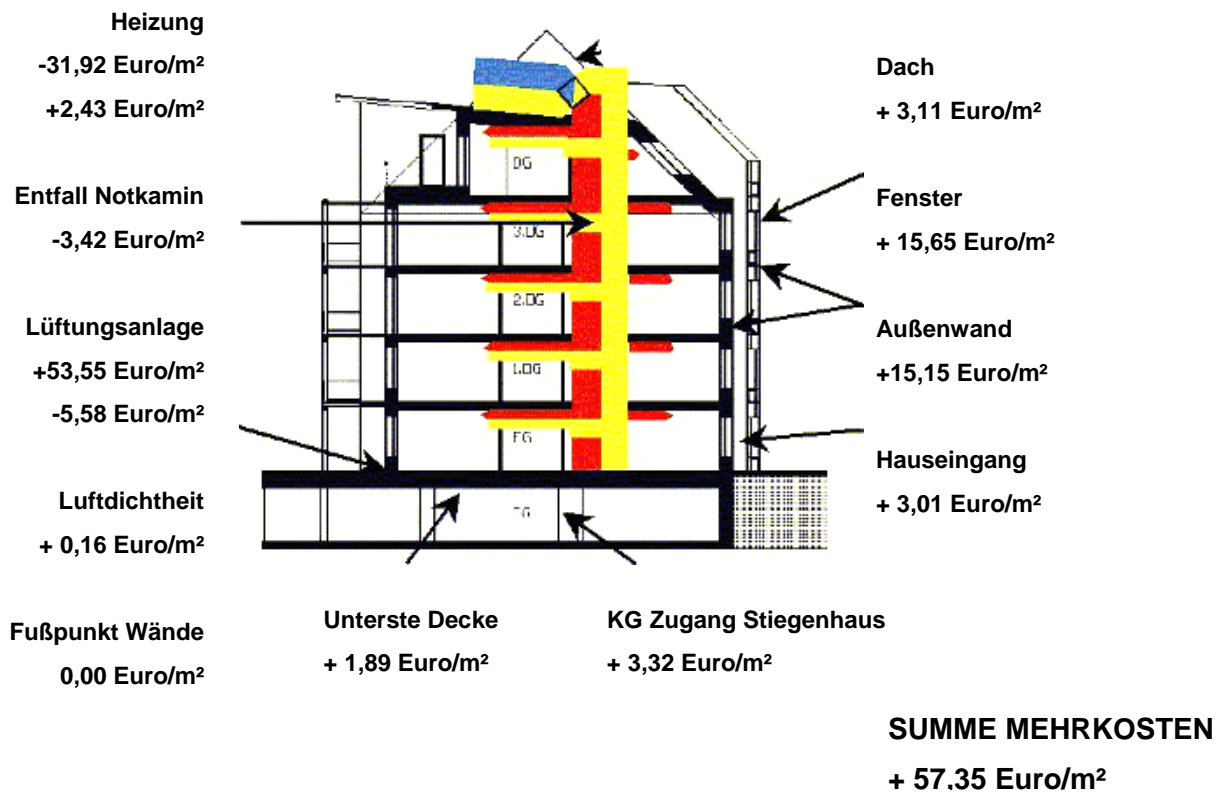


Abbildung 11: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Mühlweg', Euro exkl. USt, Stand 2006

Die Auswertung des Projekts Mühlweg zeigt deutlich, dass bauliche Mehrkosten weit unter 10 % der Bauwerkskosten realisiert werden können. Es konnte ein Wert von ca. 5,6 % der Bauwerkskosten oder 57 Euro pro m<sup>2</sup> Nutzfläche erreicht werden.

## 4.3 Dreherstraße

### 4.3.1 Ermittlung der baulichen Mehrkosten

Die Ermittlung der baulichen Mehrkosten ist in [SCH11] ausführlich dargestellt. Aus diesem Grund wird auf die Herleitung der entstehenden Mehrkosten in diesem Bericht verzichtet.

### 4.3.2 Grafische Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Auswertung zeigt, dass für das Erreichen des Passivhausstandards bei dem Bauprojekt 'Dreherstraße' Mehrkosten in der Höhe von 54,82 Euro/m<sup>2</sup>NFL entstanden sind. Die baulichen Mehrkosten entsprechen ca. 4,9 % der Bauwerkskosten.

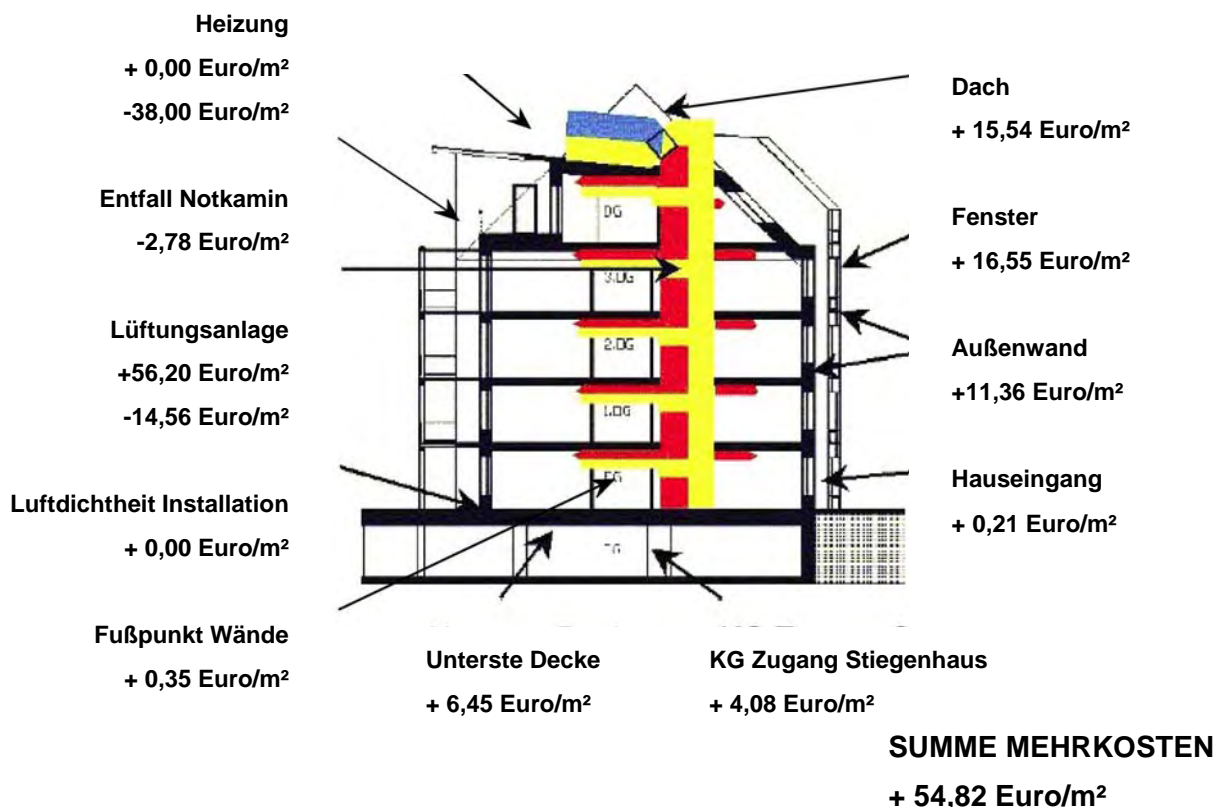


Abbildung 12: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Dreherstraße', Euro exkl. USt, Stand 2008 [SCH11]

Die Mehrkosten für den Passivhausstandard lagen in der Dreherstraße bei rund 55 Euro/m<sup>2</sup> Nutzfläche. Das entspricht ca. 5 % der Bauwerkskosten.

## 4.4 Universumstraße

### 4.4.1 Außenwand

#### 4.4.1.1 Mehrkosten verursacht durch erhöhten Wärmeschutz

Als wärmedämmende Hülle des Passivhauses in der Universumstraße wurde ein Wandaufbau mit 30 cm Dämmstärke ausgeführt. Das verwendete EPS-F hat eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von 0,032 W/mK. Für das Material und die Montage wurde ein Einheitspreis von 64,90 Euro/m<sup>2</sup> für 1.677,3 m<sup>2</sup> angeboten.

Für das im Sockelbereich verwendete XPS (30 cm) wurde eine Aufzahlung von 20,20 Euro/m<sup>2</sup> für rund 60,6 m<sup>2</sup> angeboten.

Bei einem vergleichbaren Niedrigenergiehaus könnte ein Außenwandaufbau mit 16 cm Dämmung ausgeführt werden. Dafür kann ein Einheitspreis<sup>6</sup> von 37,50 Euro/m<sup>2</sup> für den Regelwandaufbau mit EPS und eine Aufzahlung<sup>7</sup> von 10,80 Euro/m<sup>2</sup> für den Sockelbereich mit XPS angesetzt werden.

Die EPS-Fensterlaibungen wurden in der Universumstraße abgeschrägt ausgeführt, um den Lichteinfall durch die Fenster zu verbessern. Für die 1.730,2 lfm Fensterlaibung wurde eine Aufzahlung für die abgeschrägten Laibungen von 4,65 Euro/lfm angeboten. Diese Maßnahme kann bei der relativ geringen Dämmstärke eines Niedrigenergiegebäudes entfallen.

An der Außenwand ergeben sich somit 11,31 Euro/m<sup>2</sup>NFL an Mehrkosten für die Passivhausbauweise.

#### Exkurs:

*Im Bereich der Feuermauer (Trennwand zwischen zwei Gebäuden bei geschlossener Bauweise) entstanden in der Universumstraße keine Mehrkosten. Hier grenzt ein warmer Bereich an einen anderen warmen Bereich. Bei einem Niedrigenergiebau wäre die gleiche Dämmstoffstärke zwischen den beiden angrenzenden Gebäuden eingesetzt worden.*

#### 4.4.1.2 Mehrkosten durch brandschutztechnische Erfordernisse

Durch die durchlaufenden Loggien und den daraus resultierenden Brandschutz konnte in der Universumstraße auf einen Brandschutzriegel im herkömmlichen Sinn verzichtet werden.

---

<sup>6</sup> Ermittelt aus den Angeboten eines vergleichbaren Projekts.

<sup>7</sup> Wert aus dem Verhältnis von Dämmstoffstärke und Preis für die Dämmung des Passivhauses ermittelt

#### 4.4.1.3 Zusammenfassung der baulichen Mehrkosten Außenwand

|   | Anz.    | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|---|---------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|   |         | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung EPS (pro m <sup>2</sup> )    | 1.667,3 | 37,49              | 13,03               | 64,90      | 22,56               | +27,40             | +9,53               |
| AZ Wärmedämmung XPS (pro m <sup>2</sup> ) | 60,6    | 10,80              | 0,14                | 20,20      | 0,25                | +0,34              | +0,12               |
| Abschrägen Fensterlaibungen (pro lfm)     | 1.730,2 | 0,00               | 0,00                | 0,00       | 1,67                | +4,65              | +1,92               |
| <b>Gesamt</b>                             |         |                    |                     |            |                     |                    | <b>+11,31</b>       |

Tabelle 28: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Euro exkl. USt, Stand 2010

#### 4.4.2 Dach

Das Dach wurde in der Universumstraße größtenteils als Flachdach ausgeführt. Lediglich ein kleiner Teil des Daches (ca. 55 m<sup>2</sup>) ist ein flachgeneigtes Satteldach.

##### 4.4.2.1 Dachfläche

Das Flachdach des Passivhauses 'Universumstraße' wurde als Duo-Dach ausgeführt. Über der Abdichtung befinden sich 6 cm XPS Dämmstoff. Unter der Abdichtung wurde eine 40 cm starke EPS Dämmung verbaut. Für die 40 cm EPS wurde ein Preis von 64,55 Euro/m<sup>2</sup> inklusive Verlegung angeboten.

Bei einem anderen Projekt (Niedrigenergiestandard) wurden 28 cm EPS Dämmung für 40,50 Euro/m<sup>2</sup> angeboten.

Bei einer Fläche von ca. 720 m<sup>2</sup> ergeben sich dadurch Mehrkosten von 3,59 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Für das Satteldach wurden Mineralwolle Dämmplatten angeboten. Der Preis für zwei Lagen Dämmung mit je 18 cm lag bei 20,70 Euro/m<sup>2</sup>.

Zur Erfüllung des Niedrigenergiestandards wäre eine Lage Dämmung ausreichend und die Kosten würden sich auf 14,50 Euro/m<sup>2</sup> belaufen.

|  | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|--|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|  |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Flachdach<br>Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> )  | 720,0 | 40,50              | 6,04                | 64,55      | 9,63                | 24,05              | 3,59                |
| Satteldach<br>Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> ) | 55,0  | 14,50              | 0,17                | 20,70      | 0,24                | 6,20               | 0,07                |
| <b>Gesamt</b>                                    |       |                    |                     |            |                     |                    | <b>+3,66</b>        |

Tabelle 29: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Euro exkl. USt, Stand 2010

#### 4.4.2.2 Dachterrassen

Die Mehrkosten, die an den Dachterrassen des Passivhauses 'Universumstraße' entstanden, wurden bereits weiter oben berücksichtigt. Die Fläche der Dachterrassen und die dort entstehenden Mehrkosten sind bereits im Dach inkludiert.

#### 4.4.3 Unterste Geschoßdecke

Die Geschoßdecke zwischen EG und 1. UG stellt bei dem Bauvorhaben 'Universumstraße' einen Teil der thermischen Hülle des Gebäudes dar. Die Dämmung wurde bei diesem Projekt auf die Erdgeschoßdecke gelegt. Um eine möglichst wärmebrückenarme Konstruktion zu erreichen, wurden die aufgehenden Wände im Erdgeschoß auf Stahlbetonhöcker gestellt und die Wärmedämmung unter den Wänden durchgeführt.

Die auf der Decke liegende EPS Dämmschicht weist eine Stärke von 35 cm auf. Für das Dämmmaterial und die Verlegung wurde ein Einheitspreis von 22,00 Euro/m<sup>2</sup> angeboten.

Für den Niedrigenergiestandard könnte eine Dämmstärke von 20 cm zur Ausführung kommen. Für 20 cm EPS Dämmung können Kosten<sup>8</sup> von 17,00 Euro/m<sup>2</sup> für Material und Verlegung angenommen werden.

An der untersten Geschoßdecke entstanden somit Mehrkosten von 0,52 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

<sup>8</sup> Ermittelt aus den Angeboten eines vergleichbaren Projekts.

|                                    | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|------------------------------------|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                    |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Wärmedämmung (pro m <sup>2</sup> ) | 500,0 | 17,00              | 1,76                | 22,00      | 2,28                | +5,00              | +0,52               |
| <b>Gesamt</b>                      |       |                    |                     |            |                     |                    | <b>+0,52</b>        |

Tabelle 30: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten unterste Geschoßdecke, Euro exkl. USt, Stand 2010

#### 4.4.4 Stiegenhaus

Wie bereits erwähnt, befinden sich die beiden Untergeschoße des Passivhauses 'Universumstraße' nicht innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes. Lediglich das Stiegenhaus wurde in die thermische Hülle integriert. Üblicherweise wird die Wärmedämmung auch bei Niedrigenergiebauten im Keller um das Stiegenhaus herumgeführt.

Der beim Passivhaus 'Universumstraße' entstehende Mehraufwand im Vergleich zu einem vergleichbaren Niedrigenergiegebäude beträgt 3,48 Euro/m<sup>2</sup>NFL. Die Mehrkosten setzen sich aus den nachfolgenden Positionen zusammen.

|                                      | Anz.  | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|--------------------------------------|-------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                      |       | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Schleusentüre (pro Türblatt + Zarge) | 2     | 1047,00            | 0,43                | 1078,00    | 0,45                | +31,00             | +0,01               |
| Wände (pro m <sup>2</sup> )          | 345,0 | 66,00              | 4,71                | 101,62     | 7,26                | +35,61             | +2,56               |
| Thermokörbe (pro lfm)                | 25,0  | 0,00               | 0,00                | 175,14     | 0,91                | +175,14            | +0,91               |
| <b>Gesamt</b>                        |       |                    |                     |            |                     |                    | <b>+3,48</b>        |

Tabelle 31: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. USt, Stand 2010

##### 4.4.4.1 Schleusentüre

Aus brandschutztechnischen Gründen müssen als Abtrennung zwischen Tiefgarage und Stiegenhaus EI<sub>2</sub>30-C Brandschutztüren verbaut werden. Um die Luftdichtheit der Gebäudehülle zu erhalten, sind im Passivhaus luftdichte Türen auszuführen. Beim Passivhaus 'Universumstraße' wurden zwei luftdichte EI<sub>2</sub>30-C Brandschutztüren und zwei luftdichte Stahlzargen, um insgesamt 1078 Euro/m<sup>2</sup>NFL, eingesetzt. In der Universumstraße wurden neben der luftdichten Ausführung auch Brandschutztüren ohne besondere Anforderungen an die Luftdichtheit eingesetzt. Diese Kosten pro Stück

(Türe + Zarge) um 31 Euro weniger. Die entstehenden Mehrkosten belaufen sich somit auf 62 Euro. Umgelegt auf die Nutzfläche betragen die Mehrkosten 0,01 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.4.4.2 Bodenplatte Stiegenhaus

Die Bodenplatte des Stiegenhauses ist Teil der thermischen Hülle des Passivhauses 'Universumstraße'. Wie die Geschoßdecke zwischen 1. Untergeschoß und Erdgeschoß wurde auch die Bodenplatte des Stiegenhauses mit einer auf der Stahlbetonplatte liegenden EPS-W Dämmung ausgeführt. Die gedämmte Bodenfläche und die dadurch entstehenden Mehrkosten wurden bereits der untersten Geschoßdecke zugerechnet.

#### 4.4.4.3 Wärmebrücken Fußpunkte Wände

Für die aufgehenden Wände im 2. Untergeschoß des Stiegenhauses wurde dasselbe System gewählt wie für die Fußpunkte der Wände im Erdgeschoß (siehe Kapitel 4.4.5). Es entstehen hier keine Mehrkosten.

#### 4.4.4.4 Wände

Die Wände des Stiegenhauses wurden in den beiden Untergeschoßen mit einer 20 cm starken Tektalan-Dämmschicht versehen. Angeboten wurden insgesamt 345 m<sup>2</sup> Tektalan-Dämmung für 35.057,95 Euro (101,62 Euro/m<sup>2</sup>). Bezogen auf die Nutzfläche ergibt das 7,26 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Bei einem Niedrigenergiegebäude wären 10 cm Tektalan-Dämmung ausreichend. Für die Ermittlung der Kosten wird angenommen, dass die Arbeitszeit für die Montage von 10 cm Tektalan rund 30 Euro/m<sup>2</sup> kostet und gleich teuer ist, wie die Montage von 20 cm Tektalan. Die Materialkosten werden aus dem Verhältnis von Materialstärke und Preis aus den Kosten für die 20 cm starke Tektalan-Dämmung rückgerechnet und betragen ca. 36 Euro/m<sup>2</sup>. Es ergibt sich somit ein Preis von 66 Euro/m<sup>2</sup> für das Material und die Verlegung der 10 cm starken Tektalan-Schicht.

Bei einem Preis von 66,00 Euro/m<sup>2</sup> würde Tektalan-Dämmung insgesamt 22.770 Euro beziehungsweise 4,71 Euro/m<sup>2</sup>NFL kosten.

Für die Wände des Stiegenhauses fielen beim Passivhaus 'Universumstraße' somit 2,56 Euro/m<sup>2</sup>NFL an Mehrkosten an.

#### 4.4.4.5 Thermokörbe

Zur Vermeidung von Wärmebrücken an den Anschlüssen der Geschoßdecken wurden zwischen 1. UG und 2. UG Thermokörbe verwendet. Zwischen EG und 1. UG wurde eine Kragendämmung bestehend aus 20 cm Tektalan verbaut (bereits unter Punkt 'Wände' berücksichtigt). Angeboten wurden insgesamt 25 lfm Thermokörbe um 4.378,6 Euro. Bei einem Niedrigenergiebau wird üblicherweise auf Thermokörbe verzichtet. Die Mehrkosten des Passivhauses belaufen sich somit auf 0,91 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

#### 4.4.4.6 Brandrauchentlüftung Stiegenhausdach

Für die Brandrauchentlüftung werden hier keine Mehrkosten angesetzt, da die thermische Qualität der Brandrauchentlüftung für das Stiegenhaus nicht dem Passivhausstandard entspricht.

#### 4.4.5 Fußpunkt des Gebäudes (Wände über Tiefgarage)

Zur Reduktion der Wärmebrücken wurde in der 'Universumstraße' die auf der Erdgeschoßdecke liegende Dämmung unter den aufgehenden Wänden durchgeführt. Aus statischen Gründen ist es notwendig, die Dämmebene in regelmäßigen Abständen mit Stahlbeton Höckern zu durchstoßen. Bei dem Passivhaus in der 'Universumstraße' wurden Fertigbetonteile verwendet. Bei der Herstellung der Fertigbetonteile entstehen durch die Ausbildung der Höcker keine wesentlichen Mehrkosten. Die zusätzlich benötigte Dämmung zwischen den Stahlbetonhöckern wurde bereits bei der untersten Geschoßdecke berücksichtigt.

#### 4.4.6 Fenster

Die bei dem Passivhaus 'Universumstraße' verwendeten Fenster haben dreifach Wärmeschutz-Isolierglas mit einem U-Wert für die Glasfläche von  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Insgesamt wurden ca.  $913 \text{ m}^2$  Fensterfläche angeboten. Der Preis für alle Fenster lag bei rund 327.560 Euro. Das ergibt  $358,6 \text{ Euro/m}^2$  Fensterfläche bzw.  $67,87 \text{ Euro/m}^2\text{NFL}$ .

In einem Niedrigenergiegebäude werden üblicherweise Fenster mit einem schlechteren U-Wert eingesetzt. Bei einem vergleichbaren Projekt<sup>9</sup> wurden sowohl niedrigenergietaugliche Fenster als auch passivhaustaugliche Fenster verbaut. Die Kosten für die Niedrigenergiefenster lagen bei ca. 80 % der Kosten für Passivhausfenster. Auch für das Projekt 'Universumstraße' werden die Kosten für Niedrigenergiefenster mit 80 % der der passivhaustauglichen Fenster angesetzt. Es ergeben sich somit  $286,90 \text{ Euro/m}^2$  Fensterfläche bzw.  $54,30 \text{ Euro/m}^2\text{NFL}$  für die Fenster eines Niedrigenergiehauses.

Zusätzlich zu den vertikalen Fenstern wurde im Dachbereich ein begehbare Glasdach mit einer Nutzlast von 500 kg zum Preis von 13.395 Euro angeboten. Das Glasdach erfüllt jedoch nicht den Passivhausstandard. Um dennoch den Passivhausstandard für das gesamte Gebäude zu erreichen, wurden anderweitige Maßnahmen getroffen. Hier entstehen somit keine Mehrkosten im Vergleich zu einem Niedrigenergiehaus.

---

<sup>9</sup> Passiv- und Niedrigenergiewohnanlage 'Dreherstraße'



|   | Niedrigenergiehaus |           |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|---|--------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|   | Anz.               | / Bauteil | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Fenster inkl. Montage (pro m <sup>2</sup> ) | 913,4              | 286,90    | 54,30               | 358,60     | 67,87               | +71,70             | +13,57              |
| <b>Gesamt</b>                               |                    |           |                     |            |                     |                    | <b>+13,57</b>       |

Tabelle 32: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Fenster, Euro exkl. USt, Stand 2010

#### 4.4.7 Hauseingangsportal

In der Universumstraße gibt es zwei Hauseingangsportale. Die beiden Eingangsportale erfüllen nicht den Passivhausstandard. Sie könnten ebenso in einem typischen Niedrigenergiebau eingesetzt werden. Aus diesem Grund entstehen hier keine Mehrkosten für die Passivhausbauweise.

#### 4.4.8 Notkamin

Auch bei dem Passivhaus in der Universumstraße konnte auf die Ausführung eines Kamins verzichtet werden. Um die Kosten für einen Kamin zu ermitteln, wird wie zuvor auf die Unterlagen eines vergleichbaren Projekts<sup>10</sup> zurückgegriffen. Die Kosten für einen Kamin ergaben sich bei dem Vergleichsprojekt zu 2,78 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|               | Niedrigenergiehaus |           |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|---------------|--------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|               | Anz.               | / Bauteil | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Notkamin      | -                  | -         | 2,78                | -          | 0,00                | -                  | -2,78               |
| <b>Gesamt</b> |                    |           |                     |            |                     |                    | <b>-2,78</b>        |

Tabelle 33: Büro-/Wohnbau 'Universumstraße' - Baukosten Notkamin, Euro exkl. USt, Stand 2007

#### 4.4.9 Verschattung

Die Notwendigkeit der Verschattung von Fensterflächen ist grundsätzlich nicht davon abhängig, ob ein Gebäude im Passivhaus- oder Niedrigenergiestandard errichtet wurde. Bei außenliegenden Verschattungen könnte es aufgrund der veränderten

<sup>10</sup> Passiv- und Niedrigenergiewohnanlage ‚Dreherstraße‘

Einbausituation (höhere Dämmstärke an der Außenwand) eventuell zu Mehr- oder Minderkosten kommen. Durch die architektonische Ausbildung der auskragenden Bauteile konnte auf eine außenliegende Verschattung bei dem Passivhaus in der Universumstraße jedoch verzichtet werden. Die innenliegenden Verschattungen wären auch bei einem Niedrigenergie Gebäude notwendig. Es werden somit keine Mehrkosten angesetzt.

#### 4.4.10 Luftdichtheit

##### 4.4.10.1 Lift

Beim Bauvorhaben 'Universumstraße' entstehen keine erhöhten Kosten, um die Luftdichtheit im Bereich des Liftes zu gewährleisten.

##### 4.4.10.2 Elektroinstallationen

Laut Auskunft des verantwortlichen Gebäudetechnikers [BRU11] lagen die Mehrkosten für die luftdichte Ausführung der Elektroinstallationen bei ca. 1.000 Euro. Umgelegt auf die Nutzfläche des Gebäudes bedeutet das Mehrkosten in der Höhe von 0,21 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                        | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|------------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                        |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Elektro-Installationen | Σ    | 0,00               | 0,00                | 1.000,0    | 0,21                | 1.000,0            | +0,21               |
| <b>Gesamt</b>          |      |                    |                     |            |                     |                    | <b>+0,21</b>        |

Tabelle 34: Büro-/Wohnbau 'Universumstraße' - Baukosten Elektroinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2010

##### 4.4.10.3 Sanitär

Für die luftdichte Ausführung der Sanitärinstallationen werden keine Mehrkosten des Passivhauses im Vergleich zum Niedrigenergiegebäude angesetzt, da die Durchführungen der Sanitärinstallationen aus Brandschutzgründen jedenfalls vergossen werden müssen.

#### 4.4.11 Lüftungsanlage

Die Lüftungsanlage des Passivhauses in der Universumstraße wurde um insgesamt ca. 362.500 Euro ausgeführt. In dem Preis sind die Kosten für den Wohn- und den Bürobereich inkludiert. Laut Aussage des verantwortlichen Gebäudetechnikers [BRU11]

sind bei dem Projekt ‚Universumstraße‘ die spezifischen Kosten (Euro/m<sup>2</sup>NFL) der Lüftungsanlage für den Büro- und den Wohnbereich etwa gleich hoch. Aus diesem Grund wird für die Berechnung der spezifischen Kosten die gesamte Nutzfläche herangezogen. Für die Lüftungsanlage ergeben sich somit Kosten in der Höhe von 75,1 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Für die Kosten einer herkömmlichen Abluftanlage im Wohnbereich eines Niedrigenergiegebäudes können 15 Euro/m<sup>2</sup>NFL angesetzt werden. Dies entspricht etwa den Kosten, die für ein ähnliches Projekt<sup>11</sup> in Niedrigenergiebauweise erzielt wurden. Für den Bürobereich würde eine reine Abluftanlage nicht ausreichen. Da dieser Bericht jedoch auf einen Vergleich von Wohnbauten abzielt, können die Kosten für die reine Abluftanlage auch für die Büroflächen angesetzt werden. Die Bürofläche wird hier somit behandelt, als wäre sie eine Wohnfläche.

Für den Bereich der Lüftungsanlage ergeben sich somit insgesamt Mehrkosten von 60,11 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

|                            | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|----------------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                            |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Lüftungsanlage Wohnbereich | Σ    | 72.390,0           | 15,00               | 362.500,0  | 75,11               | 290.110,0          | 60,11               |
| <b>Gesamt</b>              |      |                    |                     |            |                     |                    | <b>+60,11</b>       |

Tabelle 35: Büro-/Wohnbau ‚Universumstraße‘ – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2010

#### 4.4.12 Heizung

Üblicherweise werden Passivhäuser über die Zuluft beheizt. Dadurch ergibt sich beim Passivhaus eine Kostenersparnis im Vergleich zum Niedrigenergiehaus. Das Passivhaus in der Universumstraße wird jedoch über eine Fußbodenheizung beheizt. Theoretisch könnten die Schläuche der Fußbodenheizung im Passivhaus aufgrund der geringen Heizlast in größeren Abständen verlegt werden. Da das Gebäude jedoch über dasselbe System auch gekühlt wird, mussten die Schläuche auch in dem Passivhaus in engerem Abstand verlegt werden. Bei einem Niedrigenergiehaus würde diese Ausführung auch für eine ausreichende Wärmeabgabe zur Beheizung im Winter sorgen. Lediglich die verwendete Wärmepumpe wäre für ein Niedrigenergiehaus etwas teurer. Laut dem verantwortlichen Gebäudetechniker [BRU11] sind die Mehrkosten des Niedrigenergiehauses diesbezüglich aber vernachlässigbar gering.

<sup>11</sup> Passiv- und Niedrigenergiewohnanlage ‚Dreherstraße‘

|                      | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|----------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                      |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Heiz- und Kühlanlage |      |                    |                     |            |                     | 0,00               | 0,00                |
| <b>Gesamt</b>        |      |                    |                     |            |                     |                    | <b>0,00</b>         |

Tabelle 36: Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Heizung, Euro exkl. USt, Stand 2010

Das gewählte System (Flächenheizung und –kühlung) bietet höheren Komfort als die alleinige Beheizung über die Lüftungsanlage. Wäre auf diesen Komfort verzichtet worden, hätten die Kosten des Passivhauses wesentlich gesenkt werden können.

Da dieses Forschungsprojekt auf einen Vergleich der Mehrosten des Passivhausstandards im Vergleich zum Niedrigenergiestandard abzielt und die Heizanlage in der Universumstraße nicht zur klassischen Ausstattung eines Passivhauses zählt, werden nun die Kosten für die Heizung eines klassischen Passivhauses ermittelt.

Bei einem vergleichbaren Niedrigenergiehaus<sup>12</sup> beliefen sich die Kosten für die Heizanlage auf 41,86 Euro/m<sup>2</sup>NFL. Abzüglich der Kosten für die im Passivhaus benötigten Steigleitungen von 3,86 Euro/m<sup>2</sup>NFL und den Kosten für die Heizregister von ca. 2,50 Euro/m<sup>2</sup>NFL ergeben sich für ein klassisches Passivhaus Minderkosten von 35,50 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

D.h.: Für die Erhöhung des Komforts wurden in der Universumstraße für den Bereich ‚Heizung‘ zusätzliche Kosten von 35,50 Euro/m<sup>2</sup>NFL in Kauf genommen.

|                      | Anz. | Niedrigenergiehaus |                     | Passivhaus |                     | Mehr-/Minderkosten |                     |
|----------------------|------|--------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                      |      | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil  | /m <sup>2</sup> NFL | / Bauteil          | /m <sup>2</sup> NFL |
| Heiz- und Kühlanlage | Σ    | -                  | 41,86               | -          | 6,36                | 0,00               | -35,50              |
| <b>Gesamt</b>        |      |                    |                     |            |                     |                    | <b>-35,50</b>       |

Tabelle 37: Wohnhaus 'Universumstraße' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2008

<sup>12</sup> Passiv- und Niedrigenergiewohnanlage ‚Dreherstraße‘

#### 4.4.13 Tabellarische und grafische Zusammenfassung

| <b>Bauteil</b>               | <b>Mehrkosten<br/>/m<sup>2</sup> NFL</b> | <b>Einheit</b>      | <b>Mehrkosten in %<br/>der<br/>Bauwerkskosten</b> |
|------------------------------|--|---------------------|---|
| 4.4.1 Außenwand              | + 11,31                                  | Euro/m <sup>2</sup> | +0,8 %  |
| 4.4.2 Dach                   |  |                     |   |
| 4.4.2.1 Dachfläche           | + 3,66                                   | Euro/m <sup>2</sup> | +0,2 %  |
| 4.4.3 Unterste Geschossdecke | + 0,52                                   | Euro/m <sup>2</sup> | +0,0 %  |
| 4.4.4 KG Zugang Stiegenhaus  | + 3,48                                   | Euro/m <sup>2</sup> | +0,2 %  |
| 4.4.5 Wände über Tiefgarage  | 0,00                                     | Euro/m <sup>2</sup> | 0,0 %   |
| 4.4.6 Fenster                | +13,57                                   | Euro/m <sup>2</sup> | 0,9 %   |
| 4.4.7 Hauseingangsportal     | 0,00                                     | Euro/m <sup>2</sup> | 0,0 %   |
| 4.4.8 Notkamin               | - 2,78                                   | Euro/m <sup>2</sup> | 0,2 %   |
| 4.4.9 Verschattung           | 0,00                                     | Euro/m <sup>2</sup> | 0,0 %   |
| 4.4.10 Luftdichtheit         |  |                     |   |
| Lift                         | 0,00                                     | Euro/m <sup>2</sup> | 0,0 %   |
| Elektroinstallationen        | + 0,21                                   | Euro/m <sup>2</sup> | +0,0 %  |
| Sanitärinstallationen        | 0,00                                     | Euro/m <sup>2</sup> | 0,0 %   |
|                              |  |                     |   |
| 4.4.11 Lüftungsanlage        |  |                     |   |
| Mehrkosten                   | +75,11                                   | Euro/m <sup>2</sup> | +5,0 %  |
| Minderkosten                 | - 15,00                                  | Euro/m <sup>2</sup> | -1,0 %  |
|                              |  |                     |   |
| 4.4.12 Heizung               |  |                     |   |
| Mehrkosten                   | 0,00                                     | Euro/m <sup>2</sup> | 0,0 %   |
| Minderkosten                 | -35,50                                   | Euro/m <sup>2</sup> | -2,4 %  |
|                              |  |                     |   |

|   |               |                           |               |
|---|---------------|---------------------------|---------------|
| Zwischensumme Minderkosten                                    | - 53,28       | Euro/m <sup>2</sup>       | -3,6 %        |
| Zwischensumme Mehrkosten                                      | + 107,86      | Euro/m <sup>2</sup>       | 7,2 %         |
| <b>SUMME Mehrkosten</b>                                       | <b>+54,58</b> | <b>Euro/m<sup>2</sup></b> | <b>3,7 %</b>  |
| 4.4.12 Zusatzkosten<br>Komforterhöhung -Bereich<br>Heizanlage | +35,50        | Euro/m <sup>2</sup>       | +2,4 %        |
| Summe Mehrkosten inkl. Heizanlage                             | +90,08        | Euro/m <sup>2</sup>       | <b>+6,0 %</b> |

Tabelle 38: Wohnhaus 'Universumstraße' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2010

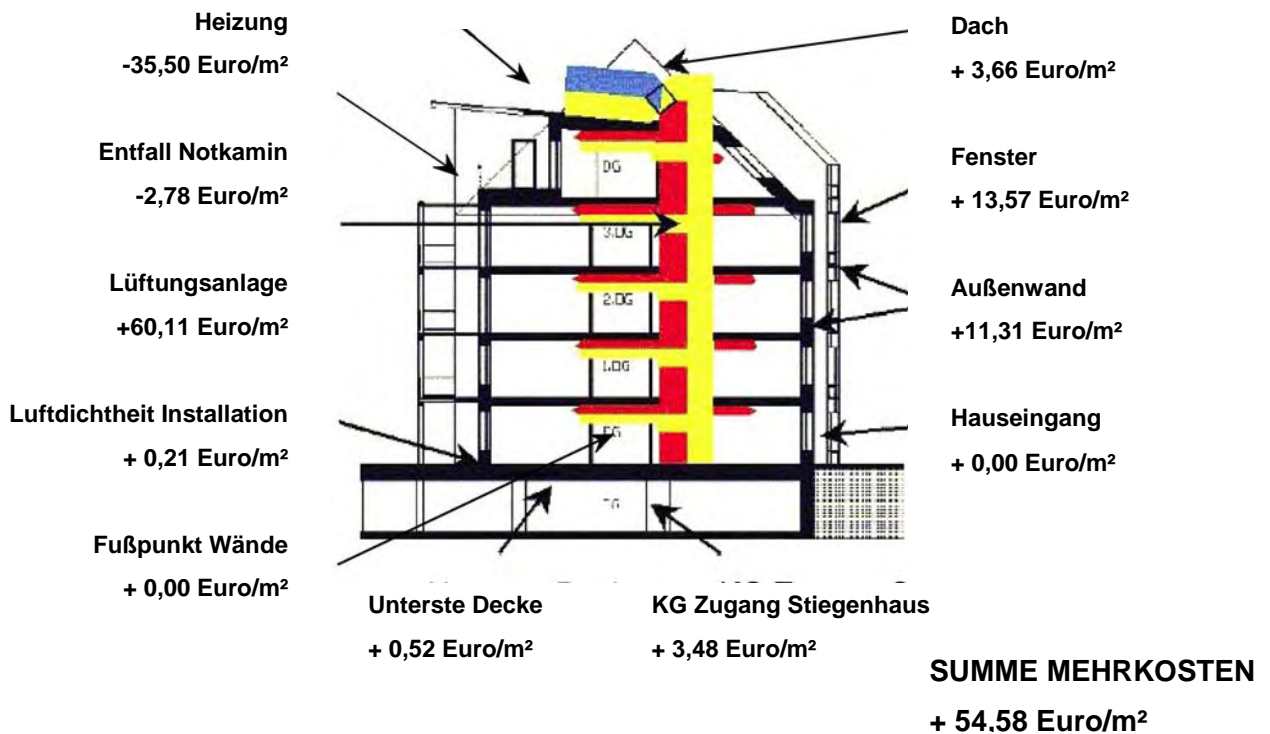


Abbildung 13: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Universumstraße', Euro exkl. USt, Stand 2010

Die Mehrkosten für die Passivhausbauweise bei dem Projekt 'Universumstraße' liegen mit 54,58 Euro/m<sup>2</sup>NFL höher, als z.B. in der Utendorfgasse (41,31 Euro/m<sup>2</sup>NFL).

Da die spezifischen Bauwerkskosten jedoch mit 1.492 Euro/m<sup>2</sup>NFL etwas höher ausfallen, als bei den anderen drei Projekten, ergeben sich für das Passivhaus in der Universumstraße die geringsten Mehrkosten in Prozent der Bauwerkskosten. Die zusätzlich erforderlichen Kosten lagen hier bei ca. 3,7 % der Bauwerkskosten.

## 5 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In diesem Bericht wurden die Mehrkosten der Passivhaustechnologie anhand von vier Wiener Passivhäusern ermittelt.

Abbildung 14 zeigt, an welchen Bauteilen die Mehrkosten für die Passivhausbauweise anfallen und wie stark diese an den einzelnen Bauteilen variieren.

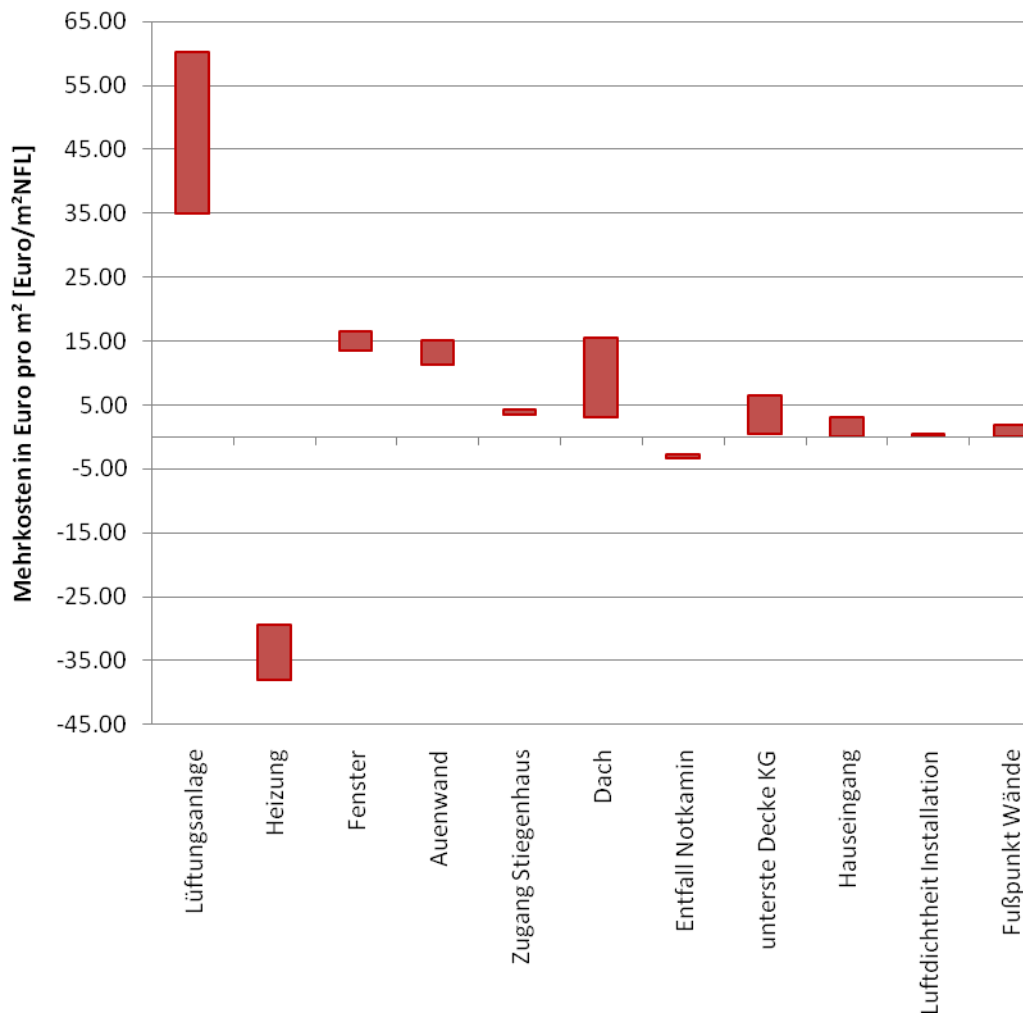


Abbildung 14: Graphische Darstellung der Bandbreite der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung der untersuchten Passivhäuser, Euro exkl. USt, Stand 2006 - 2010

In der Abbildung ist zu erkennen, dass der mit Abstand größte Mehrkostenfaktor bei der Errichtung von Passivhäusern die Installation der Lüftungsanlage ist. Die Kosten für die Lüftungsanlage liegen bei den untersuchten Gebäuden zwischen ca. 35 Euro/m<sup>2</sup>NFL und ca. 60 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Während die Lüftungsanlage zu Mehrkosten des Passivhauses führt, lassen sich durch den Entfall der Heizverteilungen Kosten einsparen. Die Minderkosten im Bereich der Heizung liegen zwischen ca. 30 Euro/m<sup>2</sup>NFL und 38 Euro/m<sup>2</sup>NFL.

Um die Vergleichbarkeit zwischen den baulichen Mehrkosten der einzelnen Projekte zu gewährleisten, wurden Gebäude mit konventionellen Heizverteilungen auf reine Zuluft-beheizbarkeit zurückgerechnet.

Bei den Bauteilen 'Dach', 'Außenwand' und 'unterste Geschoßdecke' konnten in der Universumstraße, dem jüngsten der vier Gebäude, Kosten eingespart werden. Die Weiterentwicklung der verwendeten Technologien und vor allem das Know-how einer Vielzahl von Passivhausprojekten haben sich hier kostensenkend ausgewirkt.

In Abbildung 15 sind die ermittelten Mehr- bzw. Minderkosten des Passivhausstandards für die einzelnen Bauteile ausgewiesen. In Summe wurden für die untersuchten Passivhäuser Mehrkosten zwischen 41,31 Euro/m<sup>2</sup>NFL und 57,35 Euro/m<sup>2</sup>NFL errechnet.

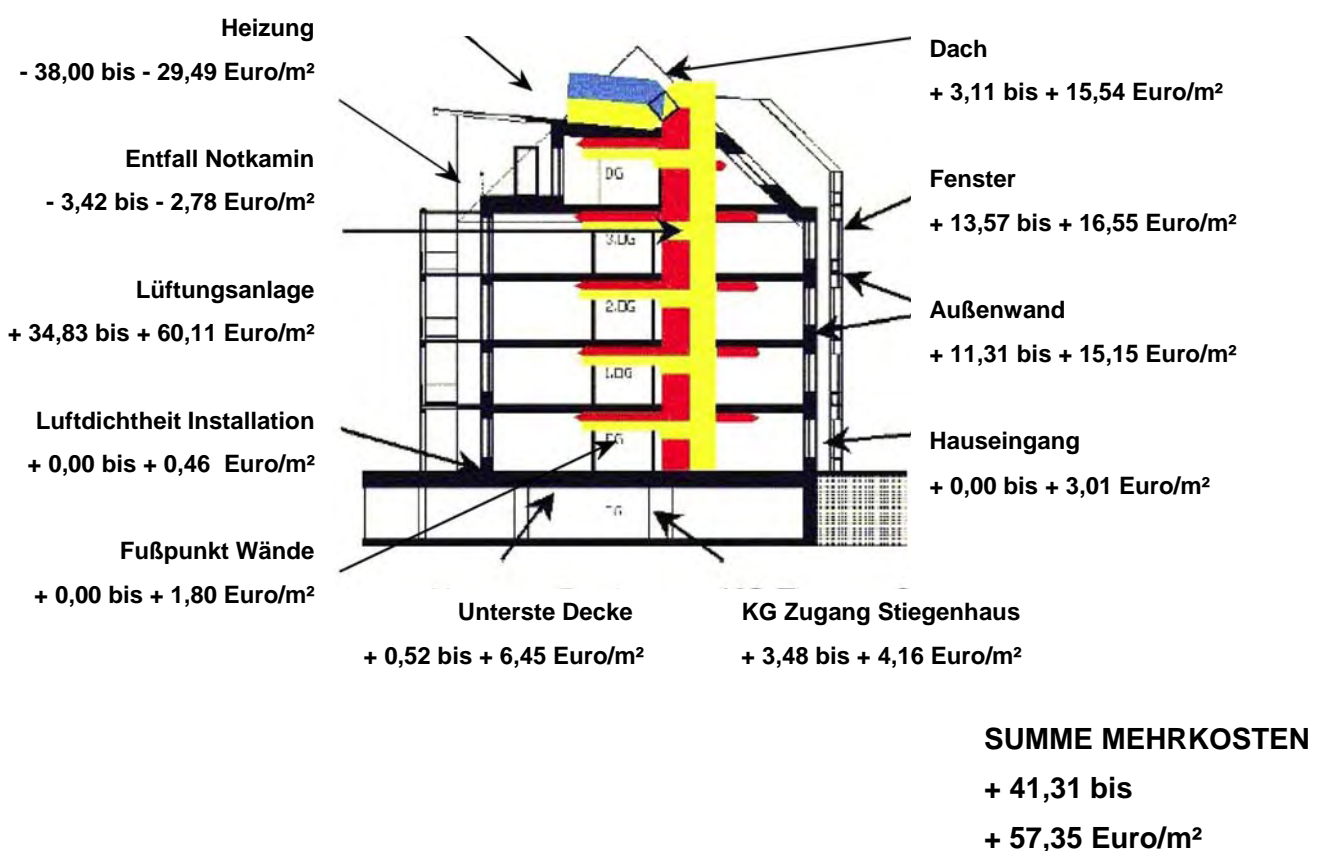


Abbildung 15: Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung der untersuchten Passivhäuser, Euro exkl. USt, Stand 2006 - 2010

Im Folgenden werden nun die Projekte der CEPHEUS-Initiative und die vier in diesem Bericht untersuchten Projekte verglichen. Daraus soll die Entwicklung der baulichen Mehrkosten während der letzten Jahre ersichtlich werden.

Tabelle 39 stellt den Vergleich zwischen den Demonstrations-Passivwohnbauten der CEPHEUS-Initiative und den vier in diesem Bericht beschriebenen Projekten dar. In der Auswertung der CEPHEUS-Studie wurden die Mehrkosten auf den Quadratmeter TFA –



Treated Floor Area (eine Flächeneinheit die weitestgehend mit der Energiebezugsfläche des Passivhausprojektierungspaketes übereinstimmt) bezogen. Um nun die spezifischen Mehrkosten der in diesem Bericht untersuchten Bauvorhaben auch mit jenen der CEPHEUS-Projekte real vergleichen zu können, wurden die Mehrkosten der vier neuen Projekte für diese Darstellung ebenfalls auf den Quadratmeter Energiebezugsfläche umgerechnet.

|  |                          |                          |                          |                            |                         |                       |                        |                      |                       |                     |                       |                         |                         |                                |                          |                              |                                 |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <b>Bauliche Mehrkosten</b>   | Germany, Hannover (1998) | Austria, Hörbranz (1999) | Austria, Dornbirn (1999) | Switzerland, Luzern (1999) | Austria, Wolfurt (1999) | Austria, Steyr (2000) | Germany, Kassel (2000) | Austria, Horn (2000) | Austria, Kuchl (2000) | Austria, Egg (2000) | Austria, Gnigl (2000) | Austria, Hallein (2000) | Sweden, Göteborg (2001) | Austria, Utendorfsgasse (2006) | Austria, Mühllweg (2006) | Austria, Dreherstraße (2007) | Austria, Universumstraße (2010) |
| <b>Fertigstellung</b>  | 1998                     | 1999                     | 1999                     | 1999                       | 1999                    | 2000                  | 2000                   | 1905                 | 2000                  | 2000                | 2000                  | 2000                    | 2001                    | 2006                           | 2006                     | 2007                         | 2010                            |
| <b>Bauart<sup>13</sup></b>   | Mi                       | mass                     | Holz                     | Holz                       | Mi                      | mass                  | mass                   | Mi                   | Mi                    | mass                | Holz                  | Mi                      | Holz                    | mass                           | Mi                       | mass                         | mass                            |
| <b>Anzahl Wohnungen</b>  | 32                       | 3                        | 1                        | 5                          | 10                      | 3                     | 40                     | 1                    | 25                    | 4                   | 6                     | 31                      | 20                      | 39                             | 70                       | 27                           | 46                              |
| <b>Bezugsfläche (TFA<sup>14</sup>, EBF) [m<sup>2</sup>]</b>                | 3 576                    | 381                      | 125                      | 613                        | 1 296                   | 467                   | 3 055                  | 173                  | 1 798                 | 310                 | 328                   | 2 318                   | 2 635                   | 2 982                          | 6 256                    | 2 337                        | 4 674                           |
| <b>Bauwerkskosten gesamt [k<sup>15</sup> Euro]</b>                         | 3 333                    | 527                      | 242                      | 1 277                      | 1 310                   | 476                   | 3 041                  | 225                  | 2 600                 | 376                 | 645                   | 3 067                   | 2 400                   | 3 126                          | 6 967                    | 2 650                        | 7 200                           |
| <b>spezifische Bauwerkskosten gesamt [Euro/m<sup>2</sup> TFA bzw. EBF]</b> | 932                      | 1 381                    | 1 939                    | 2 084                      | 1 011                   | 1 019                 | 996                    | 1 304                | 1 446                 | 1 215               | 1 965                 | 1 323                   | 911                     | 1 048                          | 1 114                    | 1 134                        | 1 540                           |
| <b>Bauliche Mehrkosten für Passivhausstandard [k Euro]</b>                 | 397                      | 66                       | 42                       | 122                        | 102                     | 72                    | 255                    | 28                   | n.n.                  | 40                  | (-20) Ansatz: 0       | 229                     | 40                      | 123                            | 388                      | 132                          | 262                             |
| <b>Bauliche Mehrkosten [%]</b>   | 12                       | 13                       | 17                       | 10                         | 8                       | 15                    | 8                      | 13                   | n.n.                  | 11                  | 0                     | 7                       | 2                       | 4                              | 6                        | 5                            | 4                               |
| <b>spezifische bauliche Mehrkosten [Euro/m<sup>2</sup> TFA bzw. EBF]</b>   | 111                      | 174                      | 337                      | 199                        | 79                      | 153                   | 84                     | 164                  | n.n.                  | 130                 | 0                     | 99                      | 15                      | 41                             | 62                       | 56                           | 56                              |

Tabelle 39: Bauliche Mehrkosten für den Passivhausstandard der CEPHEUS- und der vier untersuchten Projekte, exkl. USt, Stand 1998 – 2010 [SCHN01, S. 156], [BAI07], [SCH11]

<sup>13</sup> TFA (Treated Floor Area) entspricht etwa der EBF (Energiebezugsfläche) aus dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP). Eine detaillierte Beschreibung der Bezugsflächen ist dem Kapitel „Grundlagen“ zu entnehmen.

<sup>14</sup> k...kilo (1000)

In Abbildung 16 sind die wichtigsten Ergebnisse der Tabelle 1 grafischer Form zusammengefasst.

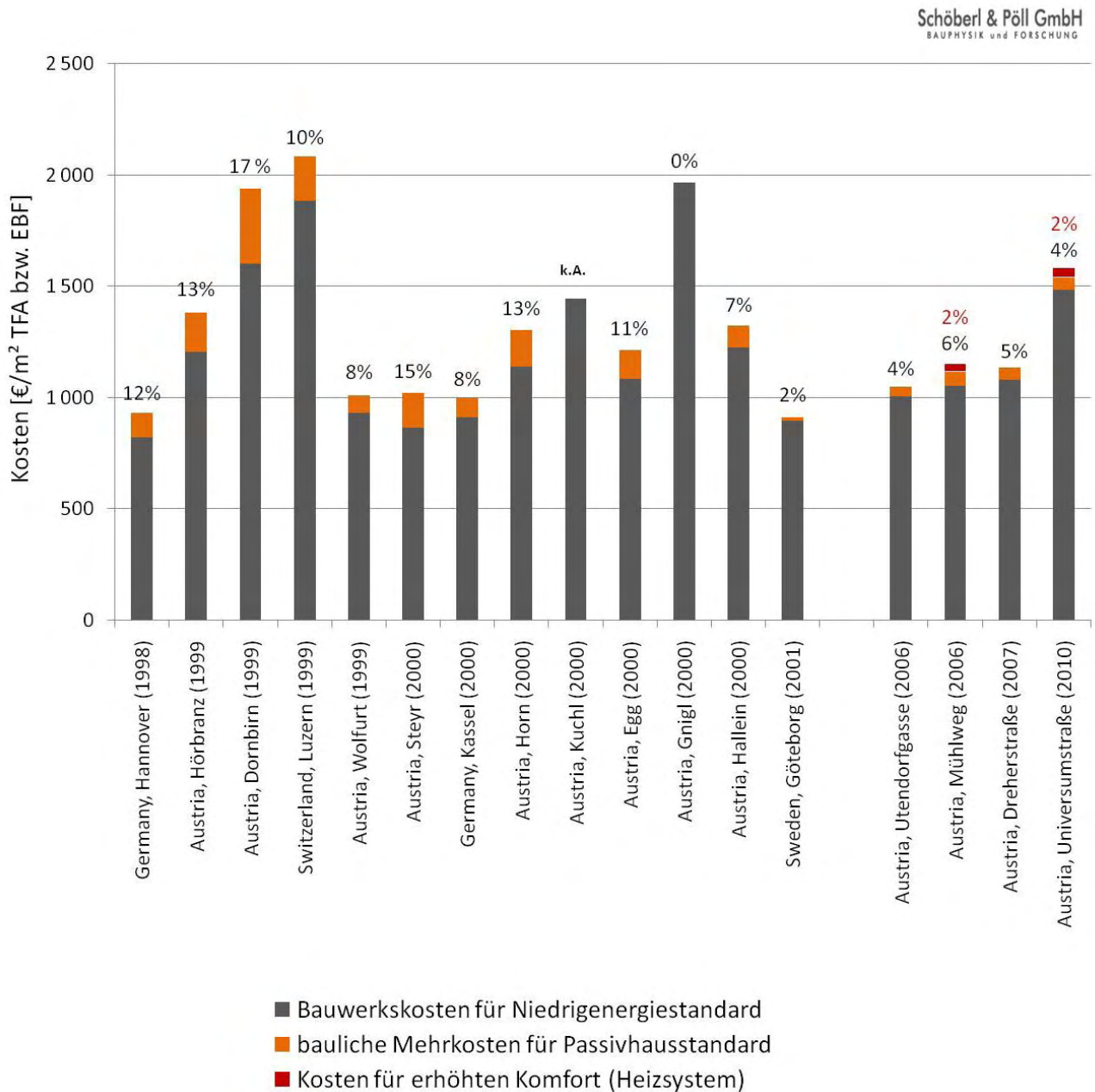


Abbildung 16: Grafische Darstellung der Entwicklung der Bauwerkskosten von mehrgeschossigen Passivhäusern mit Darstellung der baulichen Mehrkosten für Passivhausstandard, exkl. USt, Stand 1998 – 2010

Sowohl die Tabelle als auch die Abbildung zeigen, dass die Mehrkosten für das Erreichen des Passivhausstandards der angeführten Passivhäuser zwischen 0 % und 17 % der Bauwerkskosten liegen.

<sup>15</sup> Mi...Mischbauweise; mass...Massivbauweise; Holz...Holz/-Leichtbauweise

Unter Berücksichtigung der klassischen Passivhausausstattung und der damit in Verbindung stehenden Kostenersparnis im Bereich der Heizung liegen die Mehrkosten bei den vier Passivhäusern, die in diesem Bericht untersucht wurden, in einem Bereich zwischen 4 % und 6 %.

Um den Komfort zu erhöhen bzw. die Regelbarkeit der Heizsystems zu verbessern wurden bei den Projekten 'Mühlweg' und 'Universumstraße' jeweils zwei Prozent der Bauwerkskosten zusätzlich investiert.

Der Vergleich der einzelnen Projekte zeigt, dass die baulichen Mehrkosten für den Passivhaus-Standard zwar einigen Schwankungen unterlagen, aber im Lauf der Zeit dennoch stetig sanken.

Grund für die sinkenden Mehrkosten der Passivhaustechnologie ist das ständig wachsende Know-how in diesem Bereich. Bei der entsprechenden Kompetenz der beteiligten FachplanerInnen lassen sich Mehrkosten von unter 6 % der Bauwerkskosten realisieren.

## 6 Quellenverzeichnis

- [BKI04] BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern „BKI Baukosten 2004: Teil 2: Statische Kostenkennwerte für Bauelemente“
- [BAI07] G. Kogler: „Mehrgeschossiger geförderter Wohnbau für 70 Wohneinheiten Holzmassivbauweise, Passivstandard, A-1210 Wien, Mühlweg“, von BAI – Bauträger Austria Immobilien GmbH übermittelte Zusammenstellung der Projektkenndaten, Juni 2007
- [BAI07a] Auskunft DI Herbert Barkow, BAI – Bauträger Austria Immobilien GmbH, Leopold-Moses-Gasse 4, 1020 Wien, Wien 2007
- [BRU11] Ing. Werner Brunner, BPS Engineering, Auskunft zur Haustechnik, Mai 2011
- [FEI07] W. Feist, R. Pfluger, B. Kaufmann, J. Schnieders, O. Kah: „Passivhaus Projektierungs Paket 2007“, Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Darmstadt 2007
- [HEI06] Heimat Österreich gemeinnützige Wohnungs- und SiedlungsgesmbH, Schöberl & Pöll: „Wohnhausanlage Utendorfgasse – Österreichs 1. zertifizierte Passivwohnanlage“, Folder zum Projekt, Wien 2006
- [HEI11] Heindl Holding GmbH, <http://www.heindl-holding.at/energiespar-komforthaus/daten-fakten.html>, Juni 2011
- [ÖN1801] ÖNORM B 1801-1:1995-05-01: „Kosten im Hoch- und Tiefbau Kostengliederung“
- [SCH04] H. Schöberl, T. Bednar, et al: „Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau“, Endbericht 5/2004, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien 2004
- [SCH11] H. Schöberl, „Kostengünstige mehrgeschossige Passivwohnhäuser“, IRB Fraunhofer Verlag, Wien 2011 (in Vorbereitung)
- [SCHN01] J. Schnieders, W. Feist, R. Pfluger, O. Kah, et al: „CEPHEUS – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung“, Endbericht, CEPHEUS-Projektinformation Nr. 22, Fachinformation PHI-2001/9, 2001
- [TIE11] R. Tietel, Heindl Holding GmbH: Auskunft zur Nutzflächenaufstellung, Juni 2011
- [UNT07] Dietrich Untertrifaller Architekten ZT GmbH, <http://www.dietrich.untertrifaller.com/project.php?id=174&type=WOHN&lang=de>, September 2007

## 7 Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Entwicklung der Bauwerkskosten von mehrgeschossigen Passivhäusern mit prozentueller Angabe der baulichen Mehrkosten für den Passivhausstandard, exkl. USt..7  |    |
| Abbildung 2: Development of additional overall costs of passive houses with percentual statement of the additional building costs for passive house standard, excl. VAT.....9                                    | 9  |
| Abbildung 2: Außenansicht des Bauprojekts 'Utendorfgasse' [Bruno Klomfar]..... 11  | 11 |
| Abbildung 3: Außenansicht des Bauprojekts 'Mühlweg' [Bruno Klomfar]..... 12  | 12 |
| Abbildung 4: Außenansicht des Bauprojekts 'Dreherstraße' [BUWOG] ..... 12  | 12 |
| Abbildung 5: Außenansicht des Passivhauses 'Universumstraße' ..... 13  | 13 |
| Abbildung 6: Zusammenfassung von Kostenbereichen für Hoch und Tiefbau [ÖN1801]17   |    |
| Abbildung 7: Schnitt durch die Dachhaut 'Utendorfgasse' [Architekt Kuzmich] ..... 23   | 23 |
| Abbildung 8: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – Fensteranschluss [Schöberl & Pöll GmbH, Internorm International GmbH] ..... 31   | 31 |
| Abbildung 9: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Utendorfgasse', Euro exkl. USt, Stand 2006..... 38   | 38 |
| Abbildung 10: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Mühlweg', Euro exkl. USt, Stand 2006 ..... 52   | 52 |
| Abbildung 11: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Dreherstraße', Euro exkl. USt, Stand 2008 [SCH11] ..... 53  | 53 |
| Abbildung 12: Graphische Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung des Passivhauses 'Universumstraße', Euro exkl. USt, Stand 2010 ..... 65   | 65 |
| Abbildung 13: Graphische Darstellung der Bandbreite der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung der untersuchten Passivhäuser, Euro exkl. USt, Stand 2006 - 2010 ..... 66  | 66 |
| Abbildung 14: Darstellung der baulichen Mehrkosten bei der Errichtung der untersuchten Passivhäuser, Euro exkl. USt, Stand 2006 - 2010..... 67   | 67 |
| Abbildung 15: Grafische Darstellung der Entwicklung der Bauwerkskosten von mehrgeschossigen Passivhäusern mit Darstellung der baulichen Mehrkosten für Passivhausstandard, exkl. USt, Stand 1998 – 2010 ..... 69 | 69 |

## 8 Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Tabellarische Zusammenstellung der vier gewählten Passivhäuser. Alle Kosten exkl. USt, Stand 2006 - 2010, [BAI07], [BAI07a], [HEI06], [SCH11], [TIE11] ..... | 15 |
| Tabelle 2: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 23 |
| Tabelle 3: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 24 |
| Tabelle 4: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten unterste Geschossdecke Euro exkl. USt, Stand 2006.....  | 25 |
| Tabelle 5: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 26 |
| Tabelle 6: Wohnhaus 'Utendorfgasse' - bauliche Mehrkosten Wärmebrückenreduktion, Euro exkl. USt, Stand 2006.....  | 29 |
| Tabelle 7: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Fenster, ca. 390 Quadratmeter Fenster, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....                                       | 31 |
| Tabelle 8: Wohnbau 'Utendorfgasse' – Kosten Schallschutz bei Passivhaus, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 32 |
| Tabelle 9: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Eingangsportal, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....  | 32 |
| Tabelle 10: Wohnbau 'Utendorfgasse' - Baukosten Notkamin, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....  | 33 |
| Tabelle 11: Wohnbau 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Elektroinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 34 |
| Tabelle 12: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 34 |
| Tabelle 13: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – bauliche Mehrkosten Heizung, Euro exkl. USt, Stand 2006.....   | 36 |
| Tabelle 14: Wohnhaus 'Utendorfgasse' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 37 |
| Tabelle 15: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Stand 2006, Euro exkl. USt.....   | 40 |
| Tabelle 16: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....  | 41 |
| Tabelle 17: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten unterste Geschossdecke. Euro exkl. USt, Stand 2006 .....   | 42 |
| Tabelle 18: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. USt, Stand 2006.....   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 19: Wohnhaus 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Fenster, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....                              | 44 |
| Tabelle 20: Wohnhausanlage 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Eingangsportal, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....                 | 45 |
| Tabelle 21: Wohnbau 'Mühlweg' – Baukosten Notkamin, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....  | 46 |
| Tabelle 22: Wohnsiedlung 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Elektroinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....            | 47 |
| Tabelle 23: Wohnsiedlung 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Sanitärinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....            | 47 |
| Tabelle 24: Wohnhausanlage 'Mühlweg' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....                 | 48 |
| Tabelle 25: Wohnbau 'Mühlweg' – Minderpreis Heizungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....                                | 49 |
| Tabelle 26: Wohnbau 'Mühlweg' – Aufpreis Heizungsanlage mit raumweiser Temperaturregelung, Euro exkl. USt, Stand 2006 ..... | 50 |
| Tabelle 27: Wohnhaus 'Mühlweg' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2006 .....                         | 51 |
| Tabelle 29: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten der Außenwand, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....          | 55 |
| Tabelle 30: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten des Dachaufbaus, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....        | 56 |
| Tabelle 31: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten unterste Geschoßdecke, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....  | 57 |
| Tabelle 32: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Stiegenhaus, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....            | 57 |
| Tabelle 33: Büro-/Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Fenster, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....                | 60 |
| Tabelle 34: Büro-/Wohnbau 'Universumstraße' – Baukosten Notkamin, Euro exkl. USt, Stand 2007 .....                          | 60 |
| Tabelle 35: Büro-/Wohnbau 'Universumstraße' – Baukosten Elektroinstallationen, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....             | 61 |
| Tabelle 36: Büro-/Wohnbau 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Lüftungsanlage, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....          | 62 |
| Tabelle 37: Wohnhaus 'Universumstraße' – bauliche Mehrkosten Heizung, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....                      | 63 |
| Tabelle 38: Wohnhaus 'Universumstraße' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2008 .....                 | 63 |

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 39: Wohnhaus 'Universumstraße' – Tabelle der baulichen Mehrkosten, Euro exkl. USt, Stand 2010 .....   | 65 |
| Tabelle 40: Bauliche Mehrkosten für den Passivhausstandard der CEPHEUS- und der vier untersuchten Projekte, exkl. USt, Stand 1998 – 2010 [SCHN01, S. 156], [BAI07], [SCH11] ..... | 68 |