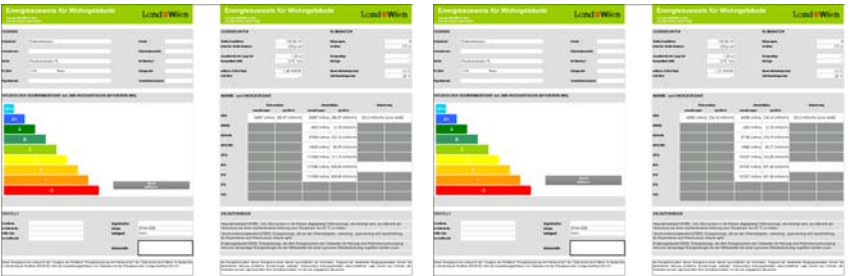
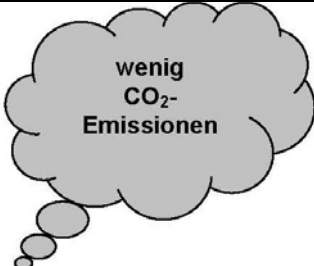
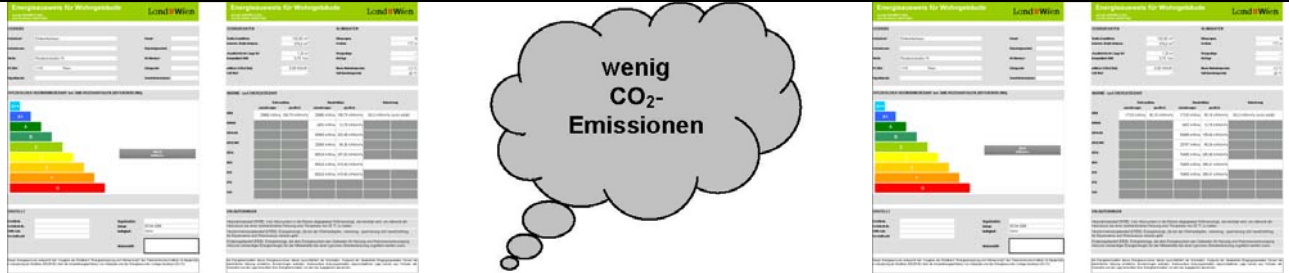


große  
CO<sub>2</sub>-  
Emissionen

wenig  
CO<sub>2</sub>-  
Emissionen




keine  
CO<sub>2</sub>-  
Emissionen




# Forschungsprojekt „Evaluierung des THEWOSAN-Förderungsmodells“

Magistrat der Stadt Wien  
Magistratsabteilung 39  
Prüf-, Überwachungs- und  
Zertifizierungsstelle der Stadt Wien  
VFA – Labors für Bautechnik  
Standort: Rinnböckstraße 15  
A-1110 WIEN  
Tel.: (+43 1) 79514-8039  
Fax: (+43 1) 79514-99-8039  
E-Mail: [post@ma39.wien.gv.at](mailto:post@ma39.wien.gv.at)  
Homepage: [www.wien.at/vfa](http://www.wien.at/vfa)



**MA 39**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SANIERUNG OPAKER BAUTEILE</b>	<b>11</b>
2.1	Allgemeines	11
2.2	Spannungsfeld Instandsetzung - Sanierung	13
2.3	Oberste Geschoßdecke	13
2.4	Außenwände	15
2.5	Kellerdecke (unterste Geschoßdecke)	16
<b>3</b>	<b>SANIERUNG TRANSPARENTER BAUTEILE</b>	<b>17</b>
3.1	Allgemeines	17
3.2	Zweifachverglasung	18
3.3	Einfache Dreifachverglasung	19
3.4	Ambitionierte Dreifachverglasung - Vakuumverglasung	21
3.5	Ambitionierte Dreifachverglasung ohne Außenwanddämmung	22
<b>4</b>	<b>HAUSTECHNIK</b>	<b>24</b>
4.1	Verbesserung des Endenergiebedarfs	24
<b>5</b>	<b>NUMERISCHE NACHWEISFÜHRUNG</b>	<b>25</b>
5.1	Allgemeines	25
5.2	Einfamilienhaus	26
5.3	Mehrfamilienhaus 1190 Wien, Kaasgrabengasse 3a	27
5.4	Mehrfamilienhaus 1190 Wien, Sollingergasse 11	28
5.5	„Matzleinsdorfer Hochhaus“, 1050 Wien, Leopold-Rister-Gasse 5	29
<b>6</b>	<b>BEHAGLICHKEIT</b>	<b>30</b>
6.1	Außenwände	30

<b>6.2</b>	<b>Oberste Geschoßdecke</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>FINANZIELLE AUSWIRKUNGEN</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>VORSCHLÄGE THEWOSAN NEU</b>	<b>38</b>
<b>8.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>38</b>
<b>8.2</b>	<b>Niedrigenergiestandard (17er-Linie)</b>	<b>38</b>
<b>8.3</b>	<b>Niedrigstenergiestandard (13er-Linie)</b>	<b>39</b>
<b>8.4</b>	<b>Passivhausstandard</b>	<b>39</b>
<b>8.5</b>	<b>Das „Zwillings-Förderungs-Modell“</b>	<b>39</b>
<b>8.6</b>	<b>Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung</b>	<b>40</b>
<b>8.7</b>	<b>Kontrollierte Abluftanlagen</b>	<b>40</b>
<b>8.8</b>	<b>Verbesserung des Heiztechnikenergiebedarfs „EnWoSan“</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNG</b>	<b>41</b>
<b>10</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>42</b>

## 1 Einleitung

Die thermische Fassadensanierung hat sich, nicht zuletzt auch aus dem Bedürfnis einer Instandsetzung der Fassaden von Gebäuden (inklusive Fenster) heraus, zu einem Erfolgsmodell entwickelt. Speziell die Kombination des einfach aufzubringenden Wärmedämm-Verbundsystems in Verbindung mit einem Tausch von Fenstern und Fenstertüren bringt unter Bezugnahme der Kosten der ansichts notwendigen Grundinstandsetzung eine äußerst effiziente Gebäudesanierung.

Ergänzt werden diese Gebäudesanierungsmaßnahmen in der Regel durch Erneuerung bzw. Verbesserung der obersten Geschoßdecke bzw. der Dacheindeckung sowie flankierenden Maßnahmen wie Trockenlegungen von Kellerwänden u.ä.

Bei einem jährlichen Marktvolumen im Wiener Raum für Wärmedämm-Verbundsysteme von mehr als 1,000.000 km<sup>2</sup> wird deutlich, welcher Wirtschaftsfaktor auch die thermische Fassadensanierung geworden ist.

Letztendlich stellt sich aber auch die Frage, in welchem Maße die angestrebten Verbesserungspotenziale auch wirklich umweltrelevant sind.

Den folgenden Überlegungen vorangestellt seien die Daten bzw. Ziele der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Österreich:

- Ausgangspunkt war das Jahr 1990 mit 79,1 Mio. t CO<sub>2</sub>.
- Zielsetzung wäre –13 %, das wären 87 % im Jahr 2010, also 68,8 Mio. t CO<sub>2</sub>.
- Aus JI/CDM-Programmen können 9 Mio. t CO<sub>2</sub> gutgeschrieben werden.
- Somit ergeben sich als effektive Zielsetzung für das Jahr 2010 77,8 Mio. t CO<sub>2</sub>.
- Aus dem „Kyoto-Fortschrittsbericht 1990 bis 2005“ können für 2005 93,3 Mio. t CO<sub>2</sub> entnommen werden.

Im Detail setzen sich diese Werte wie folgt zusammen:

**Tabelle 1**

Sektoren	1990	2005	Differenz
Industrie und produzierendes Gewerbe	22,3 Mio t CO <sub>2</sub>	24,7 Mio t CO <sub>2</sub>	2,4 Mio t CO <sub>2</sub>
Verkehr	12,8 Mio t CO <sub>2</sub>	24,4 Mio t CO <sub>2</sub>	11,7 Mio t CO <sub>2</sub>
Energieaufbringung	13,7 Mio t CO <sub>2</sub>	15,9 Mio t CO <sub>2</sub>	2,2 Mio t CO <sub>2</sub>
Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch	15,0 Mio t CO <sub>2</sub>	15,6 Mio t CO <sub>2</sub>	0,7 Mio t CO <sub>2</sub>
Landwirtschaft, Viehhaltung und Stickstoffdüngung	9,1 Mio t CO <sub>2</sub>	7,8 Mio t CO <sub>2</sub>	-1,3 Mio t CO <sub>2</sub>
Abfallwirtschaft, insbesondere Mülldeponien	3,7 Mio t CO <sub>2</sub>	2,3 Mio t CO <sub>2</sub>	-1,4 Mio t CO <sub>2</sub>
Fluorierte Gase	1,6 Mio t CO <sub>2</sub>	1,3 Mio t CO <sub>2</sub>	-0,3 Mio t CO <sub>2</sub>
Sonstige CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> O+CH <sub>4</sub> Emissionen	1,0 Mio t CO <sub>2</sub>	1,2 Mio t CO <sub>2</sub>	0,2 Mio t CO <sub>2</sub>
<b>Summe</b>	<b>79,1 Mio t CO<sub>2</sub></b>	<b>93,3 Mio t CO<sub>2</sub></b>	<b>14,2 Mio t CO<sub>2</sub></b>
Quelle: Kyoto-Fortschrittsbericht 1990-2005 (Umweltbundesamt, Wien 2007)			

Die Tabelle 1 gilt es allerdings vor dem Aspekt zu betrachten, dass die Bevölkerung von 7,678.000 Einwohnern im Jahr 1990 auf 8,233.000 Einwohner im Jahr 2005 angewachsen ist. Dies bedeutet eine Steigerung um 7,2 %.

Versucht man sich auf die wesentlichen Anteile zu konzentrieren, so kann man die Bereiche Industrie, Verkehr, Energie und Raumwärme einerseits zusammenfassen und andererseits die Bereiche Landwirtschaft, Abfallwirtschaft, Fluorierte Gase und Sonstige. Dabei ergibt sich folgende Aufteilung (siehe Tabelle 2), wobei das Bevölkerungswachstum bereinigt wurde.

**Tabelle 2**

Gruppen	1990	2005	1990	2005
Ind., Verk., En., Raumw.	63,68 Mio t CO <sub>2</sub>	75,19 Mio t CO <sub>2</sub>	80,6%	86,4%
Landw., Abfw., FG, Sonst.	15,37 Mio t CO <sub>2</sub>	11,79 Mio t CO <sub>2</sub>	19,4%	13,6%

Berücksichtigt man die geringe Größe der zweiten Gruppe und die enormen Einsparungen in diesem Bereich, kann man sich auf die erste Gruppe konzentrieren. Dabei ergibt sich nun in einer bevölkerungswachstumsbereinigten Darstellung folgendes Bild (Tabelle 3):

**Tabelle 3**

Sektoren	1990	2005	Veränderung
Industrie und produzierendes Gewerbe	22,3 Mio t CO <sub>2</sub>	23,0 Mio t CO <sub>2</sub>	+3,4%
Verkehr	12,8 Mio t CO <sub>2</sub>	22,8 Mio t CO <sub>2</sub>	+78,6%
Energieaufbringung	13,7 Mio t CO <sub>2</sub>	14,8 Mio t CO <sub>2</sub>	+8,1%
Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch	15,0 Mio t CO <sub>2</sub>	14,5 Mio t CO <sub>2</sub>	-2,7%

Aus dieser Aufstellung kann leicht erkannt werden, dass der Bereich Raumwärme annähernd konstant geblieben ist.

Aus dem „Kyoto-Fortschrittsbericht 1990 bis 2005“ können folgende drei Hauptverursacher namhaft gemacht werden (siehe Tabelle 4):

**Tabelle 4**

Hauptverursacher	1990	2005	Differenz
Eisen- und Stahlherzeugung	8,5 Mio t CO <sub>2</sub>	11,4 Mio t CO <sub>2</sub>	2,9 Mio t CO <sub>2</sub>
LKW-Straßenverkehr	3,1 Mio t CO <sub>2</sub>	10,2 Mio t CO <sub>2</sub>	7,0 Mio t CO <sub>2</sub>
PKW-Straßenverkehr	8,7 Mio t CO <sub>2</sub>	12,8 Mio t CO <sub>2</sub>	4,0 Mio t CO <sub>2</sub>
<b>Summe</b>			<b>14,0 Mio t CO<sub>2</sub></b>

Als nächster Punkt sei eine Abschätzung angestellt, ob denn die Erreichung gesetzter Ziele von Einsparungen überhaupt möglich sind. Dies ist vorab deshalb analysierenswert, zumal im Rahmen dieser Betrachtungen ein linearer Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bzw. deren Reduktion und Endenergieverbrauch unterstellt wird, wobei als Basis Daten aus dem Statistischen Jahrbuch 2007 der Statistik Austria herangezogen werden:

Damit fixe Größen wie der Strombedarf und der Warmwasserwärmebedarf abgeschätzt werden können, seien folgende Berechnungen vorangestellt:

- Als Gewinne durch innere Wärme bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs werden  $3 \text{ W/m}^2$  in Rechnung gestellt. Unterstellt man, dass 50 % dabei von technischen Geräten stammen, so ergibt sich folgender Wert:

$$3,00 \text{ W/m}^2 \times 8.760 \text{ h} \times 26.280,00 \text{ Wh/m}^2 \times 50\% = 13,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

- Ebenso kann bei der Wärmebedarfsberechnung für das Nutzungsprofil Wohngebäude  $35 \text{ Wh/m}^2$  pro Tag in Rechnung gestellt werden; damit ergibt sich folgender Wert:

$$35,00 \text{ Wh/m}^2\text{d} \times 365 \text{ d/a} = 12.775,00 \text{ Wh/m}^2\text{a} : 1000 = 12,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Für Österreich kann zusammenfassend für 2005 von folgenden Zahlen ausgegangen werden:

• HWB =	106,8 kWh/m <sup>2</sup> a
• WWWB =	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
• WB =	119,6 kWh/m <sup>2</sup> a
• e =	1,3
• HEB =	154,9 kWh/m <sup>2</sup> a
• SB =	13,1 kWh/m <sup>2</sup> a
• EEB =	168,0 kWh/m <sup>2</sup> a
• BGF =	112,5 m <sup>2</sup>
• EEB =	18.900 kWh/Wohnung
• Wohnungen =	4,050.000
• EEB =	276 PJ

Darüber hinaus könnte man als Annahme unterstellen, dass derzeit österreichweit ca. 1,1 % Wohnungen pro Jahr neu errichtet werden und dass eine Sanierungsrate von ca. 1 % bei bestehenden Wohnungen erreicht wird. Geht man von einem Endenergieverbrauch von 276 PJ im Jahr 2005 aus und setzt dieses der Einfachheit halber auch für das Jahr 2010 ein und unterstellt als Zielwert für das Jahr 2050 die Hälfte des Endenergieverbrauchs aus dem Jahr 1990 (Millenniums-Ziel), so wäre eine Reduktion um 125 PJ notwendig. Können in den 40 Jahren zwischen 2010 und 2050 also 40 % der Wohnungen saniert werden – und werden dabei durchschnittlich  $29,25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  für den Heizwärmebedarf erreicht - und werden ca. 44 % Wohnungen zusätzlich neu errichtet – und werden dabei generell Passivhäuser errichtet -, so wird im Jahr 2050 ein Endenergieverbrauch von 247 PJ erreicht. Dies entspricht etwa dem Doppelten des Zielwertes.

Daraus können zwei Schlüsse gezogen werden:

1. Es sind größte Anstrengungen zu unternehmen, die Sanierungsrate zu erhöhen, bzw. allenfalls auf noch nicht erfasste Bereiche zu erweitern.
2. Das Erreichen von Standards, die bezogen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen dem Passivhausstandard möglichst entsprechen, erscheint im Mittel für die Jahre zwischen 2010 und 2050 sinnvoll.

Führt man die Rechnung ein weiteres Mal durch, wobei die Sanierungsrate auf fiktive 2,5 % gesteigert wird und die Neubaurate mit 1,0 % begrenzt wird und trifft dabei die selben Annahmen für die Sanierungs- bzw. Neubaustandards wie oben, so können im Jahr 2050 tatsächlich 125 PJ Einsparung erreicht werden.

Um die Zahlen für Wien bewerten zu können, sei an dieser Stelle auf Daten des Wohnfonds Wien zurückgegriffen:

- Dabei wurden in den Jahren 2000 bis 2007 im THEWOSAN-Programm für 763 Objekte ein Prüfbericht erstellt. Im Detail lautete dabei die Verteilung wie folgt:
  - 24 % der Objekte (185) von Wiener Wohnen,
  - 34 % der Objekte (261) von Gemeinnützigen und
  - 42 % der Objekte (317) von Privaten.
- Dabei wurden in den Jahren 2000 bis 2007 im THEWOSAN-Programm für 65.800 Wohnungen ein Prüfbericht erstellt. Im Detail lautete dabei die Verteilung wie folgt:
  - 60 % der Objekte (39.400) von Wiener Wohnen,
  - 24 % der Objekte (15.700) von Gemeinnützigen und
  - 16 % der Objekte (10.700) von Privaten.
- Dabei wurden in den Jahren 2000 bis 2007 im THEWOSAN-Programm ein Bauvolumen von 694 Mio. Euro erreicht. Im Detail lautete dabei die Verteilung wie folgt:
  - 59 % der Objekte (408 Mio. Euro) von Wiener Wohnen,
  - 24 % der Objekte (166 Mio. Euro) von Gemeinnützigen und
  - 17 % der Objekte (120 Mio. Euro) von Privaten.
- Diese Betrachtungen sollten insbesondere vor dem Wohnungsbestand für die Bauperiode 1945 bis 1980, die generell als besonders sanierungswürdig angesehen wird, Beachtung finden.
  - 137.000 Wohnungen von Wiener Wohnen,
  - 61.000 Wohnungen von Gemeinnützigen und
  - 152.000 Wohnungen von Privaten.

Diese Zahlen zeigen, dass zwar grundsätzlich noch Sanierungsmöglichkeiten im Bereich von Wiener Wohnen und Gemeinnützigen vorhanden ist, aber das besonderes Augenmerk hinkünftig der Sanierung im Eigenheimbereich zugewendet werden sollte (siehe dazu oben angeführten Schluss 1).

Zieht man dabei in Betracht, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger in der Strom-, Warmwasser- und Raumwärmeversorgung einen immer höheren Anteil erreichen wird, könnte dadurch allfälliges, nicht konsequentes Erreichen der obigen Standards kompensiert werden.

Um die Situation für Wien zu beleuchten, wird von folgendem Modell ausgegangen:

- HWB = 88,2 kWh/m<sup>2</sup>a
- WWWB = 12,8 kWh/m<sup>2</sup>a
- WB = 101,0 kWh/m<sup>2</sup>a
- e = 1,3
- HEB = 131,3 kWh/m<sup>2</sup>a
- SB = 13,1 kWh/m<sup>2</sup>a
- EEB = 144,4 kWh/m<sup>2</sup>a
- BGF = 88,6 m<sup>2</sup>
- EEB = 13.400 kWh/Wohnung
- Wohnungen = 933.000
- EEB = 43 PJ

In Wien ergibt sich als langjähriger Durchschnitt im Neubau 0,6 %. Nimmt man ebenso wie im obigen Österreichmodell eine Sanierungsrate von 2,5 % an, so ergibt sich in der Hochrechnung für das Jahr 2050 bei Einhaltung des Passivhausstandards für den Neubau im Mittel für die Jahre 2010 bis 2050 und des Niedrigstenergiehausstandards für die Sanierung ein Wert von 20,5 PJ. Dies sind ca. 25 % mehr als der Zielwert von 16,5 PJ entsprechend der Hälfte des Werts von 33 PJ aus dem Jahr 1990.

Dabei ist allerdings folgender Umstand zu berücksichtigen: Unterstellt man derzeit einen Energiemix in Wien von ca. 40 % Fernwärme, 40 % Gas und 20 % Sonstigen, so ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Mix von ca. 275 g/kWh. Substituiert man den Gasanteil durch Fernwärme, was ohne Steigerung der Fernwärmekapazität infolge des Sinkens des Endenergiebedarfs möglich ist, so ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Mix von 220 g/kWh. In allen Zahlen für den CO<sub>2</sub>-Mix sind 13,1 kWh Strombedarf mit 617 g/kWh CO<sub>2</sub> miteingerechnet. Damit ergibt sich ein Sinken des CO<sub>2</sub>-Mix um 20 %. Unterstellt man dies den oben erwähnten 20,5 PJ, so erlangen diese eine Wertigkeit von 16,5 PJ, was exakt dem Zielwert von 50 % aus dem Jahr 1990 entspricht.

Als Grundlage seien in der Folge die Basisdaten obiger Berechnungen zugrunde gelegt:

In der Tabelle 5 werden die Bevölkerungszahlen der Jahre 1990 und 2005 wiedergegeben.

**Tabelle 5**

<b>Bevölkerung</b>	<b>1990</b>	<b>2005</b>	
Wien	1.497.712 cap	1.637.772 cap	9%
Österreich	7.677.850 cap	8.233.306 cap	7%
Quelle: Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)			

In der Tabelle 6 werden die Wohnungszahlen für die Jahre 1991 und 2001 wiedergegeben, wobei die Zahlen für das Jahr 1990 durch linearen Ausgleich errechnet wurden.

**Tabelle 6**

	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>1990</b>
Wien	853.091 Wohnungen	910.745 Wohnungen	<i>847.325 Wohnungen</i>
Österreich	3.393.271 Wohnungen	3.863.262 Wohnungen	<i>3.346.271 Wohnungen</i>
Quelle: Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)			

In der Tabelle 7 werden die Wohnungszahlen für die Jahre 1991 und 2001 wiedergegeben, wobei die Zahlen für das Jahr 2005 durch linearen Ausgleich errechnet wurden.

**Tabelle 7**

	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2005</b>
Wien	853.091 Wohnungen	910.745 Wohnungen	<i>933.806 Wohnungen</i>
Österreich	3.393.271 Wohnungen	3.863.262 Wohnungen	<i>4.051.258 Wohnungen</i>
Quelle: Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)			



In der Tabelle 8 sind für das Jahr 1990 die NutzerInnenzahlen je Wohnung aufgeführt:

**Tabelle 8**

1990	cap/Wohnung	m <sup>2</sup> /cap	Rang
Wien	1,8	38,0 m <sup>2</sup>	7
Österreich	2,3	37,3 m <sup>2</sup>	

Quelle: Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)

In der Tabelle 9 sind für das Jahr 2005 die NutzerInnenzahlen je Wohnung aufgeführt:

**Tabelle 9**

2005	cap/Wohnung	m <sup>2</sup> /cap	Rang
Wien	1,8	40,4 m <sup>2</sup>	1
Österreich	2,0	44,5 m <sup>2</sup>	

Quelle: Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)

In der Tabelle 10 werden die Nutzflächen für das Jahr 2001 angegeben, wobei für das Jahr 1990 angenommen wurde, dass sich die Nutzfläche mittels Division durch 1,055 bzw. für das Jahr 2005 durch Multiplikation mit 1,075 errechnen lässt.

**Tabelle 10**

Nutzflächen	1990	2001	2005
Wien	67,2 m <sup>2</sup>	70,9 m <sup>2</sup>	72,2 m <sup>2</sup>
Österreich	85,7 m <sup>2</sup>	90,4 m <sup>2</sup>	92,1 m <sup>2</sup>

Quelle: Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)

Die Tabelle 11 zeigt die Energieverbräuche für die privaten Haushalte für die Jahre 1989 bis 1991.

**Tabelle 11**

Private Haushalte	1989	1990	1991
Wien	32.043 TJ	32.917 TJ	37.744 TJ
Österreich	237.113 TJ	242.427 TJ	269.245 TJ

Quelle: Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)

Die Tabelle 12 zeigt die Energieverbräuche für die privaten Haushalte für die Jahre 2004 bis 2006.

**Tabelle 12**

Private Haushalte	2004	2005	2006
Wien	41.240 TJ	44.181 TJ	42.665 TJ
Österreich	269.305 TJ	284.820 TJ	276.128 TJ

Quelle: Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)

Die Tabelle 13 zeigt die Energieverbräuche für die privaten Haushalte für die Jahre 1990 als Mittelwert der Daten von 1989 bis 1991 und 2005 als Mittelwert der Daten von 2004 bis 2006.

**Tabelle 13**

Private Haushalte	1990	2005	Änderung	Rang
Wien	34.235 TJ	42.695 TJ	25%	8
Österreich	249.595 TJ	276.751 TJ	11%	

Quelle: Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)

Die Tabelle 14 zeigt die Energieverbräuche für die Jahre 1990 und 2005 je Wohnung, wobei die jeweilige Änderung in Prozenten hinzugefügt wurde.

**Tabelle 14**

Energieverbräuche	1990	2005	Änderung
Wien	11.223 kWh/Wohnung	12.701 kWh/Wohnung	13%
Österreich	20.719 kWh/Wohnung	18.976 kWh/Wohnung	-8%

Quelle: Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)

Die Tabelle 15 zeigt nochmals die Energieverbräuche für 1990 und 2005 je Wohnung, wobei der jeweilige Rang dazugefügt wurde.

**Tabelle 15**

Energieverbräuche	1990	Rang	2005	Rang
Wien	11.223 kWh/Wohnung	1	12.701 kWh/Wohnung	1
Österreich	20.719 kWh/Wohnung		18.976 kWh/Wohnung	

Quelle: Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)

Die Tabelle 16 zeigt nochmals die flächenbezogenen Energieverbräuche für 1990 und 2005, wobei der jeweilige Rang dazugefügt wurde.

**Tabelle 16**

Energieverbräuche	1990	Rang	2005	Rang
Wien	167 kWh/m <sup>2</sup> a	1	176 kWh/m <sup>2</sup> a	1
Österreich	242 kWh/m <sup>2</sup> a		206 kWh/m <sup>2</sup> a	

Quelle: Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)

In den obigen Betrachtungen wurden nur Überlegungen angestellt, ob das Millenniums-Ziel erreicht werden kann. Das Kyoto-Ziel (2010: -10 % von 1990) bzw. das EU-Ziel (2020: -20 % von 1990) ist in dieser einfachen Betrachtung, die einen linearen Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen unterstellt, nicht möglich.

ad Kyoto-Ziel:

Für den Bereich Private Haushalte das Kyoto-Ziel von  $-10\%$  ( $-13\%$ ) bis zu den Jahr 2008 bis 2012 erreichen zu wollen, hieße, in den nächsten beiden Jahren jeweils  $5\%$  pro Jahr mindestens einzusparen. Angesichts einer durchschnittlichen Sanierungsrate von  $1\%$ , einer Neubaurate von  $1\%$  und einem nicht einsparbarem Sockelbetrag für Warmwasser- und Strombedarf erscheint dies unrealistisch.

ad EU-Ziel:

Ausgangspunkt der den privaten Haushalten zuzurechnenden  $\text{CO}_2$ -Emissionen ist somit ein  $\text{CO}_2$ -Mix von ca.  $275\text{ g/kWh}$ . Damit lassen sich für die oben angeführten  $43\text{ PJ}$   $\text{CO}_2$ -Emissionen für das Jahr 2005 in der Höhe von  $3,283\text{ Mio t}$  errechnen. Dem gegenüber stehen  $1,615\text{ Mio t CO}_2$ , die sich analog aus den oben angeführten  $33\text{ PJ}$  für das Jahr 1990 und einer Reduktion von  $20\%$  errechnen, wobei ein  $\text{CO}_2$ -Mix von ca.  $220\text{ g/kWh}$  angenommen wurde. Daraus ergibt sich eine notwendige Einsparung von  $139.000\text{ t CO}_2$  pro Jahr.

Berücksichtigt man ein Neubauvolumen von ca.  $7.000$  Wohnungen pro Jahr, die im Passivhausstandard errichtet werden, so ergibt sich hier ein  $\text{CO}_2$ -Emissionszuwachs von ca.  $5.350\text{ t}$  pro Jahr. Diese können durch die Sanierung von ca.  $1.350$  Wohnungen mit einer Verbesserung auf Niedrigenergiehausstandard kompensiert werden, wobei dabei jedenfalls auch der Wirkungsgrad zu verbessern ist. Werden zusätzlich ca.  $35.350$  Wohnungen ebenso saniert, so können die oben erwähnten ca.  $139.000\text{ t CO}_2$  eingespart werden. Das heißt, dass das Gesamtsanierungsziel eine Größenordnung von ca.  $36.700$  Wohnungen pro Jahr sein muss, wobei sowohl alle Neubauwohnungen als auch alle sanierten Wohnungen fernwärmeversorgt sein müssen. An dieser Stelle sei zu Vergleichszwecken festgehalten, dass derzeit ca.  $5.000 - 10.000$  Wohnungen pro Jahr saniert werden.

Um eine Vorstellung zu erhalten, was derartige Energieverbräuche ohne einen weitreichenden Umstieg auf erneuerbare Energieträger bedeuten, sei zum Abschluss dieser Einleitung noch eine Gegenüberstellung dieser Werte mit den Zielwerten von ökologischen Fußabdrücken gegeben. Nimmt man als Zielwert eines nachhaltigen Niveaus von Kohlendioxidemissionen pro Kopf und Jahr  $1,7\text{ t CO}_2$  an und unterstellt das  $2/3$  davon aus dem Bereich Wohnen und Mobilität entstehen, so ergibt sich ein Emissionspotential von  $1.140\text{ kg}$  Kohlendioxid pro Kopf und Jahr. Zieht man davon  $430\text{ kg}$  für  $49,8\text{ m}^2$  BGF im Passivhausstandard ab, so ergibt sich die Möglichkeit für die betrachtete Person noch  $5.900\text{ km}$  mit einem Automobil zurückzulegen, welches  $120\text{ g}$  pro Kilometer Kohlendioxidemission ausstößt (entsprechend dem derzeitigen Kyoto-Ziel). Unterstellt man bei diesem Beispiel Niedrigenergiestandard, so ergeben sich  $3.150$  Kilometer Mobilität.

In diese Überlegungen nicht einbezogen sind die  $\text{CO}_2$ -Belastungen, die material- bzw. sanierungsbedingt eingesetzt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass in vielen Fällen eine Sanierung der Fassadenflächen an sich notwendig ist, sodass lediglich Klebemörtel und Styropor bzw. Mineralwolle (als Dämmstoff) einzusetzen ist.

## 2 Sanierung opaker Bauteile

### 2.1 Allgemeines

Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen in diesem und dem folgenden Kapitel sind vier modellhafte Gebäude:

- Ein Einfamilienhaus (ÖNORM-Box): Dieses Einfamilienhaus ist seit vielen Jahren das Validierungsbeispiel aus der ÖNORM B 8110-1. Es hat die Abmessungen 12 m x 8 m x 6 m und weist bei 192 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche eine charakteristische Länge von 1,33 m auf (Bezeichnung: „Box“).
- Ein Mehrfamiliengebäude (Wohnhausanlage der Stadt Wien aus den 1960er-Jahren): Dieses Mehrfamiliengebäude bekommt durch das neue Beiblatt 2 zur ÖNORM B 8110-6 gewisse Bekanntheit. Es ist eine vier Stiegen lange und 3 Stockwerke hohe Wohnhausanlage in offener Bauweise. Die charakteristische Länge beträgt 2,37 m (Bezeichnung: „Kaas“).
- Ein Mehrfamiliengebäude (Wohnhaus in geschlossener Bauweise): Dieses Mehrfamiliengebäude besteht aus fünf Stockwerken und drei Wohnungen je Stockwerk. Berücksichtigt man die Feuermauern links und rechts des Gebäudes aus verbaute Flächen, so weist das Gebäude eine charakteristische Länge von 3,34 m auf (Bezeichnung: „Soll“).
- Ein Mehrfamiliengebäude (Hochhaus in offener Bauweise): Dieses Mehrfamiliengebäude besteht aus 18 Stockwerken und weist eine charakteristische Länge von 4,61 m auf (Bezeichnung: „Matz“).

Um möglichst gleiche Ausgangsbedingungen zu haben, wurde bezüglich der einzusetzenden U-Werte als Basis der OIB-Leitfaden herangezogen (siehe Tabelle 17):

**Tabelle 17**

Epoche / Gebäudetyp	KD	OD	AW	DF	FE	G	AT
vor 1900 EFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
vor 1900 MFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1900 EFH	1,20	1,20	2,00	0,90	2,50	0,67	2,50
ab 1900 MFH	1,20	1,20	1,50	0,90	2,50	0,67	2,50
ab 1945 EFH	1,95	1,35	1,75	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1945 MFH	1,10	1,35	1,30	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1960 EFH	1,35	0,55	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
ab 1960 MFH	1,35	0,55	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
Systembauweise	1,10	1,05	1,15	0,45	2,50	0,67	2,50
Montagebauweise	0,85	1,00	0,70	0,45	3,00	0,67	2,50

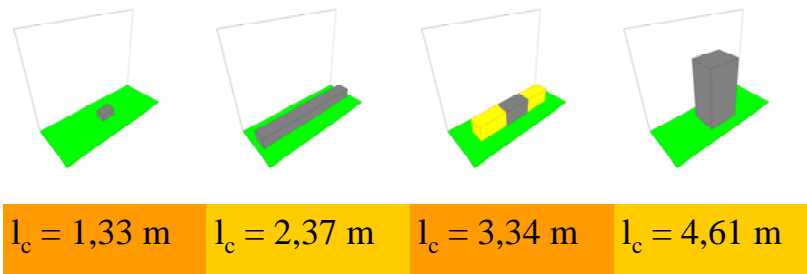
Daraus wurde die Zeile „ab 1900 MFH“ als Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen gewählt. Für diesen Ausgangspunkt ergeben sich für die vier Gebäude folgende Werte (siehe Tabelle 18):

**Tabelle 18**

	Box	Kaas	Soll	Matz
$l_c$	1,33 m	2,37 m	3,34 m	4,61 m
Basis	286 kWh/m <sup>2</sup> a	167 kWh/m <sup>2</sup> a	110 kWh/m <sup>2</sup> a	97 kWh/m <sup>2</sup> a

Die Grafik 1 veranschaulicht die Größenordnungen der Gebäude in Abhängigkeit von deren charakteristischen Länge.

**Grafik 1**



In den folgenden Abschnitten werden nun folgende Sanierungsschritte analysiert:

- Sanierung der obersten Geschoßdecke
- Sanierung der obersten Geschoßdecke und der Außenwand
- Überlegungen zur Sanierung der Kellerdecke

Die grundsätzlich möglichen Zielwerte sind der Tabelle 19 zu entnehmen:

**Tabelle 19**

$l_c$	1,33 m	2,37 m	3,34 m	4,61 m
Neubauanforderungen				
26er-Linie (Neubauniveau 2008)	65 kWh/m <sup>2</sup> a	48 kWh/m <sup>2</sup> a	42 kWh/m <sup>2</sup> a	37 kWh/m <sup>2</sup> a
19er-Linie (Neubauniveau 2010)	55 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a	33 kWh/m <sup>2</sup> a	29 kWh/m <sup>2</sup> a
17er-Linie (Niedrigenergieniveau)	49 kWh/m <sup>2</sup> a	35 kWh/m <sup>2</sup> a	30 kWh/m <sup>2</sup> a	26 kWh/m <sup>2</sup> a
13er-Linie (Niedrigstenergieniveau)	37 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a	23 kWh/m <sup>2</sup> a	20 kWh/m <sup>2</sup> a
Sanierungsanforderungen				
34er-Linie (Sanierungsniveau 2008)	85 kWh/m <sup>2</sup> a	63 kWh/m <sup>2</sup> a	54 kWh/m <sup>2</sup> a	49 kWh/m <sup>2</sup> a
25er-Linie (Sanierungsniveau 2010)	72 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a

## 2.2 Spannungsfeld Instandsetzung - Sanierung

Vorab soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass zwischen einer Instandsetzung und einer Sanierung durchaus sowohl technische als auch monetäre Unterschiede bestehen. Unter einer Instandsetzung wird mit konventionellen technischen Mitteln die Wiederherstellung des Bestandes verstanden; unter einer Sanierung eine wesentliche Verbesserung des Bestandes. Unter einer wesentlichen Verbesserung des Bestandes ist einerseits die Dauerhaftigkeit und andererseits auch bauphysikalische Eigenschaften zu verstehen. Die Differenzierung ist einerseits auf Grund der Forderungen des Mietrechtsgesetzes als auch andererseits in bautechnischer Hinsicht wesentlich. Speziell im Fassadenbereich bedingt eine Sanierung in der Regel auch eine Instandsetzung; das heißt, wenn eine Instandsetzung vorgesehen ist, ist es in der Regel kostengünstig, auch eine Sanierung der Außenwand vorzunehmen. Weitere Anmerkungen dazu siehe im folgenden Text.

Bei Bauteilen wie Fenstern, Fenstertüren und Außentüren ist in der Regel eine Instandsetzung mit einer Sanierung gleichzusetzen, weil moderne Konstruktionen wesentlich bessere bauphysikalische Eigenschaften aufweisen. Dem gegenüber steht der denkmalschützerische Aspekt, der vielfach den bauphysikalischen, modernen Anforderungen entgegensteht.

Die Instandsetzung und Sanierung opaker Bauteile wurden bereits unter dem Forschungsbericht 2006 mit dem Titel „Dauerhaftigkeit von Wärmedämm-Verbundsystemen“ veröffentlicht.

Zusammenfassend werden nochmals die einzelnen Methoden angeführt:

Eine erste Fassadeninstandsetzung unter Berücksichtigung einer thermischen Verbesserung der Außenwand wurde bereits Mitte der 80er-Jahre durch Aufbringen einer hinterlüfteten Außenwandverkleidung mit einer Wärmedämmung von 5 cm bis 6 cm Dicke und einer Aluminium-Deckschale (Aluminium-Sidings) ausgeführt. Als Wärmedämmstoff kam in der Regel Glaswolle zum Einsatz.

Der optische Eindruck bzw. auch die hygienischen Aspekte einer hinterlüfteten Fassadenverkleidung sind nur bedingt als befriedigend zu bezeichnen. Mit den technischen Verbesserungen des Wärmedämm-Verbundsystemes, verbunden mit der preislichen Attraktivität, hat sich das Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) als „Allheilmittel“ für die Fassadensanierung etabliert.

Der Vorteil dieser Technologien liegt einerseits in der kostengünstigen, einfachen Herstellung, der weitestgehenden Unabhängigkeit hinsichtlich des Untergrundes und den teilweise vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten, die unter anderem auch die Herstellung von quasi originalgetreuen Fassadenerscheinungsbildern ermöglichen. Letztendlich wurden auch denkmalgeschützte Fassaden mit diesen Systemen vorbildlich saniert.

## 2.3 Oberste Geschoßdecke

Für die Sanierung der obersten Geschoßdecke wurde ein Wärmedämmstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,040 W/mK angenommen. Dies entspricht beispielsweise einer Mineralwolldämmung mittlerer Rohdichte. Um die Kosten einer derartigen Wärmebedämmung beziffern zu können, gilt es, zusätzlich Aufwände für eine begehbare Bauteilschicht zu berücksichtigen. Derartige Aufbauten werden von der Dämmstoffindustrie als Kombiplatten (Mineralwolle + Gipskarton- oder Gipsfaserplatten) angeboten. Dämmstoffe aus dem Bereich nachwachsender Rohstoffe oder andere, organische Dämmstoffe kommen aus Gründen des Brand-

verhaltens in Wien nicht in Frage. Ersatz für Mineralwolle könnte allenfalls durch Polystyrolbeton (mindestens +10 % Dicke) oder durch brennbare Dämmstoffe unterhalb einer mindestens 5 cm dicken Beton- / Estrichschicht gefunden werden

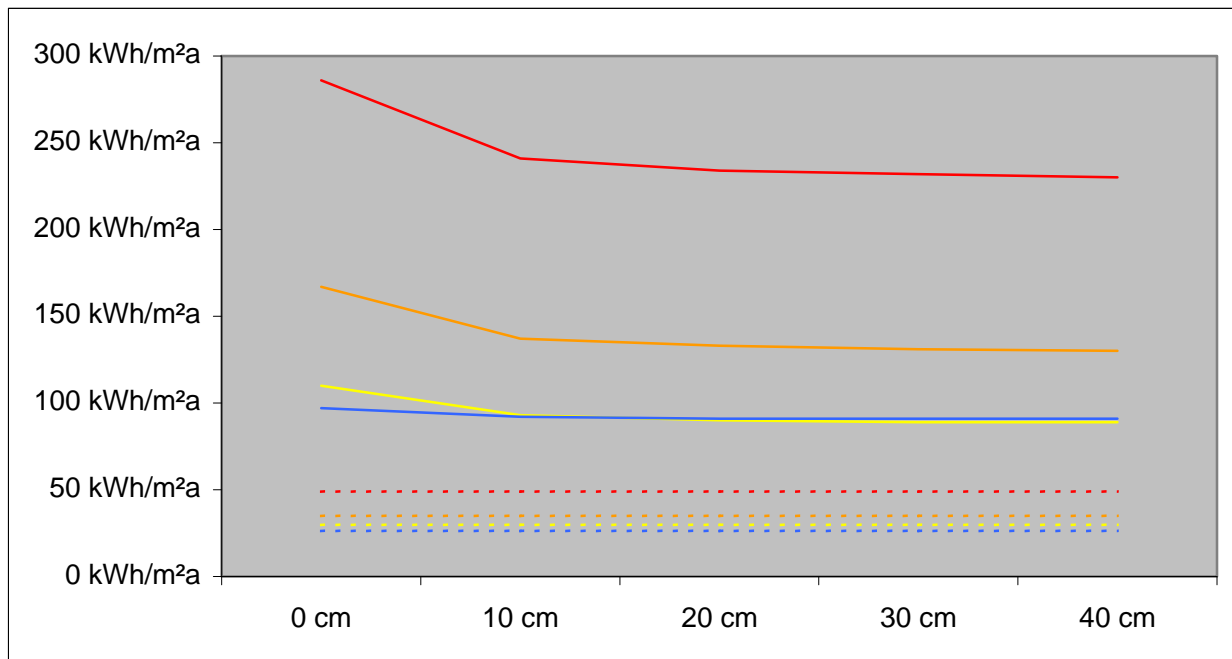
Die Tabelle 20 zeigt die Verbesserung der vier Modellgebäude unter Anwendung von Dämmstoffdicken von 10 cm bis 40 cm:

**Tabelle 20**

OD	Box	Kaas	Soll	Matz
Farbenlegende	<span style="color: red;">—</span>	<span style="color: orange;">—</span>	<span style="color: yellow;">—</span>	<span style="color: blue;">—</span>
0 cm	286 kWh/m <sup>2</sup> a	167 kWh/m <sup>2</sup> a	110 kWh/m <sup>2</sup> a	97 kWh/m <sup>2</sup> a
10 cm	241 kWh/m <sup>2</sup> a	137 kWh/m <sup>2</sup> a	93 kWh/m <sup>2</sup> a	92 kWh/m <sup>2</sup> a
20 cm	234 kWh/m <sup>2</sup> a	133 kWh/m <sup>2</sup> a	90 kWh/m <sup>2</sup> a	91 kWh/m <sup>2</sup> a
30 cm	232 kWh/m <sup>2</sup> a	131 kWh/m <sup>2</sup> a	89 kWh/m <sup>2</sup> a	91 kWh/m <sup>2</sup> a
40 cm	230 kWh/m <sup>2</sup> a	130 kWh/m <sup>2</sup> a	89 kWh/m <sup>2</sup> a	91 kWh/m <sup>2</sup> a

In der Grafik 2 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 2**



Aus dieser Grafik ist leicht zu erkennen, dass der Einfluss der Dämmung auf das Gesamtergebnis des Gebäudes im Dickenbereich zwischen 10 cm und 40 cm nicht allzu groß ist. Im Vordergrund einer derartigen Sanierung steht vielmehr die Erhöhung der Oberflächentemperatur an der Unterseite der obersten Geschosdecke aus Behaglichkeitsgründen. Für die folgenden Überlegungen wurde eine Dämmstoffdicke von 20 cm angenommen, was bei einer Normaußentemperatur von -13°C einer Oberflächentemperatur von ca. 19,4°C entspricht (dies waren in der Bestandsvariante 16,0°C).

Die technischen Möglichkeiten für die Instandsetzung oder der thermischen Sanierung der obersten Geschosdecke sind einerseits konstruktive Beschränkungen als auch monetären unterlegt.

Die Techniken für die Sanierung der obersten Geschosdecke sind in der Regel auf die Erhöhung der Wärmedämmung und der Berücksichtigung der brandschutztechnischen Aspekte zu suchen.

## 2.4 Außenwände

Für die Sanierung der Außenwand wurde ein Wärmedämmstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK angenommen. Dies entspricht beispielsweise Mineralwolle-Putzträger-Platten oder expandiertem Polystyrol für Wärmedämm-Verbundsysteme. Dabei ist zu bedenken, dass einerseits für Dämmstoffdicken über 10 cm bei der Anwendung brennbarer Dämmstoffe Brandschutzriegel aus Mineralwolle eingebaut werden müssen und darüber hinaus bei der Anwendung von Polystyrol als Dämmstoff im nicht-elastifizierter Form ein positiver Nachweis über die Erfüllung ausreichenden Schallschutzes der Außenwand beizubringen ist.

Die Tabelle 21 zeigt die Verbesserung der vier Modellgebäude unter der Anwendung von Dämmstoffdicken von 8 cm bis 20 cm, wobei berücksichtigt werden muss, dass gemäß Bauordnungsnovelle 2004 Wärmedämmungen bestehender Gebäude bis zu 16 cm über Fluchtlinien und in Abstandsflächen vorragen dürfen.

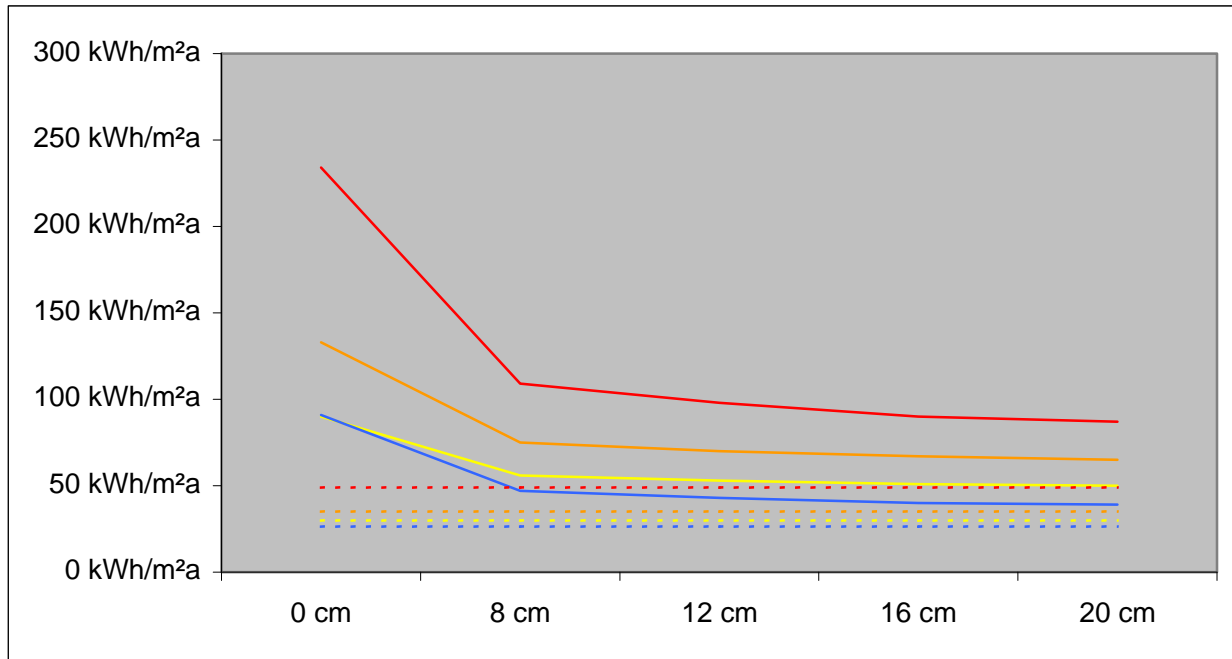
**Tabelle 21**

AW	Box	Kaas	Soll	Matz
0 cm	234 kWh/m <sup>2</sup> a	133 kWh/m <sup>2</sup> a	90 kWh/m <sup>2</sup> a	91 kWh/m <sup>2</sup> a
8 cm	109 kWh/m <sup>2</sup> a	75 kWh/m <sup>2</sup> a	56 kWh/m <sup>2</sup> a	47 kWh/m <sup>2</sup> a
12 cm	98 kWh/m <sup>2</sup> a	70 kWh/m <sup>2</sup> a	53 kWh/m <sup>2</sup> a	43 kWh/m <sup>2</sup> a
16 cm	90 kWh/m <sup>2</sup> a	67 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	40 kWh/m <sup>2</sup> a
20 cm	87 kWh/m <sup>2</sup> a	65 kWh/m <sup>2</sup> a	50 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a



In der Grafik 3 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 3**



Aus dieser Grafik ist leicht zu erkennen, dass die möglichen 16 cm Wärmedämmung hinsichtlich des Einflusses auf den Heizwärmebedarf zu einem bereits hervorragenden Ergebnis im Bereich des Niedrigenergiehausstandard führen. In Analogie zum vorherigen Abschnitt führt dies bei einer Normaußentemperatur von  $-13^{\circ}\text{C}$  zu einer Oberflächentemperatur von ca.  $19,1^{\circ}\text{C}$  entspricht (dies waren in der Bestandsvariante  $13,6^{\circ}\text{C}$ ).

## 2.5 Kellerdecke (unterste Geschoßdecke)

Grundsätzlich darf angemerkt werden, dass für Kellerdecken Ähnliches gilt wie bereits im Abschnitt 2.3 über oberste Geschoßdecken angeführt wurde. Eine Wärmedämmung von Kellerdecken würde möglichen Diskomfort im Bereich des Fußbodens des Erdgeschosses auf Grund niedriger Kellertemperaturen mindern. Allerdings muss realistischere an dieser Stelle gesagt werden, dass der Versuch, Kellerdecken zu dämmen, insofern an gesellschaftliche Grenzen stößt, als die technische Machbarkeit ein gänzlichliches Räumen des Kellergeschoßes einschließlich der Demontage allfälliger Einbauten bedeuten würde. Nachdem dies den Autoren nicht durchsetzbar erscheint, können folgende Mindestempfehlungen gegeben werden:

- Die Wärmedämmung für die Regelgeschoße sollte jedenfalls über das Kellergeschoß bis in das Erdreich heruntergezogen werden.
- Spezielle, lokale Wärmebrücken infolge von Kellerfenstern sind allenfalls gesondert zu sanieren.

- Kontrolle des Kellermauerwerks hinsichtlich aufsteigender Feuchtigkeit. Bei einem nennenswerten Potenzial an aufsteigender Feuchtigkeit wäre jedenfalls eine Sanierung des Kellermauerwerks gemäß den Vorgaben der ÖNORM B 3355 unabdinglich.

### 3 Sanierung transparenter Bauteile

#### 3.1 Allgemeines

Aufgrund des Beschlusses zur Vermeidung von PVC wurden und werden vornehmlich Holz-Aluminiumfenster-Konstruktionen eingesetzt.

Bei der Sanierung bestehender Fenster darf angenommen werden, dass entweder Kastenfenster mit einem U-Wert von ca. 2,5 W/m<sup>2</sup>K, Verbundfenster mit einem U-Wert von 3,0 W/m<sup>2</sup>K oder im besten Fall „konsensgemäße“ Fenster mit einem U-Wert von 1,9 W/m<sup>2</sup>K vorhanden sind. Die Sanierungsmöglichkeiten erstrecken sich dabei auf den Einbau von Fenstern mit Zweischeiben-Isolierverglasungen bis zu einem U-Wert von ca. 1,3 W/m<sup>2</sup>K oder Dreischeiben-Isolierverglasungen mit einem U-Wert bis zu 0,5 W/m<sup>2</sup>K. Darunter besteht die Möglichkeit, zukünftig Vakuumverglasung zur Anwendung zu bringen.

In den folgenden Abschnitten werden nun folgende Sanierungsschritte analysiert:

- Sanierung der obersten Geschoßdecke, der Außenwand und der Fenster (Zweifachverglasung)
- Sanierung der obersten Geschoßdecke, der Außenwand und der Fenster (Dreifachverglasung)
- Sanierung der obersten Geschoßdecke, der Außenwand und der Fenster (Vakuumverglasung)
- Sanierung der obersten Geschoßdecke und der Fenster (Vakuumverglasung)

**Tabelle 22**

$l_c$	1,33 m	2,37 m	3,34 m	4,61 m
Neubauanforderungen				
26er-Linie	65 kWh/m <sup>2</sup> a	48 kWh/m <sup>2</sup> a	42 kWh/m <sup>2</sup> a	37 kWh/m <sup>2</sup> a
19er-Linie	55 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a	33 kWh/m <sup>2</sup> a	29 kWh/m <sup>2</sup> a
17er-Linie	49 kWh/m <sup>2</sup> a	35 kWh/m <sup>2</sup> a	30 kWh/m <sup>2</sup> a	26 kWh/m <sup>2</sup> a
13er-Linie	37 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a	23 kWh/m <sup>2</sup> a	20 kWh/m <sup>2</sup> a
Sanierungsanforderungen				
34er-Linie	85 kWh/m <sup>2</sup> a	63 kWh/m <sup>2</sup> a	54 kWh/m <sup>2</sup> a	49 kWh/m <sup>2</sup> a
25er-Linie	72 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a

In einen ähnlichen Verhältnis, wie sich die Wärmedämmung von Fassadensanierungen verbessert bzw. verändert hat, haben sich auch die Fensterkonstruktionen weiterentwickelt. Aus dem ursprünglichen Kastenfenster über die Entwicklung des Schmalkastenfensters, des Verbundfensters bis zum Zweischeiben-Isolierglasfenster spannt sich heute der Bogen der Konstruktionen für den kommunalen Wohnbau.

Dahinter stehen im Wesentlichen zwei Forderungen. Die erste Forderung ergibt sich hinsichtlich des Rahmenwerkstoffes; mit der Beschlussfassung eines weitestgehenden Verzichtes von PVC-Materialien hat die Stadt Wien bereits Mitte der 90er-Jahre den Weg Richtung Holz- und Holz-Aluminium-Fenster eingeschlagen. Für große Bauvorhaben wurden daher praktisch ausschließlich Holz-Aluminium-Fenster in Verbindung

mit Isolierverglasungen eingesetzt, für höherwertige bzw. auch aus denkmalschützerischen, notwendige Metallkonstruktionen thermisch getrennte Aluminiumprofile eingesetzt.

Die zweite Vorgabe für die Sanierung der transparenten Bauteile war jedenfalls typisch „wienerische“ Konstruktionselemente zu erhalten. Darunter zählt, speziell für den denkmalgeschützten Bereich, das dreiteilige, pfostenlose Fenster. Bei dieser Konstruktion, die durchaus einen beschlagstechnischen Mehraufwand benötigt, wird neben einer zweiflügeligen Konstruktion ein einflügeliger Drehflügel ohne Zwischenprofil angeordnet. In Kombination mit einer Dreh-Kipp-Funktion stellt dies eine äußerst hochwertige Fenstertechnologie dar.

Es war jedenfalls immer Bestreben, auch im Zuge der THEWOSAN-Sanierung, möglichst hochwertige Konstruktionen zu verwenden, um einerseits das Problem der Wartung möglichst zu minimieren und andererseits eine möglichst lange Nutzungsdauer zu gewährleisten. In Verbindung mit thermischen Grundeigenschaften wurden jedenfalls Fenster in den letzten Jahren eingebaut, die allesamt hochwertigen Ansprüchen genügen. Aus Erfahrung der MA 39 bzw. aus der Erfahrung von vielfachen Baustellenprüfungen kann gesagt werden, dass in der Regel Fenster gemäß der alten ÖNORM B 5300 der Kategorien C und D eingebaut wurden. In Verbindung mit den sehr wartungsfreien Oberflächen eines Holz-Aluminium-Fensters stellt dies ebenfalls eine durchaus nachhaltige Sanierung der transparenten Bauteile – Fenster – dar.

### 3.2 Zweifachverglasung

Für die Sanierung bestehender Fenster unter Verwendung von herkömmlichen Zweifachverglasungen werden in der Folge U-Werte von 1,9 W/m<sup>2</sup>K bis 1,5 W/m<sup>2</sup>K angenommen. Dazu ist zu bemerken, dass sämtliche Varianten hinkünftig durch die OIB-Richtlinie 6 nicht mehr zugelassen sind, zumal für den Wohngebäudebereich ein maximaler U-Wert von 1,4 W/m<sup>2</sup>K festgeschrieben ist.

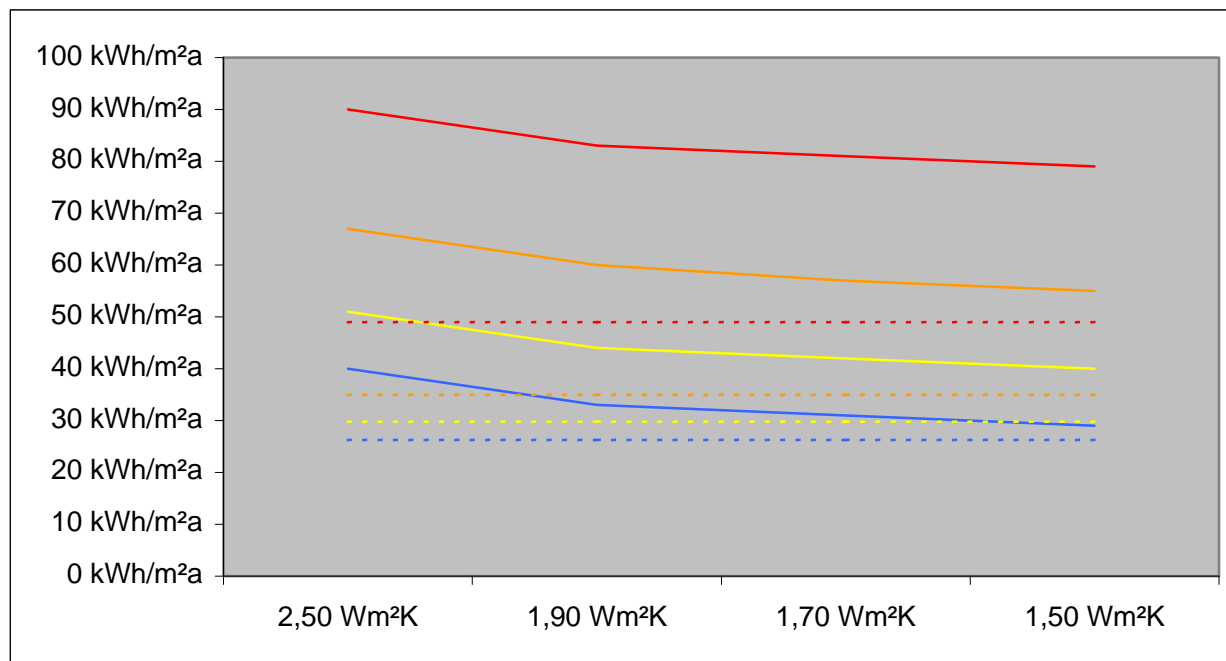
Die Tabelle 23 zeigt die Verbesserung der vier Modellgebäude unter der Anwendung der beschriebenen Sanierungen:

**Tabelle 23**

FE	Box	Kaas	Soll	Matz
2,5 W/m <sup>2</sup> K	90 kWh/m <sup>2</sup> a	67 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	40 kWh/m <sup>2</sup> a
1,9 W/m <sup>2</sup> K	83 kWh/m <sup>2</sup> a	60 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	33 kWh/m <sup>2</sup> a
1,7 W/m <sup>2</sup> K	81 kWh/m <sup>2</sup> a	57 kWh/m <sup>2</sup> a	42 kWh/m <sup>2</sup> a	31 kWh/m <sup>2</sup> a
1,5 W/m <sup>2</sup> K	79 kWh/m <sup>2</sup> a	55 kWh/m <sup>2</sup> a	40 kWh/m <sup>2</sup> a	29 kWh/m <sup>2</sup> a

In der Grafik 4 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 4**



Aus dieser Grafik ist leicht zu erkennen, dass – abgesehen davon, dass diese Sanierungen eigentlich schon verboten sind – damit lediglich geringfügige Verbesserungen erreicht werden können und nur die erste Anforderung aus der OIB-Richtlinie 6 für umfassende Sanierungen wie aus der Tabelle 24 ersichtlich unterschritten werden kann.

**Tabelle 24**

$I_c$	1,33	2,37	3,34	4,61
34	85 kWh/m²a	63 kWh/m²a	54 kWh/m²a	49 kWh/m²a

### 3.3 Einfache Dreifachverglasung

Ebenso wurde für die Sanierung bestehender Fenster unter Verwendung heute handelsüblicher Dreifachverglasungen mit den U-Werten von 1,3 W/m²K bis 0,8 W/m²K in diesem Abschnitt berechnet. Hiezu ist anzumerken, dass eben gerade derartige U-Werte die hinkünftigen Mindestanforderungen der OIB-Richtlinie 6 an Fenster günstig unterschreiten.

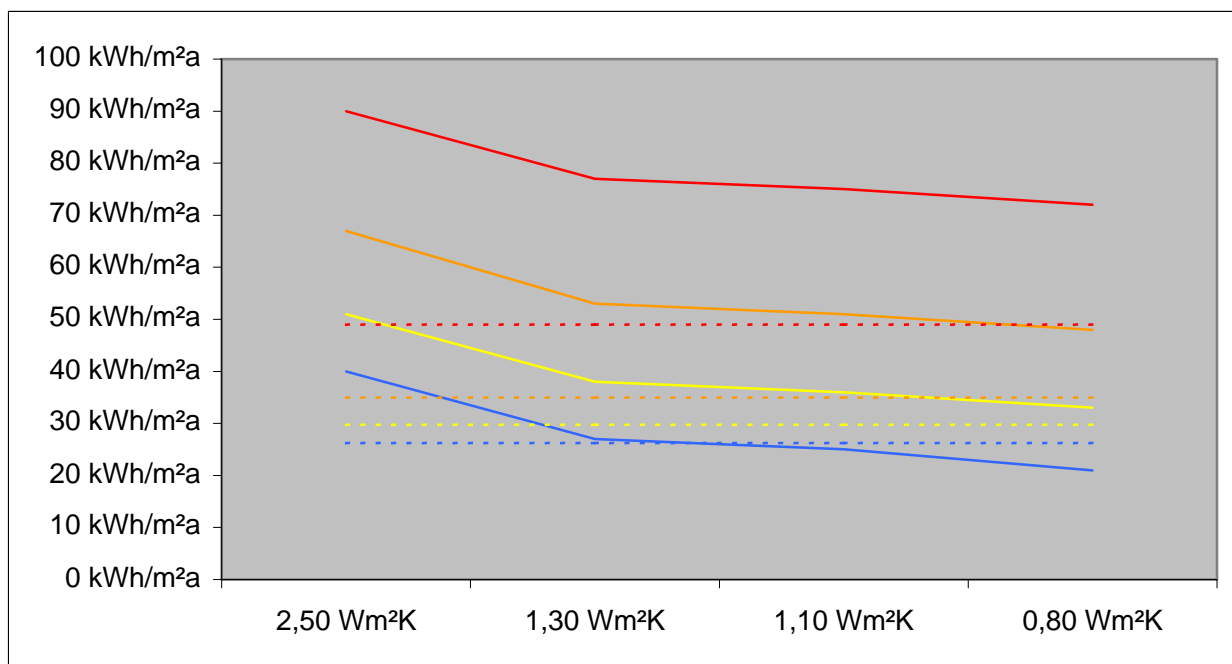
Die Tabelle 25 zeigt die Verbesserung der vier Modellgebäude unter der Anwendung der beschriebenen Sanierungen:

**Tabelle 25**

FE	Box	Kaas	Soll	Matz
2,50 Wm <sup>2</sup> K	90 kWh/m <sup>2</sup> a	67 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	40 kWh/m <sup>2</sup> a
1,30 Wm <sup>2</sup> K	77 kWh/m <sup>2</sup> a	53 kWh/m <sup>2</sup> a	38 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a
1,10 Wm <sup>2</sup> K	75 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	36 kWh/m <sup>2</sup> a	25 kWh/m <sup>2</sup> a
0,80 Wm <sup>2</sup> K	72 kWh/m <sup>2</sup> a	48 kWh/m <sup>2</sup> a	33 kWh/m <sup>2</sup> a	21 kWh/m <sup>2</sup> a

In der Grafik 5 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 5**



Aus der Tabelle 25 ist leicht zu erkennen, dass sämtliche Mehrfamiliengebäude bereits mit einem U-Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup>K die Anforderungen der OIB-Richtlinie 6 an die Umfassende Sanierung ab dem Jahr 2010 erfüllen. Bemerkenswert ist, dass insbesondere für die hochkompakten Fälle der unten zitierte Niedrigenergiehausstandard bereits fast erreicht werden kann.

**Tabelle 26**

l <sub>c</sub>	1,33	2,37	3,34	4,61
25	72 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a
17	49 kWh/m <sup>2</sup> a	35 kWh/m <sup>2</sup> a	30 kWh/m <sup>2</sup> a	26 kWh/m <sup>2</sup> a

Die Dreifach-Verglasung hat bei den vergangenen Instandsetzungen bzw. Sanierungen von Bauvorhaben praktisch nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Dies ist einerseits auf die hohen Kosten gegenüber einer Zweifach-Verglasung und andererseits auch auf die fehlenden Anforderungen zurückzuführen.

### 3.4 Ambitionierte Dreifachverglasung - Vakuumverglasung

Ebenso wurde für die Sanierung bestehender Fenster unter Verwendung äußerst ambitionierter Fenster mit den U-Werten von 0,6 W/m<sup>2</sup>K bis 0,2 W/m<sup>2</sup>K in diesem Abschnitt berechnet. Hiezu ist anzumerken, dass derartige Fenster wohl die finanziellen Dimensionen üblicher Sanierungen übertreffen. Allerdings darf angenommen werden, dass nach einer flächendeckenden Technologieeinführung von Vakuumverglasung derartige Werte durchaus erreichbar erscheinen.

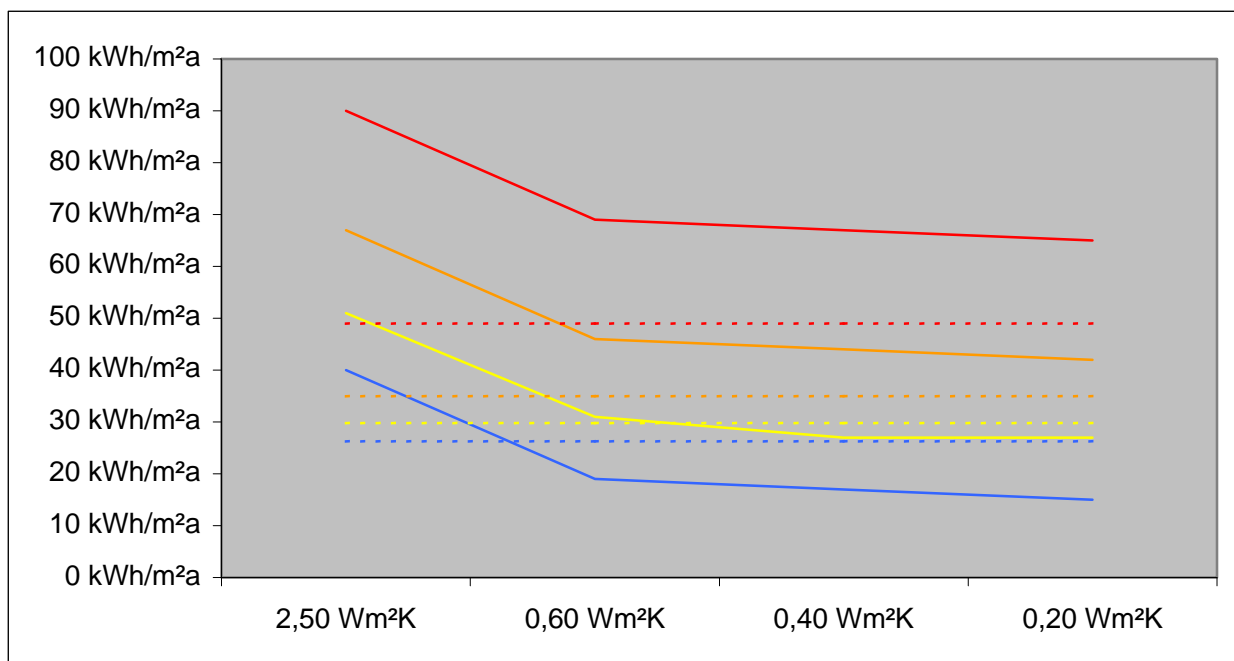
Die Tabelle 27 zeigt die Verbesserung der vier Modellgebäude unter der Anwendung der beschriebenen Sanierungen:

**Tabelle 27**

FE	Box	Kaas	Soll	Matz
2,50 Wm <sup>2</sup> K	90 kWh/m <sup>2</sup> a	67 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	40 kWh/m <sup>2</sup> a
0,60 Wm <sup>2</sup> K	69 kWh/m <sup>2</sup> a	46 kWh/m <sup>2</sup> a	31 kWh/m <sup>2</sup> a	19 kWh/m <sup>2</sup> a
0,40 Wm <sup>2</sup> K	67 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a	17 kWh/m <sup>2</sup> a
0,20 Wm <sup>2</sup> K	65 kWh/m <sup>2</sup> a	42 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a	15 kWh/m <sup>2</sup> a

In der Grafik 6 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 6**



Aus dieser Grafik ist leicht zu erkennen, dass sämtliche Modellgebäude bereits mit einem U-Wert von 0,6 W/m<sup>2</sup>K die Anforderungen der OIB-Richtlinie 6 an die Umfassende Sanierung ab dem Jahr 2010 erfüllen. Ebenso ist leicht zu erkennen, dass unter Verwendung des bestmöglichen Fensters nur das kompakteste Gebäude Niedrigstenergiehausstandard erreicht. Allerdings ist in anderen Fällen die Sanierungsanforderung der OIB-Richtlinie 6 ab dem Jahr 2010 erreichbar.

**Tabelle 28**

$I_c$	1,33	2,37	3,34	4,61
17er-Linie	49 kWh/m <sup>2</sup> a	35 kWh/m <sup>2</sup> a	30 kWh/m <sup>2</sup> a	26 kWh/m <sup>2</sup> a
13er-Linie	37 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a	23 kWh/m <sup>2</sup> a	20 kWh/m <sup>2</sup> a
25er-Linie	72 kWh/m <sup>2</sup> a	51 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	39 kWh/m <sup>2</sup> a

Speziell Holz-Aluminium-Fenster erlauben bei gewissen Konstruktionstechniken durchaus eine Änderung der Isolierverglasungsdicke, sodass beim Tausch der normalen, konventionellen Isolierverglasung auf eine Vier-Scheiben- oder Drei-Scheiben-Vakuumverglasung in Verbindung mit einer neuen Verglasungsleiste eine wesentliche Anhebung der thermischen Leistung des transparenten Bauteiles „Fenster“ erreicht werden kann.

Musterprojekte dieser Art sind noch ausständig. Jedenfalls ist darauf zu achten, dass bei einem Tausch der Verglasung die entsprechenden Lastkategorien für die Beschläge nicht überschritten werden. Üblicherweise wurden bzw. werden auch heute noch Beschläge für ein Flügelgewicht von ca. 100 kg eingebaut. Beim Wechsel auf eine Vakuumverglasung kann hier in der Regel von einer Erhöhung des Flügelgewichtes bei einer üblichen Verglasungsfläche von ca. 25 % ausgegangen werden.

### 3.5 Ambitionierte Dreifachverglasung ohne Außenwanddämmung

Im Folgenden wird gezeigt, dass Sanierungsüberlegungen, die ausschließlich darauf abzielen, Fenster hochwertigst zu sanieren, in den meisten Fällen abzulehnen sind, zumal einerseits der damit zu erzielende Effekt äußerst bescheiden ausfällt und darüber hinaus Kondensat eher an opaken Bauteilen ausfällt als im gut sichtbaren Bereich auf transparenten Bauteilen.

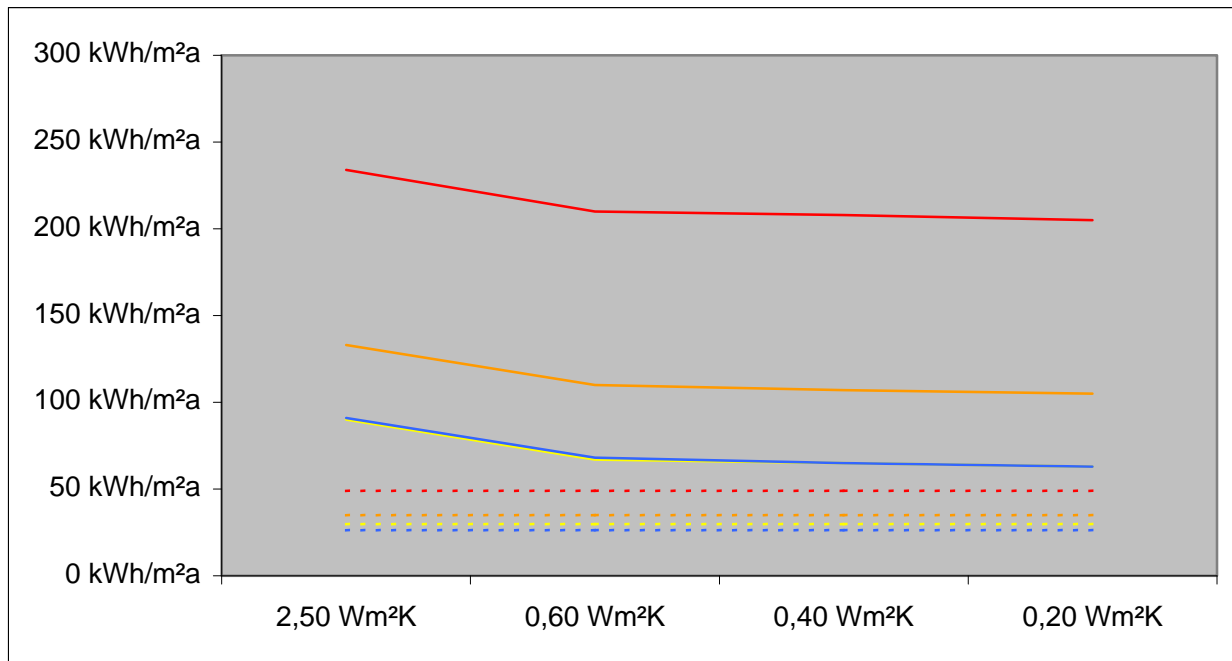
Die Tabelle 29 zeigt die Verbesserung der vier Modellgebäude unter der Anwendung der beschriebenen Sanierungen:

**Tabelle 29**

FE	Box	Kaas	Soll	Matz
2,50 Wm <sup>2</sup> K	234 kWh/m <sup>2</sup> a	133 kWh/m <sup>2</sup> a	90 kWh/m <sup>2</sup> a	91 kWh/m <sup>2</sup> a
0,60 Wm <sup>2</sup> K	210 kWh/m <sup>2</sup> a	110 kWh/m <sup>2</sup> a	67 kWh/m <sup>2</sup> a	68 kWh/m <sup>2</sup> a
0,40 Wm <sup>2</sup> K	208 kWh/m <sup>2</sup> a	107 kWh/m <sup>2</sup> a	65 kWh/m <sup>2</sup> a	65 kWh/m <sup>2</sup> a
0,20 Wm <sup>2</sup> K	205 kWh/m <sup>2</sup> a	105 kWh/m <sup>2</sup> a	63 kWh/m <sup>2</sup> a	63 kWh/m <sup>2</sup> a

In der Grafik 7 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 7**



Nicht einmal mit der hier gezeigten ambitioniertesten Sanierung mit Fenster-U-Werten von 0,2 W/m²K – was die Anwendung von Vakuumverglasung notwendig macht – sind die Anforderungen an die Sanierung bis zum Jahr 2010 gemäß OIB-Richtlinie 6 zu erreichen.

**Tabelle 30**

$l_c$	1,33	2,37	3,34	4,61
34er-Linie	85 kWh/m²a	63 kWh/m²a	54 kWh/m²a	49 kWh/m²a



## **4 Haustechnik**

Eine mögliche Förderung der Verbesserung des Endenergiebedarfs durch Sanierung des gesamten Heiztechniksystems sollte besonderes Augenmerk gewidmet werden.

Dabei sind allerdings Rahmenbedingungen festzulegen, die Energieträger auszeichnen, auf die gewechselt werden sollte und Energieträger auszeichnen, von deren weiterer Verwendung Abstand gehalten werden sollte. In der Folge sollte dann entsprechend ein Sockelbetrag für einen solchen Energieträgerwechsel gewährt werden.

Darüber hinaus ist selbstverständlich das Hauptaugenmerk auf die Verbesserung des Endenergiebedarfs zu lenken.

### **4.1 Verbesserung des Endenergiebedarfs**

Wird im Rahmen einer thermischen Sanierung eines Gebäudes, die bereits einer Förderung zugeführt wurde, auch eine energetische Sanierung vorgenommen, so liegt eine Verbesserung des Endenergiebedarfs nur dann vor, wenn auch der Heiztechnikenergiebedarf verringert werden konnte. Dabei können folgende Maßnahmen Grundlage für Verbesserungen sein:

- Verbesserung der Regelfähigkeit der Wärmeabgabe
- Verbesserung der Dämmung des Verteilsystems
- Verminderung der Heizkreistemperatur
- Erneuerung des Wärmespeichersystems
- Erneuerung des Wärmebereitstellungssystems

Wird eine derartige Sanierung vorgenommen, ist - gleichgültig wie groß das Gebäude ist - ein Gutachten vorzulegen, dass die Anwendbarkeit erneuerbarer Energieträger im Sinne der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden abhandelt.

Liegt eine Verbesserung des Heiztechnikenergiebedarfs vor, so ist jede kWh/m<sup>2</sup>a Verbesserung des Heiztechnikenergiebedarfs den kWh/m<sup>2</sup>a Verbesserung des Heizwärmebedarfs hinzuzurechnen.

## 5 Numerische Nachweisführung

Für zukünftige numerische Nachweisführungen sollte ein speziell auf die THEWOSAN neu – Schiene zugeschnittenes Excel-Tool zur Verfügung gestellt werden, welches in einer Datei sowohl den Bestand als auch die Sanierungsvariante mit Kennzahlen für die Verbesserungen darstellt. Für die numerische Nachweisführung der folgenden Abschnitte wurde das aktuellste Excel-Tool vom Stand Jahreswechsel 2007 / 2008 herangezogen.

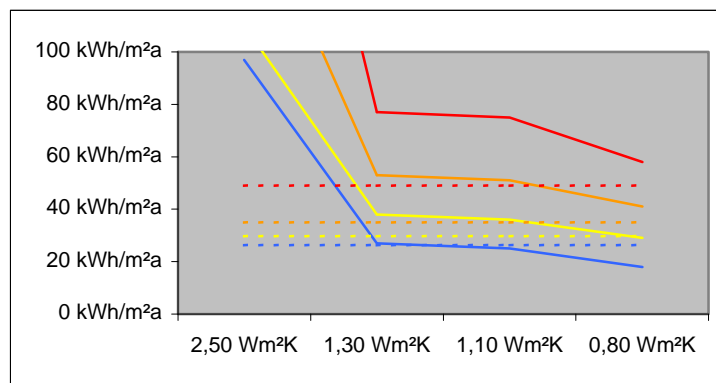
### 5.1 Allgemeines

Vor den folgenden Detailabschnitten stellt die Grafik 8 den Verlauf von Sanierungen in folgendem Schema dar, wobei die Sanierung der obersten Geschosßdecke als obligatorischer Einstieg angenommen wurde:

- Sanierung der Außenwand durch Anbringung von 16 cm außenliegender Wärmedämmung
- Sanierung der Fenster durch Fenstertausch mit  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Sanierung der Fenster durch Fenstertausch mit  $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Sanierung der Fenster durch Fenstertausch mit  $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

In der Grafik 8 sind die Verläufe der Verbesserungen dargestellt. Dabei stellen die gestrichelten Linien jeweils die Zielwerte für den Niedrigenergiehausstandard dar:

**Grafik 8**



Aus der Tabelle 31 sind die Differenzen zu entnehmen, die notwendig wären, um Niedrigenergiestandard, Niedrigstenergiestandard oder Passivhausstandard zu erreichen.

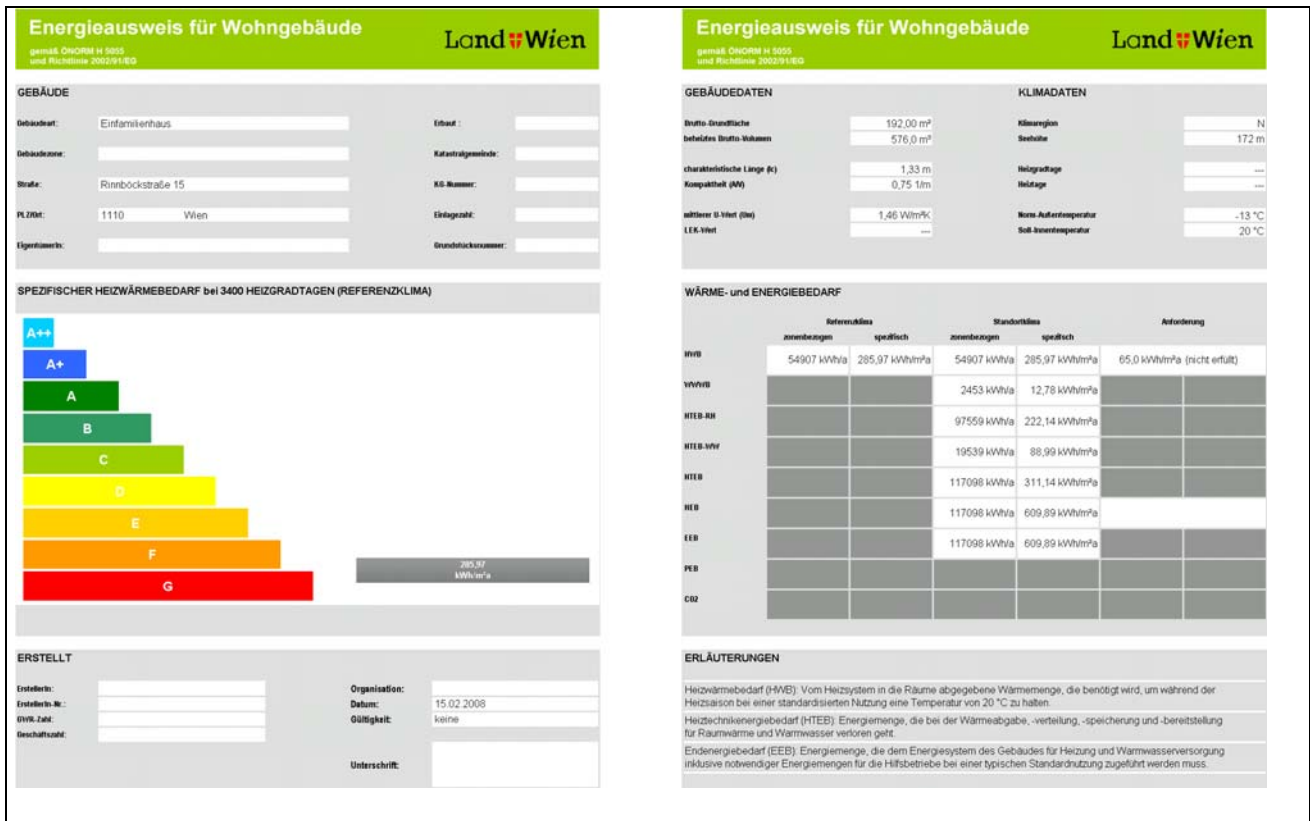
**Tabelle 31**

	Box	Kaas	Soll	Matz
17er-Linie	-209 kWh/m²a	-114 kWh/m²a	-72 kWh/m²a	-70 kWh/m²a
13er-Linie	-211 kWh/m²a	-116 kWh/m²a	-74 kWh/m²a	-72 kWh/m²a
PH-Standard	-228 kWh/m²a	-126 kWh/m²a	-81 kWh/m²a	-79 kWh/m²a

## 5.2 Einfamilienhaus

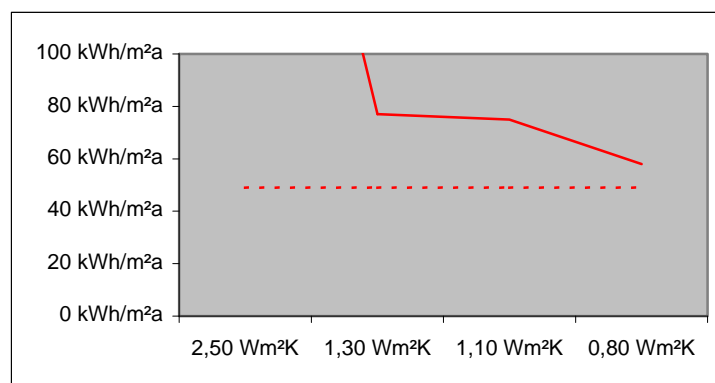
Im gegenständlichen Abschnitt werden die Detailergebnisse für die ÖNORM-Box (Validierungsbeispiel) wiedergegeben.

Abbildung 1



In der Grafik 9 ist das Verbesserungspotential für das Einfamilienhaus für die Sanierungsmöglichkeiten des Abschnittes 5.1 dargestellt.

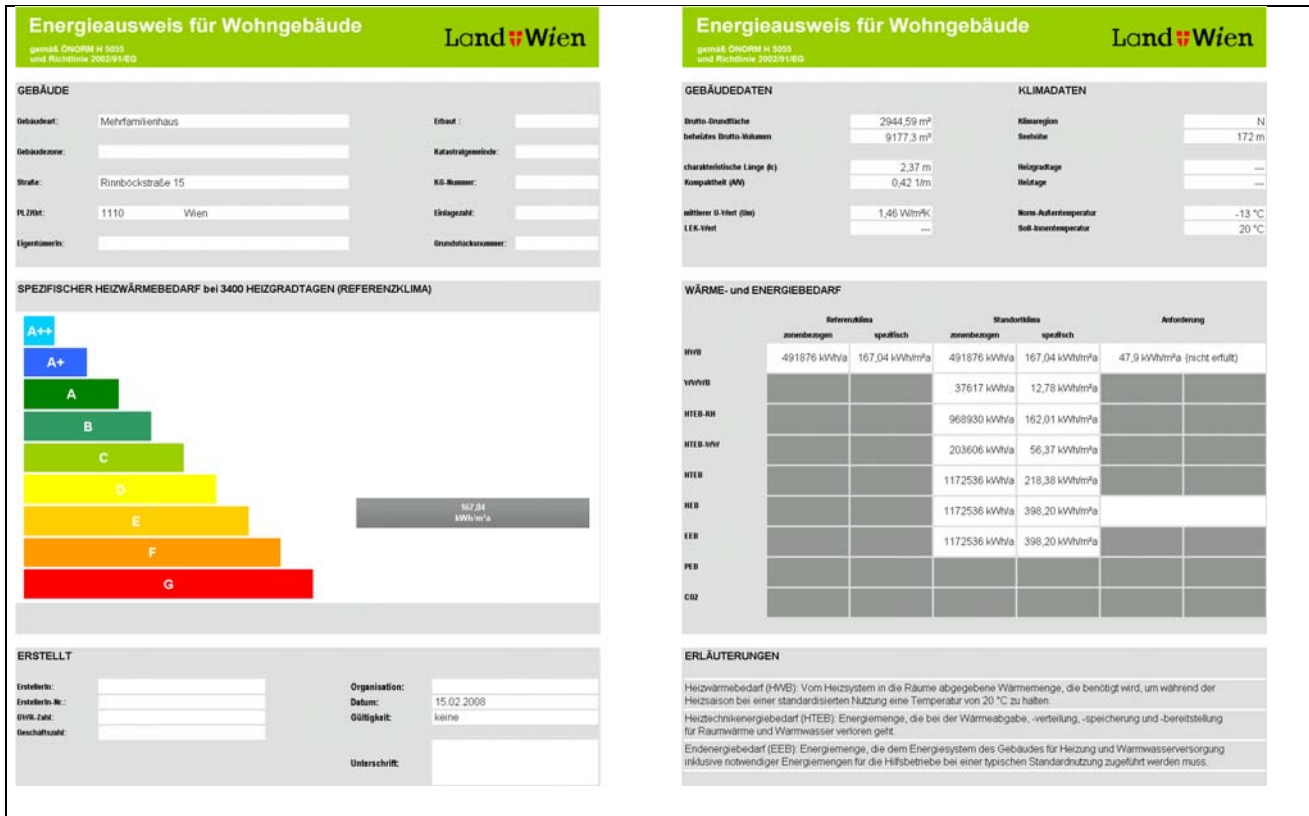
Grafik 9



### 5.3 Mehrfamilienhaus 1190 Wien, Kaasgrabengasse 3a

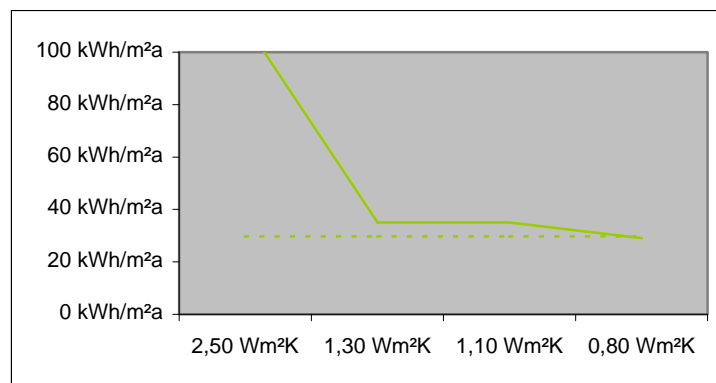
Im gegenständlichen Abschnitt werden die Detailergebnisse für die Wohnhausanlage 1190 Wien, Kaasgrabengasse 3a wiedergegeben.

Abbildung 2



In der Grafik 10 ist das Verbesserungspotential für das Mehrfamilienhaus ( $l_c = 2,37$  m) für die Sanierungsmöglichkeiten des Abschnittes 5.1 dargestellt.

Grafik 10



### 5.4 Mehrfamilienhaus 1190 Wien, Sollingergasse 11

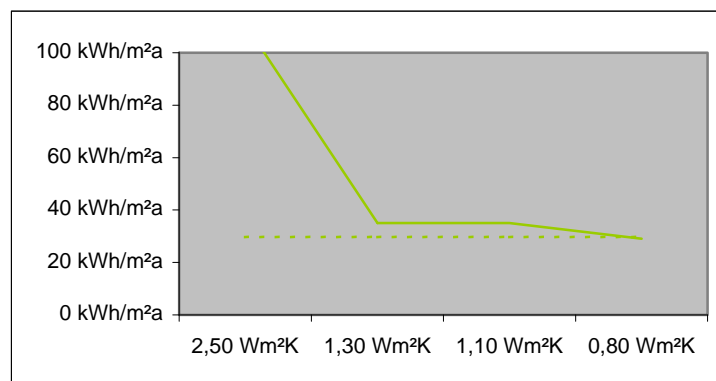
Im gegenständlichen Abschnitt werden die Detailergebnisse für das Wohnhaus 1190 Wien, Sollingergasse 11 wiedergegeben.

Abbildung 3



In der Grafik 11 ist das Verbesserungspotential für das Mehrfamilienhaus ( $l_c = 3,34$  m) für die Sanierungsmöglichkeiten des Abschnittes 5.1 dargestellt.

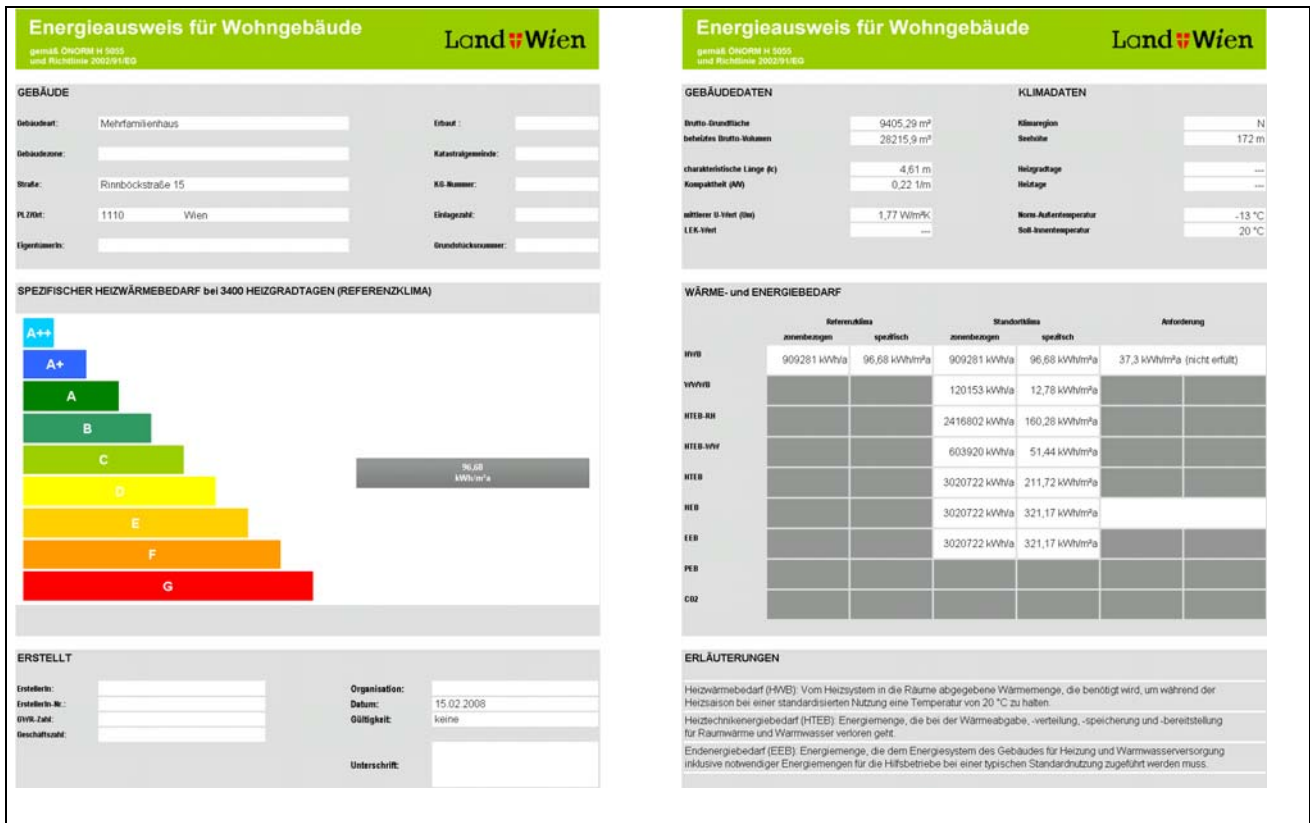
Grafik 11



### 5.5 „Matzleinsdorfer Hochhaus“, 1050 Wien, Leopold-Rister-Gasse 5

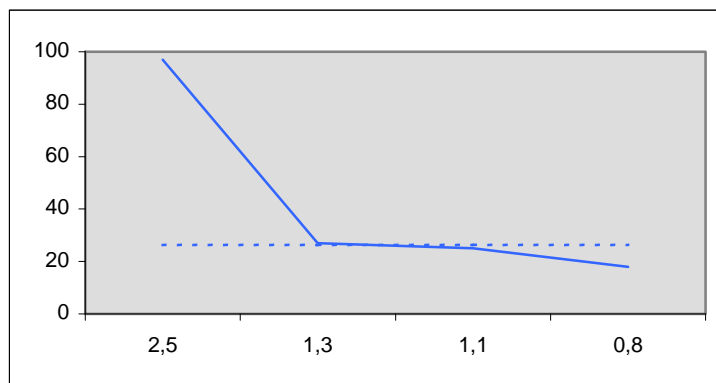
Im gegenständlichen Abschnitt werden die Detailergebnisse für das Matzleinsdorfer Hochhaus in 1050 Wien, Leopold-Rister-Gasse 5 wiedergegeben.

Abbildung 4



In der Grafik 12 ist das Verbesserungspotential für das Mehrfamilienhaus ( $l_c = 4,61$  m) für die Sanierungsmöglichkeiten des Abschnittes 5.1 dargestellt.

Grafik 12



## 6 Behaglichkeit

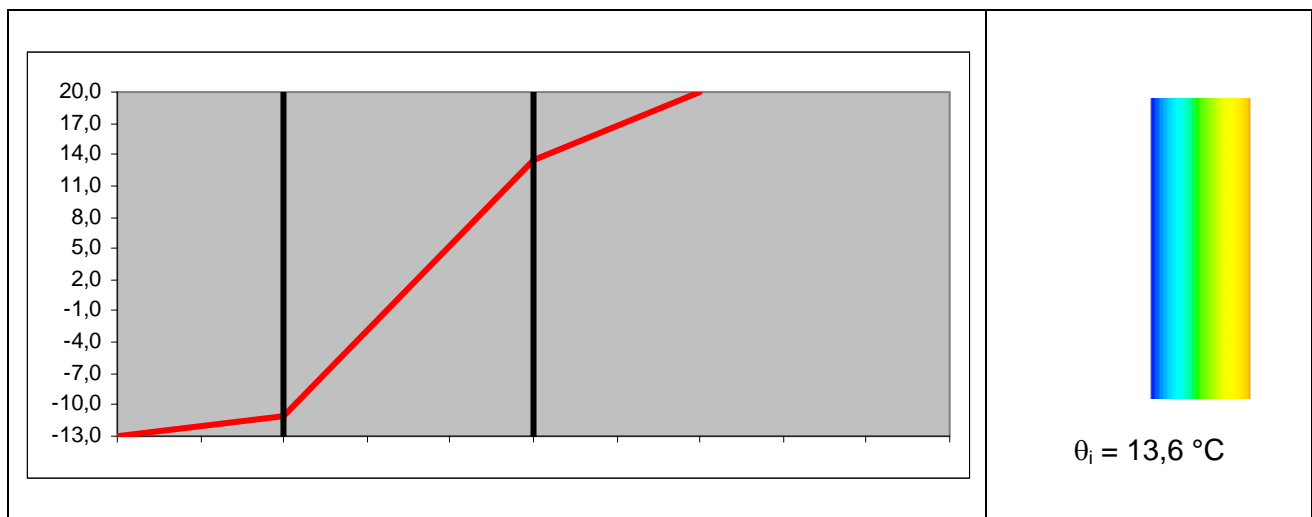
Im Folgenden wird kurz dargestellt, in wie weit sich die Änderung der Temperaturverläufe in sanierten Bauteilen positiv auf die Oberflächentemperatur an der Innenseite von Außenbauteilen auswirkt.

Dabei darf festgehalten werden, dass die daraus resultierende wirksame Verbesserung des Heizwärmebedarfs zum Ende jedes Abschnittes abgeschätzt wird.

### 6.1 Außenwände

In den folgenden fünf Grafiken 13 bis 17 ist der Temperaturverlauf in den Außenwänden dargestellt, wobei die folgende Grafik 13 keine Wärmedämmung an der Außenseite trägt und die darauf folgenden Grafiken 14 bis 17 8 cm, 12 cm, 16 cm und 20 cm Wärmedämmung tragen.

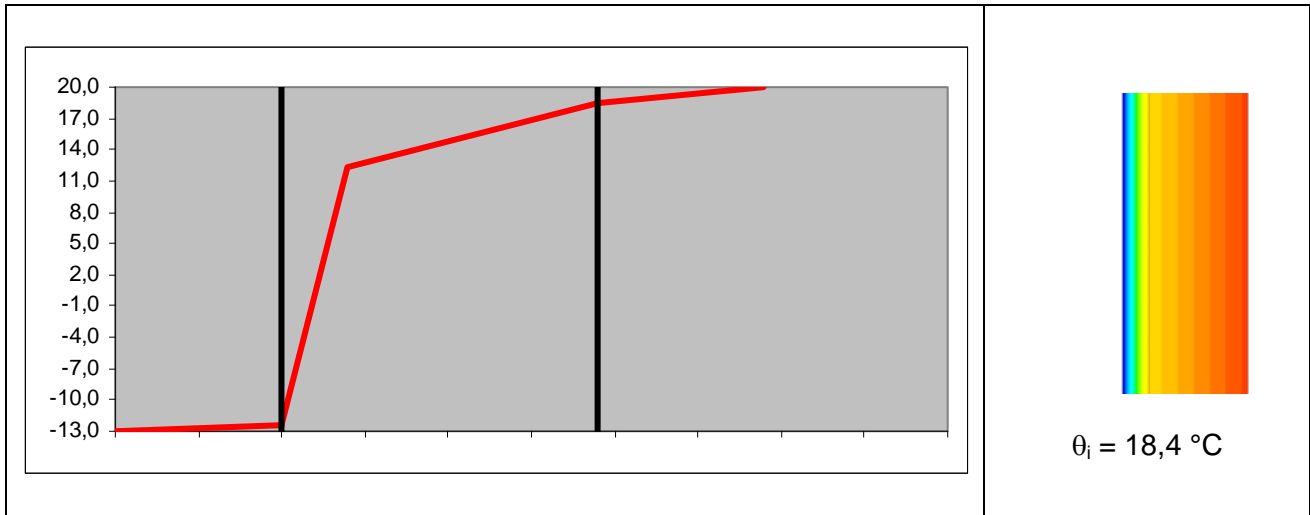
Grafik 13



Für diesen Fall ergibt sich bei einem Modellraum von 5 Meter x 5 Meter eine mittlere Oberflächentemperatur von ca. 19°C. Dies bedeutet, dass für die einfachste Abschätzung, dass sich die empfundene Temperatur als Mittelwert aus Lufttemperatur und Oberflächentemperatur zusammensetzt, 21°C Lufttemperatur erforderlich sind, um 20°C zu empfinden.

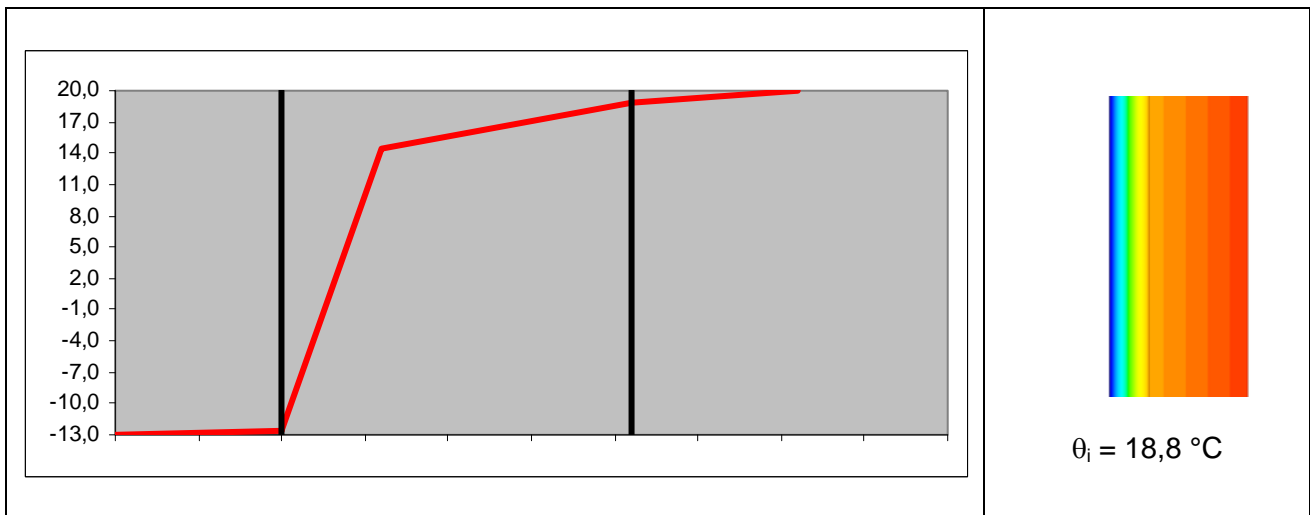
Die Grafik 14 zeigt den Temperaturverlauf für 8 cm Wärmedämmung.

Grafik 14



Die Grafik 15 zeigt den Temperaturverlauf für 12 cm Wärmedämmung.

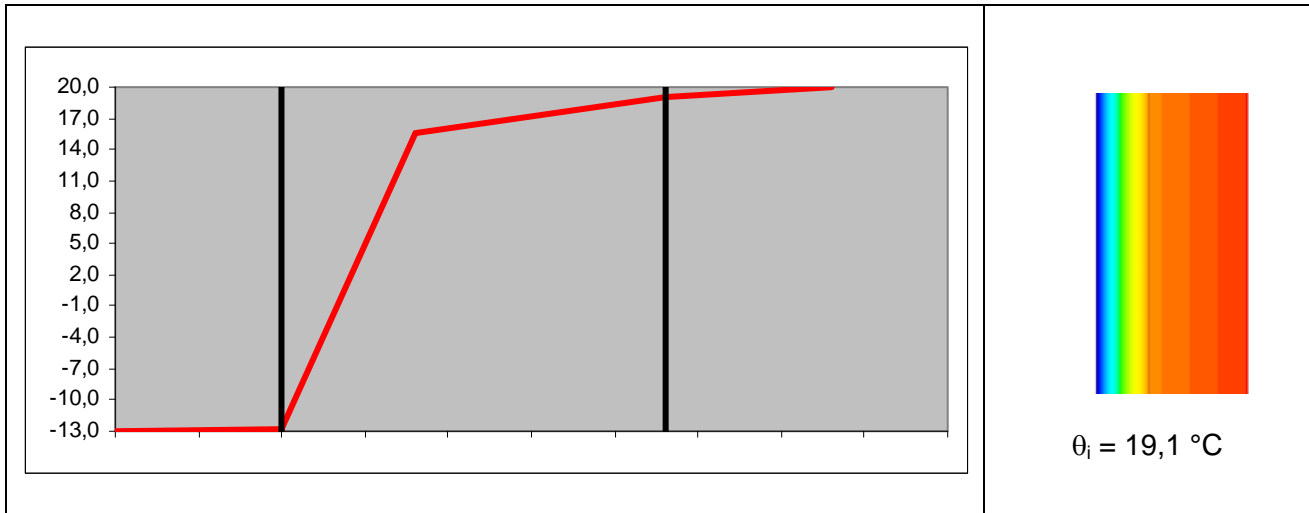
Grafik 15





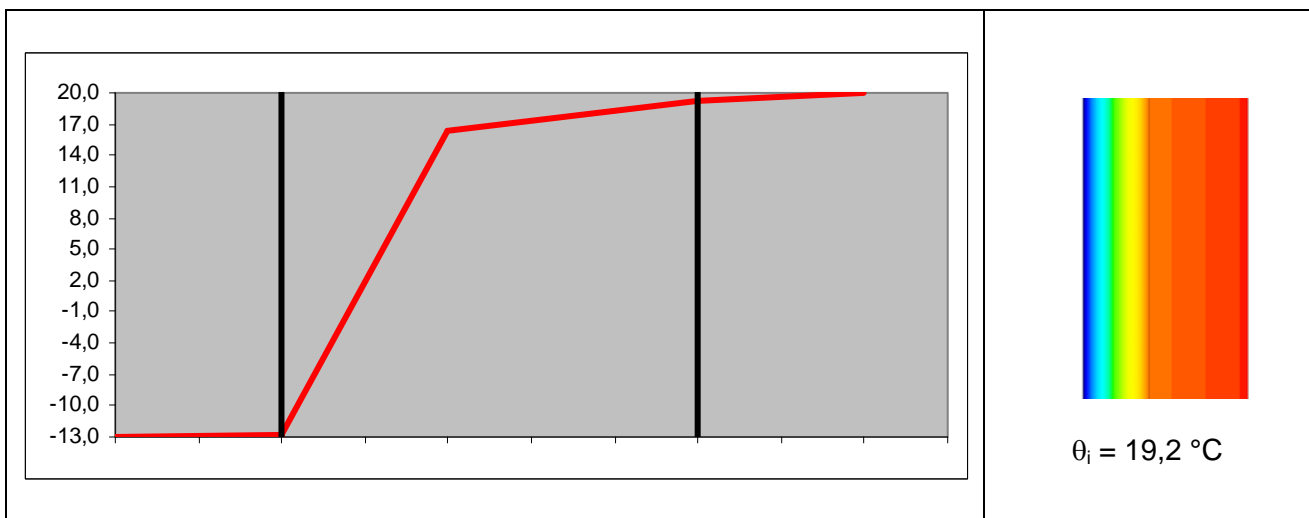
Die Grafik 16 zeigt den Temperaturverlauf für 16 cm Wärmedämmung.

Grafik 16



Die Grafik 17 zeigt den Temperaturverlauf für 20 cm Wärmedämmung.

Grafik 17



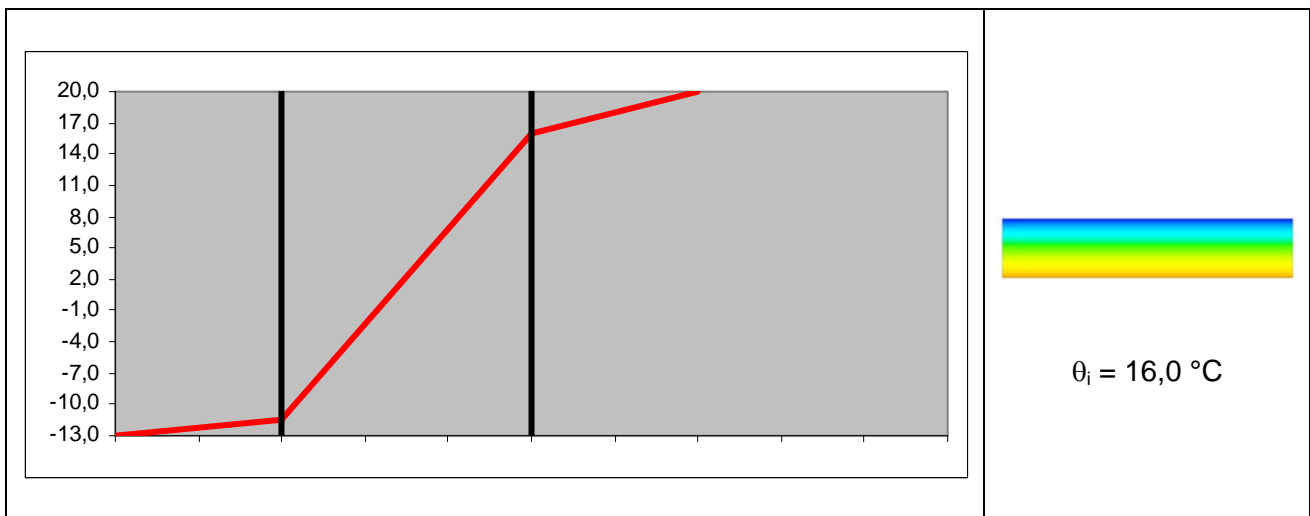
Mit den oben geschilderten Zusammenhängen über die notwendige Erhöhung der Lufttemperatur im Falle keiner vorhandenen Wärmedämmung, erhöhen sich die Werte für den Heizwärmebedarf um ca. 10 %. Dies bedeutet, - infolge der standardisierten Berechnung des Heizwärmebedarfs mit 20°C – eine wesentlich größere Veränderung zwischen einem Bestand ohne Wärmedämmung und einer sanierten Variante.

## 6.2 Oberste Geschoßdecke

In den folgenden fünf Grafiken 18 bis 22 ist der Temperaturverlauf in der obersten Geschoßdecke dargestellt, wobei die folgende Grafik 18 keine Wärmedämmung an der Oberseite trägt und die darauf folgenden Grafiken 19 bis 22 10 cm, 20 cm, 30 cm und 40 cm Wärmedämmung tragen.

Die Grafik 18 zeigt den Temperaturverlauf ohne Wärmedämmung.

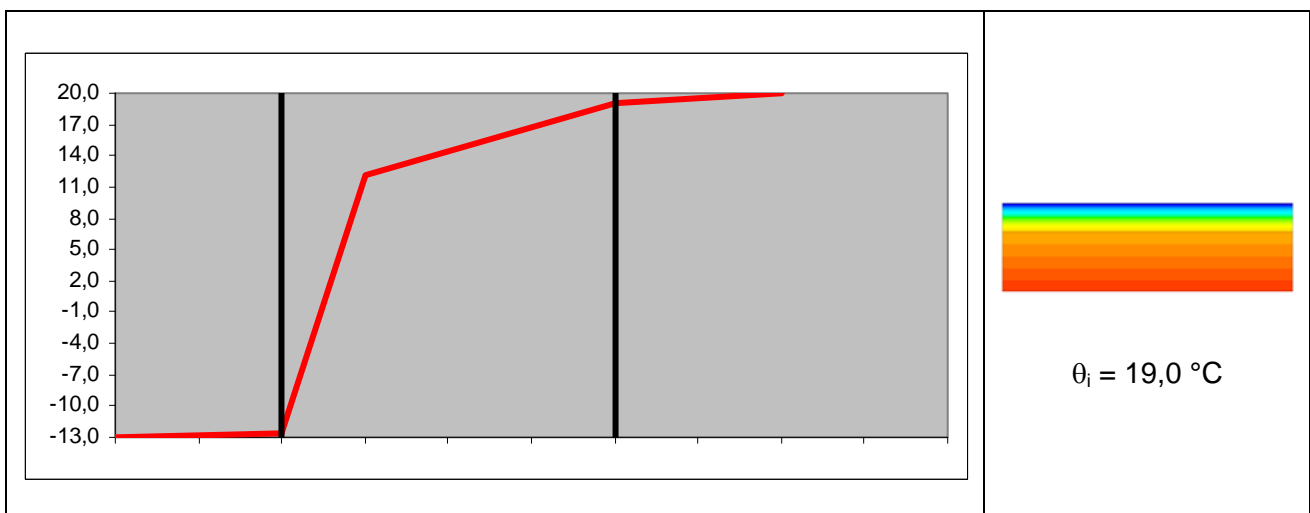
**Grafik 18**



Für diesen Fall ergibt sich bei einem Modellraum von 5 Meter x 5 Meter eine mittlere Oberflächentemperatur von ca. 17,5°C. Dies bedeutet, dass für die einfachste Abschätzung, dass sich die empfundene Temperatur als Mittelwert aus Lufttemperatur und Oberflächentemperatur zusammensetzt, 22,5°C Lufttemperatur erforderlich sind, um 20°C zu empfinden.

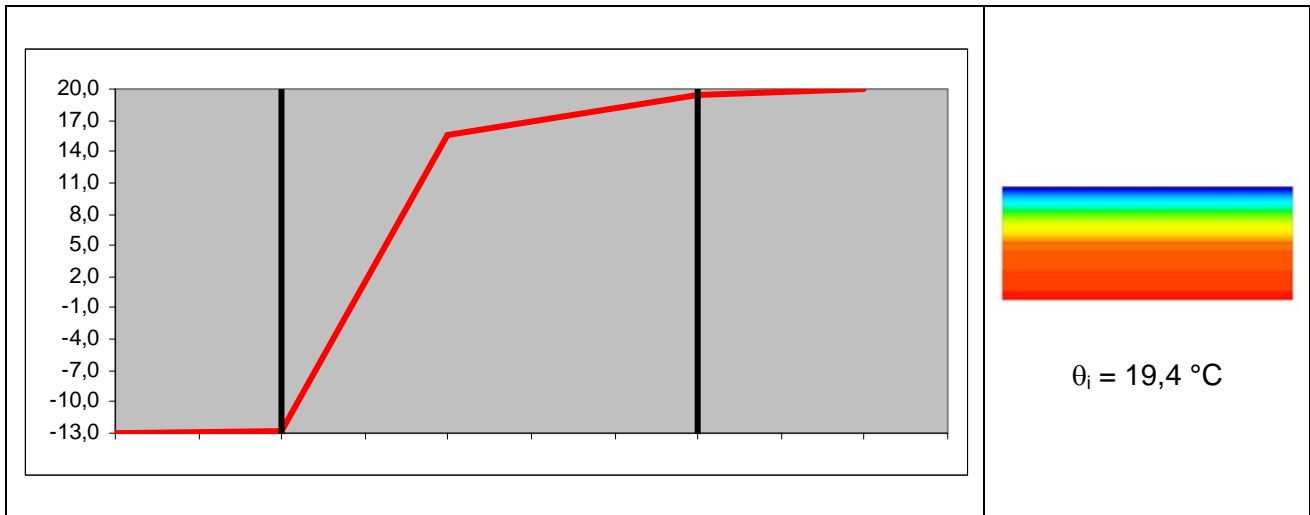
Die Grafik 19 zeigt den Temperaturverlauf für 10 cm Wärmedämmung.

**Grafik 19**



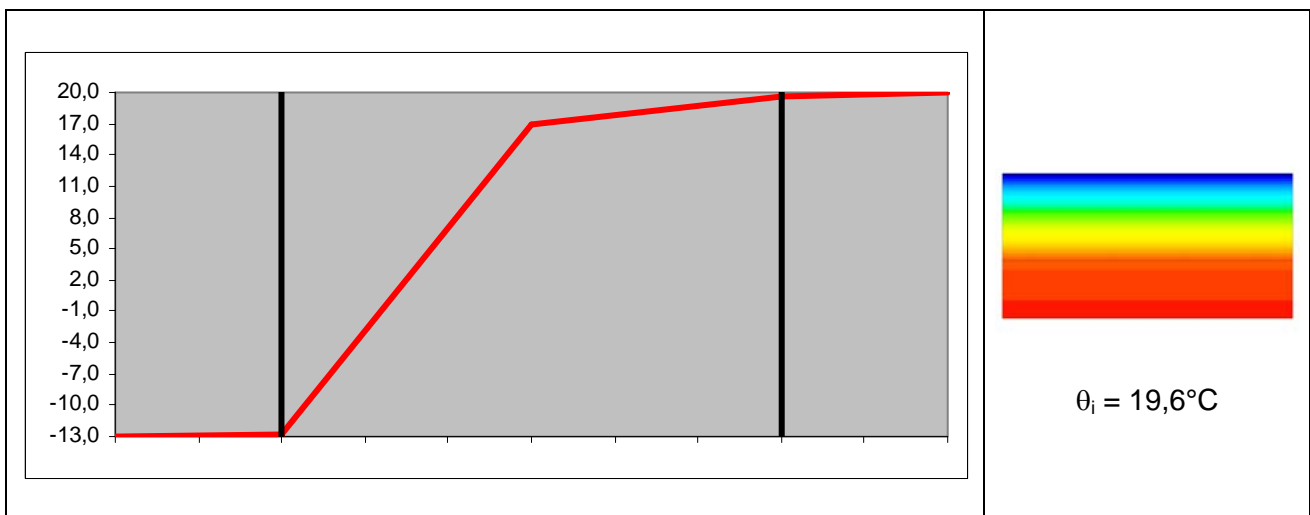
Die Grafik 20 zeigt den Temperaturverlauf für 20 cm Wärmedämmung.

**Grafik 20**



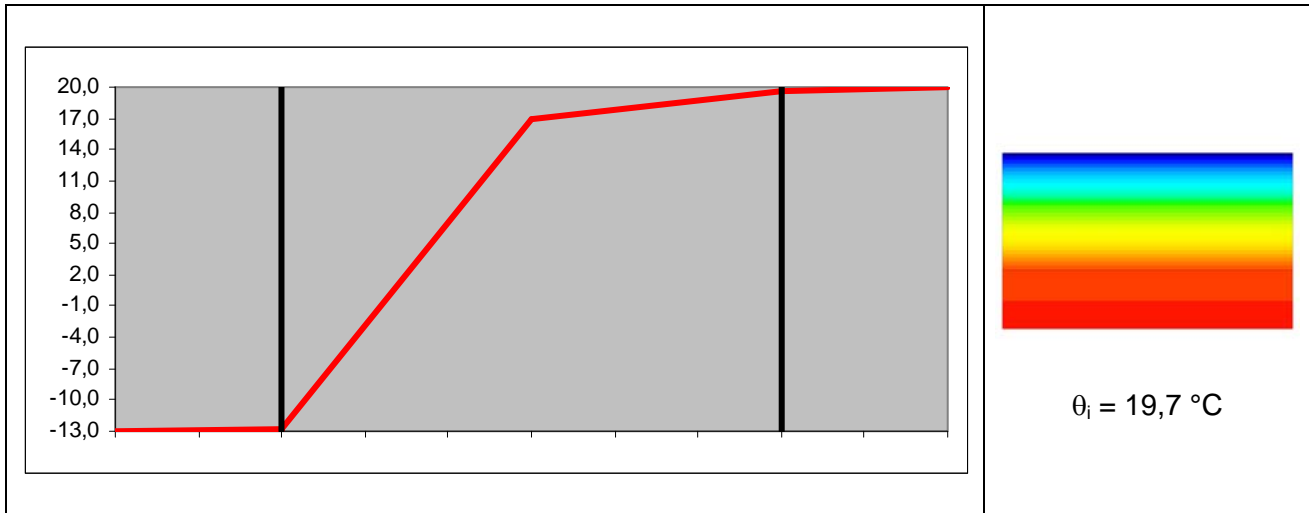
Die Grafik 21 zeigt den Temperaturverlauf für 30 cm Wärmedämmung.

**Grafik 21**



Die Grafik 22 zeigt den Temperaturverlauf für 40 cm Wärmedämmung.

Grafik 22



Mit den oben geschilderten Zusammenhängen über die notwendige Erhöhung der Lufttemperatur im Falle fehlender Wärmedämmung, erhöhen sich die Werte für den Heizwärmebedarf um ca. 20 %, allerdings nur für das oberste Geschoß. Daher gelten bezüglich der angegebenen Verbesserung zwischen Bestand und Sanierung die selben Überlegungen wie im vorigen Abschnitt.

## 7 Finanzielle Auswirkungen

Die Stadt Wien hat bereits sehr früh Vorgaben in ethischer Hinsicht über Materialwahl und Sanierungsmethoden getroffen. Ein typisches Beispiel dafür ist das Projekt „Ökokauf“. Basierend auf vereinzelt Beschlüssen (siehe beispielsweise PVC-Vermeidung) wurden auf anerkannten Standards die Kriterien für den ökologischen Einkauf und die Sanierung von Bauten dargelegt.

Dies erscheint hier insofern wesentlich, da der Gedanke nicht nur von ökologischen Gesichtspunkten, als auch von der Sichtweise der Nachhaltigkeit, bestimmt wurde. Wie vorausschauend diese Sichtweise war, kann aus heutiger Sicht und mit der Betrachtung der Entwicklung des ISO 9000- bzw. GFQM-Modells in Richtung eines CSR-Modells betrachtet werden. Die Nachfolgedokumente für das ISO 9000-Modell wie etwa die ISO 26000, sprechen von einer Verantwortung der Unternehmen gegenüber der sozialen Nachhaltigkeit. Mit einer Veröffentlichung ist 2010 zu rechnen. Speziell für den Bereich Wohnen und des kommunalen Wohnens stellt dies eine große Herausforderung dar. Die Sanierungen, die heute durchgeführt werden, müssen unter Berücksichtigung dieses Konzeptes einerseits, den höchsten, wirtschaftlich vertretbaren, technischen Anforderungen (in bauphysikalischer Sicht) genügen und andererseits auch eine möglichst dauerhafte Sanierung gewährleisten. Unter möglichst dauerhaft ist eine erweiterte Nutzungsdauer zu verstehen. Eine erweiterte Nutzungsdauer, auch unter dem Begriff wie er in der MA 39 in den vergangenen Jahren geprägt wurde, ist eine Nutzungsdauer von Bauteilen bzw. Bauweisen, die durch laufenden Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten mehrfache Nutzungsdauerkreisläufe ermöglichen. Ein Beispiel dafür stellt jedenfalls die bereits mehrfach angeführte Fassadentechnologie auf Basis der Wärmedämm-Verbundsysteme dar (vergleiche dazu 2.2). Durch das Abziehen der Deckschicht und Neuverputzen kann unter Beibehaltung der Wärmedämmschicht jedenfalls ein zweiter Nutzungskreislauf der Bewitterungsebene (Fassadendeckschicht) erzielt werden bzw. auch, soweit erforderlich, eine Verbesserung des Wärmeschutzes durch Aufdoppeln einer zweiten Dämmstofflage erfolgen.

Ein ähnliches Beispiel lässt sich für hochwertige Fensterkonstruktionen finden. Sind hochwertige Fensterkonstruktionen von Anfang an eingeplant, die auch eine Erhöhung des Flügelgewichts ermöglichen, so kann beispielsweise sofern es der Markt bereits anbietet (unter wirtschaftlichen Aspekten), ein Tausch einer Zweischeiben- auf eine Dreischeiben-Verglasung und Ähnliches erfolgen und gleichzeitig dazu ein wesentlicher Beitrag für die Minimierung der Wärmeverluste gefunden werden.

Ebenso ist zu überlegen, ob zukünftig auf den Bauteilanschluss vermehrt Augenmerk gelegt werden soll. Der Bauteilanschluss, wie er derzeit durchgeführt wird, ist getrieben von den wirtschaftlichen Zwängen eines kostengünstigen Einbaues. Die heutigen Instandsetzungen rechnen mit Kosten für die Herstellung eines Baukörperanschlusses des Fensters die opake Außenwand von ca. 5 bis 7 Euro pro Laufmeter. Diese Kosten sind als relativ gering zu bezeichnen, wobei diese geringen Kosten darauf zurückzuführen sind, dass hier eine einfache Schaumontage, durchaus gegen die derzeit vorgesehenen, technischen Vorgaben einer ÖNORM B 5320 stehen.

Betrachtet man die finanziellen Auswirkungen an der Instandsetzung, so zeigt sich relativ bald, dass sämtliche Rechenmodelle abhängig von den Energiekosten eine möglichst hochwertige, dauerhafte und mit einer langen Nutzungsdauer versehene Sanierung bevorzugen.

Es sollte daher die Triebfeder für die künftigen technischen Innovationen jedenfalls im Bereich der Entwicklung von dauerhaften, „reparierbaren“ Konstruktionen betreffend Fassade und Fenster liegen.

Weiters ist auch davon auszugehen, dass je rascher hochwertige Technologien anstelle von Billigtechnologien (entsprechend der leidigen Forcierung des Billigbieterprinzips) zu einer preislichen Verbesserung führen. Speziell der Einsatz der früher teuren Holz-Aluminium-Fenster im großflächigen Objektmaßstab haben dazu geführt, dass doch eine deutliche Verbesserung des Preisniveaus eingeführt wurde.

## 8 Vorschläge THEWOSAN neu

Aus den folgenden Ausführungen ist zu entnehmen, dass die minimale Maßnahme für Sanierungen, die einer Förderung zugeführt werden können, etwa Neubauanforderungen ab dem Jahr 2010 entspricht. Daher wird vorgeschlagen, das Erreichen dieses Niveaus mit einem Sockelbetrag auszustatten und daran anschließend mögliche weitere Verbesserungen bis hin zum Passivhausniveau ohne Abstufung linear zu interpolieren, wobei die Neigung der linearen Interpolation eine gewisse Unterscheidung enthalten sollten.

### 8.1 Allgemeines

Im Folgenden werden nun Vorschläge formuliert, wie Anforderungen für „THEWOSAN neu“ auf Grund der durchgeführten Berechnungen und der hieramtlichen Erfahrung aussehen sollten bzw. könnten.

Diesen Vorschlägen vorangestellt sei vorab, dass es drei Gruppen von Anforderungen aus Sicht der MA 39 geben sollte:

1. Die erste Anforderungsgruppe sind derart gestaltete Anforderungen, dass absolute Zahlen hinsichtlich des Heizwärmebedarfs unterschritten werden sollten (allenfalls das 1,x-fache).
2. Die zweite Anforderungsgruppe sind typische Differenzanforderungen; das heißt, es wird der Unterschied zwischen dem Bestand und der sanierten Variante berechnet (allenfalls das 0,x-fache).
3. Die dritte Anforderungsgruppe erschließt ein völlig neues Feld möglicher Sanierungen, die darauf abzielen, fossile Energieträger aus dem Bereich Raumwärme und Warmwasser möglichst zu substituieren.

Allen diesen Vorschlägen sind mehrere Stufen zugeordnet. Um zu vermeiden, dass Förderungen in minimalistischer Art und Weise konsumiert werden, ist neben der Nachweisführung für die konkrete Förderung - die selbstverständlich eine günstige Unterschreitung der Anforderungen zeigen muss - eine ebensolche Nachweisführung vorzulegen, in der dargelegt wird, dass die jeweils nächst höhere Stufe aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht erreicht werden kann.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass bezüglich der Höhe von Förderungen – dem Gedankengang des vorherigen Absatzes folgend – auf Grund der Nichterreichbarkeit der nächst höheren Anforderungen infolge wirtschaftlicher oder technischer Gründe, eine weitgehende Freiheit ableitbar ist.

Sollten bereits Wärmedämmmaßnahmen im Zuge einer Sanierung gesetzt und noch nicht gefördert worden sein, sind diese jedenfalls geeignet in die Förderung miteinbezogen und somit auch technisch berücksichtigt zu werden.

### 8.2 Niedrigenergiestandard (17er-Linie)

Unter dem Begriff Niedrigenergiestandard als Förderungsgegenstand werden in der Folge entweder definitionsabhängige oder ensembleabhängige Zielwerte formuliert:

- Der Niedrigenergiestandard (17er-Linie) – entsprechend der ersten Anforderungsgruppe - folgt einerseits der strengen Festlegung aus der ÖNORM B 8110-1 für Niedrigenergiegebäude und andererseits – entsprechend der zweiten Anforderungsgruppe – dem Niveau des Abschnittes 3.3 (20 cm OD, 16 cm AW, 1,3 W/m<sup>2</sup>K FE).
- Entsprechend den Ausführungen bezüglich des vorletzten Absatzes ist natürlich eine Förderung bei Erreichen des Niedrigenergiestandards nur dann zu gewähren, wenn durch bautechnische Maßnahmen alleine Niedrigstenergiestandard nicht erreicht werden kann.

Ebenso bedeutet dies, dass die Differenzenförderung zum Bestand hinsichtlich ihrer Anforderung zahlenwertmäßig für jedes Gebäude erst berechnet werden muss.

### **8.3 Niedrigstenergiestandard (13er-Linie)**

Unter dem Begriff Niedrigstenergiestandard als Förderungsgegenstand werden in der Folge entweder definitionsabhängige oder ensembleabhängige Zielwerte formuliert:

- Der Niedrigstenergiestandard (13er-Linie) – entsprechend der ersten Anforderungsgruppe - folgt einerseits der strengen Festlegung aus der ÖNORM B 8110-1 für Niedrigstenergiegebäude und andererseits – entsprechend der zweiten Anforderungsgruppe – dem Niveau des Abschnittes 3.3 (40 cm OD, 16 cm AW, 0,8 W/m<sup>2</sup>K FE).
- Entsprechend den Ausführungen bezüglich des vorletzten Absatzes ist natürlich eine Förderung bei Erreichen des Niedrigenergiestandards nur dann zu gewähren, wenn durch bautechnische Maßnahmen Niedrigstenergiestandard nicht erreicht werden kann.

Dieser Standard könnte als Bezeichnung einen Ausdruck führen, der den Terminus „...mit ausgewählten Passivhauskomponenten“ beinhaltet.

### **8.4 Passivhausstandard**

Unter dem Begriff Passivhausstandard als Förderungsgegenstand werden in der Folge entweder definitionsabhängige oder ensembleabhängige Zielwerte formuliert:

- Der Passivhausstandard (12er-Niveau) – entsprechend der ersten Anforderungsgruppe - folgt einerseits den strengen Festlegungen des zukünftigen Beiblatts 1 zur ÖNORM B 8110-1 „Passivhäuser“ und andererseits – entsprechend der zweiten Anforderungsgruppe – dem Niveau des Abschnittes 3.3 (0,1 W/m<sup>2</sup>K OD, 0,1 W/m<sup>2</sup>K AW, 0,8 W/m<sup>2</sup>K FE).
- Dieser Standard könnte als Bezeichnung einen Ausdruck führen, der den Terminus „...mit bautechnischen Passivhauskomponenten“ beinhaltet.

### **8.5 Das „Zwillings-Förderungs-Modell“**

Dieses Modell stellt eine Besonderheit im vorgeschlagenen Förderungsreigen dar. Dazu ist grundsätzlich die Sanierung zweier Gebäude - beide nach der Sanierung fernwärmeversorgt - möglichst ähnlicher Größe vorzusehen. Eines davon sollte bisher fernwärmeversorgt sein, das andere gas- oder ölversorgt. Gelingt es nun,



beide Gebäude gleichzeitig derart zu sanieren, dass die Summe der Endenergiebedarfe beider Gebäude nach der Sanierung dem Endenergiebedarf des fernwärmeversorgten Gebäudes vor der Sanierung entsprechen, so wäre diese Förderung zu gewähren.

Das politische Ziel hinter diesem Förderungsmodell ist die klare, strategische Zielsetzung, fossile Energieträger (oder anderen erneuerbaren Energieträgern) aus der Individualnutzung zu verdrängen.

## **8.6 Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung**

Aus Sicht der MA 39 sollten derartige Systeme grundsätzlich gefördert werden, wobei hier die in der OIB-Richtlinie 6 und in früheren Förderungsvorschriften gegebenen Erschwernisse nicht nachvollziehbar sind. Es sind daher grundsätzlich, neben den oben angeführten bautechnisch erreichbaren Förderungsebenen, zusätzliche Mittel vorzusehen, die derartige Systeme fördern. Selbstverständlich ist dazu die Dichtheit des Gebäudes ( $n_{50} \leq 0,6$ ) nachzuweisen. Je nach Wärmerückgewinnungsart, sollte die Förderungshöhe zwischen 11 kWh/m<sup>2</sup>a (für 50 % Wärmerückgewinnung) und 16,5 kWh/m<sup>2</sup>a (für mehr als 75 % Wärmerückgewinnung) liegen.

## **8.7 Kontrollierte Abluftanlagen**

Kann im Rahmen der Sanierung aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen keine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut werden, so sollte die Förderung von kontrollierten Abluftanlagen vorgesehen werden. Dafür sollte die Förderungshöhe so wie 5,5 kWh/m<sup>2</sup>a (entsprechend einer 25%igen Luftwechselfersparnis bei geminderten Wohnfeuchteproblemen) liegen.

Geeignete Prüfverfahren für die Praxistauglichkeit und Haltbarkeit derartiger Systeme sind zu entwickeln.

## **8.8 Verbesserung des Heiztechnikenergiebedarfs „EnWoSan“**

Wie unter dem Abschnitt Haustechnik / Verbesserung des Heiztechnikenergiebedarfs bereits angeführt, sollte die Möglichkeit geschaffen werden, Verbesserungen des Heiztechnikenergiebedarfes ebenfalls einer Förderung zuzuführen. Die Höhe dieser Förderung sollte derart berechnet werden, dass die Verbesserung einer Verbesserung des Heizwärmebedarfes hinzugerechnet wird und daraus eine entsprechende Förderungshöhe berechnet wird.

- Verbesserung der Regelfähigkeit
- Verminderung der Heizkreismitteltemperatur
- Erhöhung der Wärmedämmung der Verteilleitungen
- Erhöhung der Wärmedämmung der Steigleitungen
- Erneuerung des Wärmespeichersystems
- Erneuerung des Wärmebereitstellungssystems

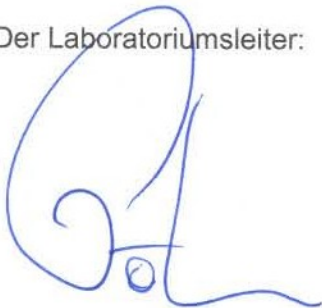
Die Autoren sind sich darüber bewusst, dass THEWOSAN bisher schon thermisch-energetische Wohnhausanierung benannt wurde. Allerdings stand im technischen Sinne die thermische Sanierung entsprechend einer bauphysikalischen Sanierung im engeren Sinne dabei im Vordergrund. Die energetische Sanierung entsprechend einer haustechnischen Sanierung im engeren Sinne des gegenständlichen Abschnittes wäre davon zu unterscheiden.

## 9 Schlussbemerkung

Diese Studie ist nur für den Auftraggeber im Rahmen seines Auftrages bestimmt. Eine Weitergabe an Dritte ist untersagt. Die MA 39 behält sich vor, die Studie zu ändern, sofern neue oder zusätzliche Erkenntnisse die Befundaufnahme ergänzen.

Wien, 31. Dezember 2007

Der Laboratoriumsleiter:



Dipl.-Ing. Dr. techn. C. Pöhn  
Oberstadtbaurat

Der Leiter der Prüf-, Überwachungs-  
und Zertifizierungsstelle:



Dipl.-Ing. G. Pommer  
Oberstadtbaurat

## 10 Literatur

- „Baukonstruktionen – Band 1 – Bauphysik“ (Pech, Pöhn, Springer Verlag, 2004)
- „Baukonstruktionen – Band 1/1 – Bauphysik – Erweiterung 1 – Energieeinsparung und Wärmeschutz – Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz“ (Pöhn, Pech, Bednar, Streicher, Springer Verlag, 2006)
- Leitfaden 6 „Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 25.4.2007)
- Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 25.4.2007)
- ÖNORM B 8110-1 „Wärmeschutz im Hochbau – Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- ÖNORM B 8110-5 „Wärmeschutz im Hochbau – Klimamodell und Nutzungsprofile“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- ÖNORM B 8110-6 „Wärmeschutz im Hochbau – Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- ÖNORM H 5055 „Energieausweis für Gebäude“ (Österreichisches Normungsinstitut, 2007)
- ÖNORM H 5056 „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Heiztechnik-Energiebedarf“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- ÖNORM H 5057 „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Raumluftechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nicht-Wohngebäude“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- ÖNORM H 5058 „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Kühlenergiebedarf“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- ÖNORM H 5059 „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf“ (Österreichisches Normungsinstitut, 1.8.2007)
- Statistische Jahrbücher (Statistik Austria, Wien)
- Kyoto-Fortschrittsbericht 1990-2005 (Umweltbundesamt, Wien 2007)
- Energiebilanzen 1988-2006 (Statistik Austria, Wien)