

# TU

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

## DIPLOMARBEIT

### Master`s Thesis

#### Bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen von Wohnhäusern der Stadt Wien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs  
unter der Leitung von

O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. DDr.techn. Jürgen DREYER  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Azra KORJENIC

Institut für Hochbau und Technologie  
Zentrum für Bauphysik und Bauakustik

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät für Bauingenieurwesen

Von

Julia MAYDL

9825598

Schindlergasse 6, 1180 Wien

Wien, im April 2007

## **Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig geschrieben und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Wien, im April 2007

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die diese Diplomarbeit ermöglicht haben:

Zuallererst gilt mein Dank Herrn Univ. Prof. Dipl.Ing. DDr. Jürgen Dreyer, dass ich am Institut für Hochbau und Technologie, Zentrum für Bauphysik und Bauakustik, meine Arbeit schreiben konnte.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Betreuerin Dr. Azra Korjenic, die sich immer für mich Zeit genommen hat, um mir bei Schwierigkeiten zu helfen.

Weiters danke ich Dr. Demacsek, Geschäftsführer der GPH, der mir mit Rat und Tat zur Seite stand und mir bei der Sammlung von Informationen geholfen hat, sowie Mag. Trojan, Stv. Geschäftsführerin des Wohnfond Wien, für die Bereitstellung von Unterlagen.

Danke auch meinen Freunden für ihre Unterstützung in schwierigeren Zeiten.

Schließlich möchte ich mich auch noch sehr herzlich bei meinen Eltern bedanken, dass sie mir mein Studium ermöglicht und mich sowohl finanziell als auch moralisch in dieser Zeit unterstützt haben.

## Zusammenfassung

Durch die Verpflichtung Österreichs im Zuge der Kyoto-Ziele seine Treibhausgasemissionen um 13% gegenüber dem Basisjahr 1990 zu verringern, entstanden sowohl Klimaschutzprogramme der Bundesregierung als auch der Länder. Die Programme beinhalten verschiedene Maßnahmen um den Ausstoß schädlicher Treibhausgase, allen voran CO<sub>2</sub>, zu minimieren. Ein Schwerpunkt wurde dabei dem Sektor Wohnen und Bauen zugesprochen, da hier sehr viel Potenzial vorhanden ist. Denn thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen haben nicht nur einen positiven Einfluss auf die Energiekennzahl eines Gebäudes, sondern auch auf die Heizkosten, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und auf das Raumklima.

Im Zuge dieser Arbeit wurden verschiedene Untersuchungen angestellt, um die bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen zu überprüfen. Neben der Auswertung vorhandener Daten wurden auch eigene Untersuchungen durchgeführt. Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer Dämmung sowie der Amortisationszeit wurde ebenso behandelt wie der Einfluss der Dämmstoffdicke auf den Heizwärmebedarf oder eine Analyse der typisch auftretenden Bauschäden. Eine Befragung der involvierten Mieter sollen die in der Arbeit dargestellten theoretischen Hintergründe praktisch veranschaulichten und eventuellen Abweichungen in der subjektiven Wahrnehmung der Nutzer von den theoretischen bauphysikalischen Überlegungen aufzeigen.

## **Abstract**

In the frame work of the Kyoto Protocol Austria has committed to reduce its greenhouse gas emissions until 2008/2012 by 13% on the base of 1990. Therefore the Federal Government as well as the provincial governments have implemented programs for the protection of climate including several measures to reduce the emission of hazardous greenhouse gases mainly carbon dioxide. Regarding the enormous potential reduction activities were mainly focused on residential buildings. The refurbishment of the building envelope reduces the heating costs as well as the carbon dioxide emissions and improves the indoor climate.

Several investigations were taken to check the utility of thermal refurbishment under structural and physical conditions. Plenty of data available in the line of several expertises of existing residential buildings were analysed and completed by additional investigations. The economic efficiency of thermal insulations is pointed out as well as the period of repayment or the influence of the thickness of insulation on the heating energy demand or characteristic building failures. Tenants of one of the analysed residential buildings were interviewed how the theoretical background and practical experiences coincide.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1	Hintergrund .....	5
1.2	Ziel .....	7
1.3	Gewählte Vorgangsweise .....	8
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>9</b>
2.1	Allgemeine Vorbemerkungen zum Sanierungsbedarf im österreichischen Wohnbestand .....	9
2.1.1	Kyoto-Ziele.....	11
2.2	Energieeinsparung.....	13
2.3	Klimaschutz.....	18
2.4	Gegenstrategien .....	19
2.4.1	Klimaschutzprogramm der Bundesregierung.....	19
2.4.2	Klimaschutzprogramm der Stadt Wien .....	22
2.4.3	Thermisch energetische Wohnhaussanierung .....	29
2.5	Rechtliche Rahmenbedingungen und Regelwerke.....	32
2.5.1	Allgemeines .....	32
2.5.2	Grundlagen zur Berechnung des Heizwärmebedarfs .....	33
2.5.3	EU-Gebäuderichtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ .....	36
<b>3</b>	<b>Eigene Untersuchungen und Vorgehensweise</b> .....	<b>39</b>
3.1	Auswertung vorhandener Daten .....	40
3.1.1	Sanierungskosten .....	43
3.1.2	Sanierungsmaßnahmen .....	45
3.2	Eigene Untersuchungen .....	46
3.2.1	Einfluss des Baujahres und der Bauweise auf die EKZ.....	46
3.2.2	Einfluss der Dämmstoffdicke auf die EKZ.....	49
3.2.3	Wirtschaftlichkeit der Dämmung .....	53
3.2.4	CO <sub>2</sub> -Einsparung durch thermische Sanierungen.....	55
3.2.5	Restlebensdauer und Amortisationszeit .....	58
3.2.6	Wärmebrücken .....	60
3.2.7	Befragung der Mieter .....	64
3.2.8	Typische Bauschäden .....	67
<b>4</b>	<b>Bestandsanalyse</b> .....	<b>70</b>

---

<b>5</b>	<b>Auswertung .....</b>	<b>72</b>
	5.1 Einfluss des Baujahres und der Bauweise auf die EKZ.....	72
	5.2 Einfluss der Dämmstoffdicke auf die EKZ .....	76
	5.3 Wirtschaftlichkeit der Dämmung .....	82
	5.4 CO <sub>2</sub> -Einsparung durch thermische Sanierung.....	85
	5.5 Amortisationszeit.....	95
	5.6 Wärmebrücken.....	98
	5.7 Befragung der Mieter .....	109
	5.8 Typische Bauschäden .....	118
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>129</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>131</b>
<b>9</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>133</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Die Sanierung des Gebäudebestandes gewinnt nach wie vor an Bedeutung und hat beispielsweise im Bereich des Hochbaus der Stadt Wien den Neubau bereits weit übertroffen. Nach Ende des 1. Weltkrieges 1918 hat man in Wien begonnen, städtische Wohnhäuser zu errichten. Im Zuge des Wiederaufbaues nach dem 2. Weltkrieg 1945 und durch den kriegsbedingten enormen Neubaubedarf erlebte Wien einen regelrechten „Wohnbauboom“.

Während man bis in die 50er Jahre beinahe ausschließlich Ziegel (NF-Ziegel) zum Bauen verwendet hat, kommen in den 60er und 70er vermehrt Beton, bewehrter Beton, Betonfertigteile und andere neue Bauprodukte zum Einsatz. Im Zuge dieser neuen Entwicklungen reduzierte man die Wandquerschnitte, um möglichst „wirtschaftlich“ zu sein. Viele Ziegelbauten weisen noch Wanddicken bis zu 51cm auf, während die Wohnhäuser aus Beton oder Mantelbeton nur noch Wandstärken von 25-38cm vorweisen. Durch das Verringern der Wanddicken erhöht sich allerdings der Wärmedurchgang.

Die zunehmende Bedeutung der Sanierung gegenüber dem Neubau kann als unbestritten angesehen werden, was auch in zahlreichen Publikationen unterstrichen wird. Woraus resultiert die Bedeutung der Sanierung? In Zukunft werden die Bauprojekte in Wien zu  $\frac{2}{3}$  aus Sanierungsarbeiten und nur noch zu einem  $\frac{1}{3}$  aus Neubauarbeiten bestehen, wobei der Wert des Neubaus weiter am Sinken ist.

In den 60er Jahren erlebte Wien auf Grund technischer Entwicklungen und wirtschaftlichen Aufschwungs einen Bauboom. Innerhalb kürzester Zeit sollte viel Wohnraum mit möglichst geringen Kosten geschaffen werden. Langfristige Aspekte waren damals kein Thema. Während ein Wohnhaus aus der Gründerzeit, das heißt vor 1918, aus 5-7 verschiedenen Baumaterialien besteht, kommen beim Bau eines Hauses in den 60er und 70er Jahren an die 10-15 verschiedenen Materialien zum Einsatz.

Die Bedeutung des Zementsteins für die Korrosion der Bewehrung war zu dieser Zeit noch nicht bekannt, insbesondere nicht die Karbonatisierung. Unter Karbonatisierung versteht man die Umwandlung von Kalziumhydrat unter Zuhilfenahme von Wasser und Luft zu Kalziumcarbonat. Diese Umwandlung ist mit einem Absinken des pH-Wertes von 13 auf 9 verbunden.

Ebenso war das Eindringvermögen von CO<sub>2</sub> noch nicht ausreichend erforscht. Da CO<sub>2</sub> wenige Zentimeter in den Beton eindringen kann, ist eine ausreichende Betondeckung von großer Bedeutung. Seit Kenntnis dieses Vorganges wurde auch die Mindestdicke der Betondeckung immer wieder sukzessive angehoben. Das ist auch der Grund, warum viele Häuser aus eben diesem Zeitraum in der Tragkonstruktion häufig Mängel aufweisen. Zu erkennen sind diese allerdings oft erst, wenn bereits Rostfahnen oder Betonabplatzungen vorhanden sind.

In der Folge der ersten Energiekrise 1973 sind zwei Aspekte in das allgemeine Bewusstsein gelangt: Energie kostet Geld und kann auch plötzlich um vieles teurer werden. Außerdem ist Österreich gezwungen fossile Energieträger aus dem Ausland zu importieren und ist somit von anderen abhängig. In Folge dessen sind ab Mitte der 70er Jahre die Wärmeschutzanforderungen für die Gebäudehülle verschärft worden. Das bedeutet nun, dass sowohl ein bautechnischer als auch ein energetischer Sanierungsbedarf vorhanden ist. Der Wärmedurchgang durch die Gebäudehülle ist zu hoch, auch entsprechen Energieerzeugung und Energiebereitstellung nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Wichtig ist, dass nicht nur die Gebäudehülle, sondern auch die Energieerzeugung/Energiebereitstellung überprüft und gegebenenfalls auch erneuert werden, da diese Komponenten in direktem Zusammenhang zueinander stehen und nicht getrennt zu bewerten/beachten sind.

Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen hat auf der einen Seite monetäre Beweggründe. So können aus der Sicht der Nutzer (Mieter oder Eigentümer) Kosten gesenkt werden, aus volkswirtschaftlicher Sicht kann der Import von Erdgas oder Erdöl reduziert werden. Andererseits sind in den letzten 10 Jahren auch Umweltaspekte Anlass für Sanierungsmaßnahmen geworden. Die zur Erzeugung von Heizwärme erforderlichen Verbrennungsvorgänge rufen klimaschädliche Emissionen hervor (vor allem CO<sub>2</sub>), die einen großen Anteil am Treibhauseffekt liefern.

Ursachen für einen zu hohen CO<sub>2</sub>-Ausstoß sind zu einem 1/3 die Industrie, zu 1/3 der Verkehr und zu einem weiteren 1/3 die Gebäudebeheizung. Daher kommt der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes große Bedeutung zu. Einen nennenswerten Beitrag zum Erreichen der Kyoto-Ziele liefert nicht so sehr der Neubau, sondern die Sanierung des Gebäudebestandes. Die Politik hat das vor einiger Zeit auch erkannt und Strategieprogramme entwickelt, die die verschiedensten Förderungsprogramme zur Folge hatten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die wichtigsten Hintergründe der thermischen Sanierung sind: [/44/]

- Senkung der Betriebskosten durch Verringerung des Heizwärmebedarfs
- Volkswirtschaftliche Aspekte durch eine Verringerung des Imports von fossilen Energieträgern
- Umweltaspekte: Klimaschutz und, Treibhauseffekt

## 1.2 Ziel

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit liegt der Schwerpunkt der Betrachtungen auf der thermisch-energetischen Sanierung städtischer Wohnhäuser der Stadt Wien. Alle Bauten, auf die in dieser Arbeit eingegangen wird, wurden in den Jahren 1945 bis 1982 errichtet.

Ein enormer Betrag an Steuergeldern wird für die thermische Sanierung städtischer Wohnhäuser verwendet. Es soll nun überprüft werden, wie effizient diese Sanierungsmaßnahmen sind und wie viel Ersparnis bzw. Einsparungen in Bezug auf schädliche Emissionen, Heizkosten, Heizwärmebedarf, etc. zu erreichen sind.

Im Zuge dieser Arbeit sollen folgende Punkte bearbeitet werden

- Auswertung der bisherigen Sanierungen
- Gegenüberstellungen von Sanierungsaufwand und erzielten Einsparungen (auf monetärer Ebene)
- Gegenüberstellungen der errechneten Reduzierung des Heizwärmebedarfs mit dem tatsächlichen
- Zusammenhang zwischen dem thermischen Zustand eines Gebäudes und der Bauweise bzw. dem Alter
- quantitativer Beitrag der Sanierungen zum Klimaschutz
- häufig vorkommende Problembereiche, z.B. Wärmebrücken bei Loggien oder Balkonen
- in wie weit werden bei jetzigen Sanierungen Lebenszyklusaspekte wie beispielsweise die Restlebensdauer beachtet

### 1.3 Gewählte Vorgangsweise

Die Beleuchtung der rechtlichen Rahmenbedingungen (Bauvorschriften, Förderungsprogramme, Klimaschutzstrategien) ist ein wichtiger Punkt. Es werden weiters die erforderlichen Daten zu bereits durchgeführten oder vorbereiteten Sanierungen am Beispiel dreier Wiener Gemeindebezirke (Wien-Landstraße, Wien-Wieden; Wien-Simmering) gesammelt. Diese Daten umfassen unter anderem Angaben über die Anzahl der bereits sanierten Gebäude, über Sanierungskosten, über Sanierungsmaßnahmen, über die Ersparnis bei den Heizkosten nach einer bereits durchgeführten Sanierung. Im Anschluss daran wird untersucht, ob es bei diesen ausgewählten Bauten auch zu häufig vorkommenden Problembereichen (Wärmebrücken) kommt und wie diesen entgegen gewirkt werden kann. Ebenso sollen sonstige bautechnische Probleme bzw. konstruktive Sanierungsmaßnahmen erfasst werden.

Die Aufbereitung der Ergebnisse sowie deren Auswertung werden am Ende durchgeführt. Eine Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für künftige Sanierungen schließt die Arbeit letztendlich ab.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Allgemeine Vorbemerkungen zum Sanierungsbedarf im österreichischen Wohnbestand

Jedes Gebäude altert – das eine schneller, das andere langsamer. Die gewählte Bauweise beeinflusst diesen Alterungsprozess ganz besonders. So sind bestimmte Bauweisen leichter reparierbar als andere. Dies lässt sich beispielsweise an einem aus der Gründerzeit stammenden Gebäude in Vollziegelmauerwerk demonstrieren: zusätzliche Wände können bei kleinformatischen Mauersteinen durch Verschmatzen eingebaut werden. Der in der Regel verwendete Kalk- bzw. Kalkzementputz kann im Falle örtlicher Ablösungen kleinräumig ergänzt bzw. ausgebessert werden. Auch können einzelne beschädigte Ziegel ohne großen Aufwand ausgetauscht werden (gleiches Format vorausgesetzt).

Bei einem Hochlochziegelmauerwerk sieht das schon wesentlich schwieriger aus. Mechanische Einwirkungen an der Oberfläche können die dünnen Ziegelstege tiefgehend beschädigen.

Betrachtet man eine Holzriegelbauweise, kann man erkennen, dass bei Vorhandensein eines vermorschten Stehers zumindest auf einer Seite die gesamte Verkleidung abgenommen werden muss und durch eine neue ersetzt werden muss.

Der Lebensdauer von Baustoffen und Bauteilen wurde ebenso wenig wie dem Instandhaltungsaufwand Beachtung geschenkt. Darin ist auch einer der Gründe zu suchen, warum insbesondere in den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts quasi ein Tiefpunkt der Baukultur erreicht wurde. Kurzfristige Bedarfsdeckung wurde über den langfristigen Nutzen gestellt. Das zeigt sich heute in einer vergleichsweise raschen Alterung und einer verminderten Reparierbarkeit.

Tabelle 2-1: Einteilung der Gebäude nach der Bauperiode (Quelle: Statistik Austria, Gebäude- und Wohnungszählung 2001, Hauptergebnisse Wien)

Gemeindebezirk, Zählbezirk	Gebäude						
	Insgesamt	Bauperiode					
		vor 1919	1919 bis 1944	1945 bis 1960	1961 bis 1980	1981 bis 1990	1991 oder später bzw. nicht rekonstruierbar
<b>9 Wien</b>	<b>168.167</b>	<b>35.014</b>	<b>27.144</b>	<b>22.631</b>	<b>38.011</b>	<b>17.729</b>	<b>27.638</b>
<b>903 Wien 3., Landstraße</b>	<b>3.952</b>	<b>2.050</b>	<b>403</b>	<b>444</b>	<b>450</b>	<b>238</b>	<b>367</b>
01 Weißgerber	497	385	29	16	27	15	25
02 Landstraße	451	284	16	23	54	36	38
03 Belvedere-Diplomatenvtl.	376	236	37	44	27	3	29
04 Fasangasse	354	181	27	78	60	2	6
05 Rudolphspital-Rennwegkas.	350	207	4	14	44	13	68
06 Erdberg	605	286	114	82	60	29	34
07 Erdberger Mais-St Marx	262	56	6	50	43	37	70
08 Arsenal	259	16	21	58	70	51	43
09 Ungargasse	420	302	13	27	37	15	26
10 Altes Gaswerk	257	94	87	15	17	28	16
11 Wildganshof	121	3	49	37	11	9	12
<b>904 Wien 4., Wieden</b>	<b>1.583</b>	<b>1.044</b>	<b>80</b>	<b>179</b>	<b>169</b>	<b>43</b>	<b>68</b>
01 Technische Hochschule	163	99	33	9	15	2	5
02 Argentinierstraße	533	361	26	53	50	15	28
03 Wiedner Hauptstraße	637	462	13	46	69	17	30
04 Schaumburgergrund	250	122	8	71	35	9	5
<b>911 Wien 11., Simmering</b>	<b>7.303</b>	<b>763</b>	<b>1.089</b>	<b>1.375</b>	<b>1.776</b>	<b>832</b>	<b>1.468</b>
01 Gaswerk Simmering	293	28	56	20	70	26	93
02 Alt-Simmering	685	178	91	145	181	38	52
03 Enkplatz	739	151	108	168	145	69	98
04 Geiselberg	367	49	36	107	82	48	45
05 Hasenleiten	910	47	322	198	210	69	64
06 Zentralfriedhof	102	22	7	2	21	10	40
07 Obere Simmeringer Haide	1.272	74	224	389	302	92	191
08 E-Werk Simmering	133	1	9	9	7	12	95
09 Untere Simmeringer Haide	386	57	29	57	77	49	117
10 Leberberg	1.109	31	59	89	335	186	409
11 Kaiser-Ebersdorf	567	88	49	87	153	33	157
12 Albern	137	16	29	19	24	20	29
13 Simmeringer Bad	603	21	70	85	169	180	78

Aus dieser Darstellung, die die Anzahl der Gebäude je Jahrzehnt genau angibt, lässt sich nun erkennen, dass in den nächsten Jahren ein enormer Sanierungsbedarf in technischer Hinsicht zu erwarten ist. Das ist dadurch zu erklären, dass durch die billige und schnelle Bauweise in den 60er und 70er Jahren bautechnische und statisch konstruktive Mängel zu beheben sind. Dazu werden schließlich noch im Hinblick auf die Kyoto-Ziele und diverser anderer Umweltaspekte ebenfalls thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen fällig.

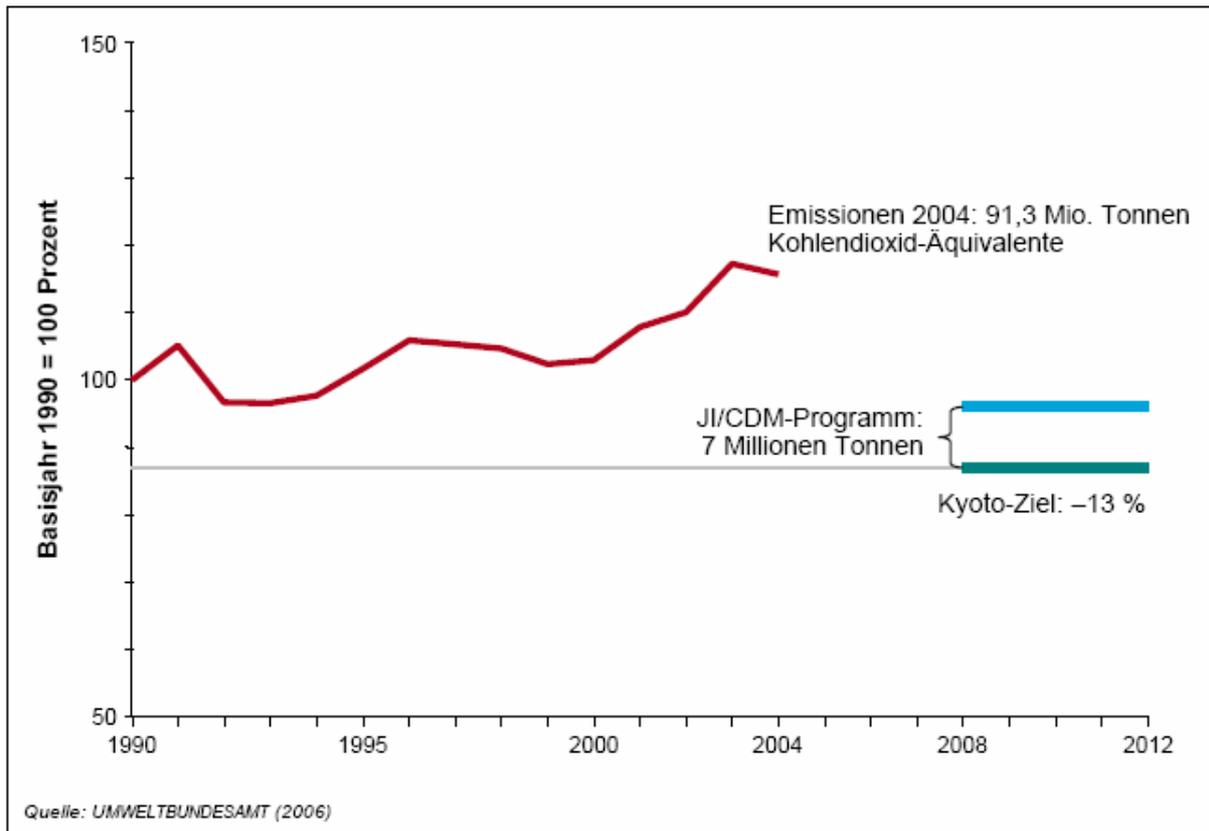
Die Sanierung des Gebäudebestandes gewinnt immer mehr an Bedeutung. Einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Kyoto-Ziele kann nur durch (thermische) Sanierung und weniger durch den Neubau erfolgen.

### 2.1.1 Kyoto-Ziele

Immer wieder ist in den Printmedien, aber auch im Fernsehen von den so genannten Kyoto-Zielen und einer Reduktion der Treibhausgasemission zu lesen bzw. zu hören. Viele Leute wissen aber gar nicht, worum es bei diesem Vorhaben geht und was dabei zu beachten oder zu tun ist. Was haben die Kyoto-Ziele überhaupt mit der Sanierung von Wohnbauten und mit der Bauwirtschaft im Allgemeinen zu tun?

Grundlage des Kyoto-Protokolls ist die Klimaschutzkonvention des Erdgipfels von Rio de Janeiro. Darin hatte die Staatengemeinschaft 1992 unter anderem vereinbart, den Ausstoß der Treibhausgase so zu begrenzen, dass *„sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können“*. [169]

1997 haben sich die Europäische Union und ihre Mitgliedsstaaten sowie andere Industriestaaten aus allen Teilen der Welt auf der UN-Klimakonferenz in Kyoto (Japan) dazu verpflichtet, ihre Treibhausgase um 8% gegenüber 1990 zu reduzieren. Zu den im Kyoto-Protokoll aufgezählten Gasen zählen Kohlendioxid (das für rund die Hälfte des Treibhauseffekts verantwortlich gemacht wird), Methan, Lachgas, perfluorierte und teilhalogenisierte Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluorid. Da in den Mitgliedsstaaten zum Teil sehr unterschiedliche Voraussetzungen für die Reduktion von Emissionen bestehen, wurde das Reduktionsziel der EU auf die Mitgliedsstaaten aufgeteilt (Bild 2-2 zeigt die unterschiedlichen Reduktionsziele). Das Reduktionsziel für Österreich wurde dabei auf 13% festgelegt. Diese Reduzierung hat bis 2012 zu erfolgen. In einem Bericht des Umweltbundesamtes vom Jänner 2005 zeigt sich allerdings ein deutlicher Anstieg der Treibhausgase. Nach heutigen Einschätzungen weist Österreich nun bereits einen Anstieg von +20% gegenüber dem Kyoto-Basisjahr auf (Bild 2-1). Ein Bereich in dem die gefährlichen Treibhausgase reduziert werden könnten, ist der Bereich Wohnen und Bauen.



Anmerkung: Zielsetzung des österreichischen JI/CDM-Programms ist die Schließung der Lücke zwischen dem Kyoto-Ziel und den möglichen inländischen Treibhausgas-Reduktionen (siehe Kapitel 1.2).

Bild 2-1: Index-Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel (Quelle: Umweltbundesamt, Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2004)

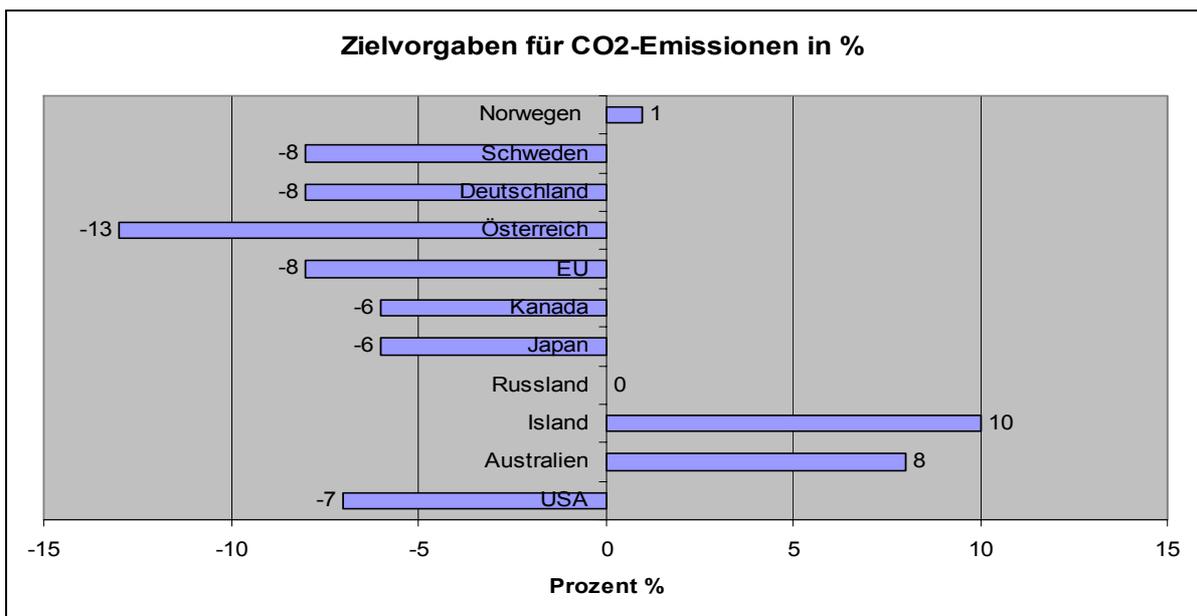


Bild 2-2: Zielvorgaben für CO<sub>2</sub>-Emissionen für einige Länder

Maßnahmen, die im Inland zum Tragen kommen sind unter anderem Raumwärme sowie die Energieaufbringung.

#### Maßnahmenprogramm Raumwärme:

Der weitaus größte Raumwärmebedarf fällt in Gebäuden für Wohnzwecke an (ca. 75%).

Daher wurden einige Punkte überlegt, die eine Reduktion der Emission mit sich führen können. [/61/]

- thermisch energetische Althausanierung – Wohngebäude

Um das angestrebte Reduktionspotential von 1,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr durch thermisch energetische Sanierungsmaßnahmen erreichen zu können, muss zu allererst die Sanierungsrate auf diesem Gebiet der Sanierung über ein Zeitraum von 10 Jahren von 1% auf 2% angehoben werden.

Hauptaugenmerk liegt dabei auf Wohnbauten aus einer Zeit von 1945 bis 1980, denn hier sind die kosteneffizient zu realisierenden Potentiale am Größten. Die Länder haben allerdings in diesem Bereich die Freiheit, die Erhöhung der energetischen Sanierungsrate selber zu planen und umzusetzen.

- Wohnungsneubau

Im Neubausektor wäre das Interesse an Ökologie und Energieeinsparung weiter zu verstärken.

- Schwerpunkt erneuerbare Energieträger bei Sanierung und Neubau

Allein durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger können mehr als 2 Mio. t an CO<sub>2</sub>-Emissionen im Raumwärmebereich eingespart werden. Hierzu ist allerdings eine Umstellung auf ein CO<sub>2</sub>-ärmeres Heizungssystem notwendig.

- Dienstleistungsgebäude

Auch bei öffentlichen und privaten Dienstleistungsgebäuden gibt es genügend Potential zur Energieeinsparung.

## 2.2 Energieeinsparung

Welche Gründe hat es, dass man immer öfter von der Wichtigkeit des Energiesparens hört? Warum ist Energie sparen in einer Zeit der Modernisierung, Industrialisierung und des Fortschritts so wichtig? In diesem Punkt teilen sich die Meinungen der Experten. Jeder beharrt auf seinen Standpunkt und empfindet sein Spezialgebiet als das Wichtigste und Bedeutendste. Fasst man aber nun alle diese Sparten zusammen, erhält man ein recht konkretes Bild warum Energie sparen so wichtig geworden ist.

Wir sind in ein neues Energiezeitalter eingetreten, das uns nun mit diversen Problemen konfrontiert: [/54/]

- es besteht ein dringender Investitionsbedarf, um die Energienachfrage zu decken und veraltete Infrastrukturen zu erneuern,
- unsere Importabhängigkeit nimmt zu; derzeit wird der Energiebedarf der EU zu knapp 50% durch Importe gedeckt, in den nächsten 20-30 Jahren ist mit einem Anstieg auf rund 70% zu rechnen,
- Energiereserven sind in einigen Ländern konzentriert; zurzeit wird ca. die Hälfte des EU-Erdgasverbrauchs durch nur drei Länder (Norwegen, Russland, Algerien) gedeckt,
- die weltweite Energienachfrage steigt, sowie auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß,
- Erdöl- und Erdgaspreise steigen; in der EU haben sich die Preise in den beiden letzten Jahren verdoppelt. Das soll aber Impulse für mehr Energieeffizienz und neue Innovationen mit sich bringen,
- unser Klima wird wärmer.

Man erkennt, dass vor allem aus Gründen des Klimaschutzes, der Volkswirtschaft und der Versorgungssicherheit ein Einsparen von Energie von großer Bedeutung ist. Denn die Auswirkungen des neuen Energiezeitalters bekommt jeder zu spüren. Energie für das Alltagsleben ist für beinahe jeden Europäer eine Selbstverständlichkeit und nicht mehr wegzudenken.

Die EU verfügt über die Mittel, um Abhilfe zu schaffen, denn mit rund 450 Millionen Verbrauchern ist sie weltweit der zweitgrößte Energiemarkt. Nicht 25 verschiedene Energiepolitiken, sondern eine gemeinsame europäische Antwort auf unsere Probleme ist jetzt nötig.

Auch als Privatmann ist es möglich zu einer Energieeinsparung beizutragen, schließlich kommt das dem privaten Budget ebenso zu Gute, wie der Umwelt.

Österreich hat laut Statistik Austria im Jahr 2004 für über 8 Milliarden Euro an die 270 Milliarden Kilogramm oder 27 Millionen Tonnen Brennstoffe/Energie eingekauft.

Tabelle 2-2: Gesamtübersicht über die dem inländischen Markt zugeführte Energie 2003 (Quelle: Statistik Austria)

## 22.01 Gesamtübersicht über die dem inländischen Verbrauch zugeführte Energie 2003

Overview of total energy supply for national consumption in 2003

Aggregat	Inländische Erzeugung von Rohenergie (+)	Importe von Roh- und abgeleiteter Energie (+)	Lagerveränderung <sup>1)</sup> (+/-)	Exporte von Roh- und abgeleiteter Energie (-)	Bruttoinlandsverbrauch	Umwandlung		Verbrauch des Sektors Energie (-)	Nicht-energetischer Verbrauch (-)	Energetischer Endverbrauch insgesamt
						Einsatz (-)	Ausstoß (+)			
TJ										
<b>Energieträger</b>										
Steinkohle <sup>2)</sup> .....	-	111.892	9.218	-	121.109	113.844	-	-	42	7.223
Braunkohle <sup>2)</sup> .....	11.321	1.432	4.811	1	17.563	14.002	-	4	-	3.556
Koks .....	-	25.954	1.473	72	27.354	27.772	40.458	1.525	29.535	8.979
Erdöl .....	51.381	332.316	-4.827	-	378.871	378.871	-	-	-	-
Sonstiger Raffinerieinsatz .....	-	15.945	-8.334	1.079	6.531	8.619	2.088	-	-	-
Benzin .....	-	37.975	-472	20.225	17.278	-	76.414	1	158	93.534
Petroleum .....	-	2.202	142	228	2.116	-	19.349	-	-	21.465
Diesel .....	-	149.403	-366	23.090	125.957	6	117.546	180	-	243.317
Gasöl für Heizzwecke <sup>3)</sup> .....	-	36.814	1.566	13	38.367	150	47.196	3	-	85.410
Heizöl .....	-	13.257	387	2.228	11.416	14.390	40.243	1.039	6.482	29.748
Flüssiggas .....	-	6.319	-38	422	5.859	4	2.296	51	-	8.099
Sonst. Prod. d. Erdölverarb. ....	-	20.388	-364	13.070	6.954	6.734	71.071	7.346	61.728	2.218
Raffinerierestgas .....	-	-	-	-	-	1.000	13.370	12.370	-	-
Naturgas .....	75.094	288.439	-7.163	36.879	319.491	107.087	-	17.347	11.278	183.778
Gichtgas .....	-	-	-	-	-	7.958	26.743	1.030	-	17.756
Kokereigas .....	-	-	-	-	-	1.871	10.931	3.099	-	5.962
Brennbare Abfälle .....	16.850	-	-	-	16.850	8.706	-	-	-	8.144
Brennholz .....	70.187	2.530	-	931	71.787	-	-	-	-	71.787
Biogene Brenn- u. Treibstoffe .....	70.161	4.472	-	6.855	67.778	31.990	-	-	-	35.788
Umgebungswärme .....	10.501	-	-	-	10.501	427	-	-	-	10.074
Fernwärme .....	-	-	-	-	-	-	55.399	1.672	-	53.727
Wasserkraft <sup>4)</sup> .....	130.839	-	-	-	130.839	130.839	-	-	-	-
Wind und Photovoltaik .....	1.360	-	-	-	1.360	1.360	-	-	-	-
Elektrische Energie <sup>5)</sup> .....	-	68.410	-	48.200	20.209	3	220.143	26.675	-	213.674
<b>Insgesamt</b> .....	<b>437.694</b>	<b>1.117.747</b>	<b>-3.967</b>	<b>153.284</b>	<b>1.398.190</b>	<b>855.632</b>	<b>743.247</b>	<b>72.342</b>	<b>109.224</b>	<b>1.104.239</b>

Q: STATISTIK AUSTRIA. - Rundungsdifferenzen nicht ausgeglichen. -<sup>1)</sup> + = Zugang vom Lager, - = Abgabe an Lager. -<sup>2)</sup> Einschließlich Steinkohlenbriketts. -<sup>3)</sup> Einschließlich Braunkohlenbriketts und Brenntorf. -<sup>4)</sup> Gasöl für Heizzwecke = Ofenheizöl. -<sup>5)</sup> Umwandlungseinsatz einschließlich gepumptem Zufluss. -<sup>6)</sup> Importe und Exporte ohne ÖBB.

Aus dem Jahr 1999/2000 liegt eine Tabelle der Statistik Austria vor, die den Energieeinsatz der Haushalte, getrennt nach Energieträgern, auflistet. So wurde in diesem Jahr pro Wohnung 88 Gigajoule verbraucht. Für die über 3 Millionen Wohnungen in Österreich bedeutet das einen monetären Aufwand von über 4 Milliarden Euro. Das machte pro Wohnung knappe 1.200 Euro aus. Umgerechnet auf einen m<sup>2</sup> Nutzfläche kostete Energie zu der Zeit 13,88€. Tabelle 2-3 listet diese Daten, unterteilt in die einzelnen vorhandenen Energieträger, auf.

Tabelle 2-3: Energieeinsatz der Haushalte im Jahr 1999/2000

**22.14** Energieeinsatz der Haushalte 1999/00 - Grunddaten nach Energieträgern, Ergebnisse des Mikrozensus Juni 2000*Energy consumption of households in 1999/00 - basic data by energy sources*

Energieträger	Bewohnte *) Wohnungen	Menge			Aufwand			Anteil am Gesamt- aufwand
		pro Wohnung	pro m <sup>2</sup> Nutzfläche	Anteil an der Gesamtmenge	Insgesamt	pro Wohnung	pro m <sup>2</sup> Nutzfläche	
		1.000	GJ	%	1.000 EUR	EUR	EUR	
Steinkohle .....	45.007	51,8	0,6	0,8	17.918	399,70	4,29	0,4
Braunkohle .....	19.634	22,6	0,3	0,2	7.468	377,90	4,43	0,2
Braunkohlenbriketts .....	68.758	23,5	0,3	0,6	20.148	290,69	3,82	0,5
Koks .....	81.240	72,6	0,7	2,1	45.667	559,58	5,41	1,1
Ofenheizöl (rot) .....	468.515	87,2	0,8	14,3	356.955	763,06	7,41	8,7
Heizöl leicht (schwarz) .....	325.330	105,7	0,9	12,0	269.728	829,47	7,41	6,6
Flüssiggas .....	36.247	60,1	0,6	0,8	27.798	763,06	7,49	0,7
Naturgas .....	1.152.963	56,0	0,7	22,5	655.038	566,85	6,79	16,0
Brennholz .....	980.379	67,0	0,6	20,6	323.704	370,63	3,37	7,9
Hackschnitzel .....	43.527	85,0	0,7	1,3	22.395	515,98	4,32	0,5
Umgebungswärme .....	13.738	5,4	0,0	0,0	-	-	-	-
Solarheizung .....	31.795	-	-	-	-	-	-	-
Fernwärme .....	477.416	45,1	0,6	7,5	271.740	566,85	7,81	6,6
Elektrische Energie .....	3.258.670	15,3	0,2	17,4	1.802.176	552,31	6,11	44,0
davon Nachtstrom .....	357.063	10,9	0,1	1,4	81.533	225,29	2,48	2,0
Hauszentralheizung *) .....	428.189	-	-	-	270.794	632,25	7,87	6,6
<b>Insgesamt .....</b>	<b>3.258.671</b>	<b>98,0</b>	<b>1,0</b>	<b>100,0</b>	<b>4.091.520</b>	<b>1.257,24</b>	<b>13,89</b>	<b>100,0</b>

Q: STATISTIK AUSTRIA. - \*) Da jede Wohnung bei jedem für diese Wohnung angegebenen Energieträger einmal gezählt wird, ergeben sich Mehrfachzählungen von Wohnungen. Unter „Insgesamt“ wird aber jede Wohnung nur einmal gezählt. - \*) Ab drei Wohnungen im Haus.

In den Zeiten, in denen Energieträger nicht so hohe Preise erzielten, wie das im Moment der Fall ist, haben die Verbraucher nicht darauf geachtet, wie viel Energie sie „verschwenden“. Auch heute noch ist immer wieder der Fall, dass bei laufender Heizung gelüftet wird, um die Temperatur im Raum zu reduzieren. Welche unnötigen schädlichen Gase dabei der Umwelt zugeführt werden, wird dabei nicht beachtet.

Betrachtet man nun Tabelle 2-4 und die Preisentwicklung für Energieträger für Haushalte, könnte man glauben, dass die Verbraucher in den letzten 5-6 Jahren weit weniger Energie für das Heizen ihrer Wohnungen verbraucht haben als in den Jahren zuvor. Aber trotzdem sind in genau demselben Zeitraum die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die auf Beheizen von Gebäuden zurückzuführen sind, deutlich angestiegen.

Tabelle 2-4: Entwicklung des Energiepreisindex – Energiepreise für Haushalte (1986-2005)

<b>Energieträger</b>	<b>1986</b>	<b>1988</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Steinkohle	100	91,1	92	95,3	94,2	96,2	101,2	105,1	104,7	103,7	106,7	113,6	114,9	117,9	141,4	142,6
Briketts Union	100	96,5	99,4	109	117,7	120,2	125,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Briketts Rekord	100	94,1	100,5	112,9	121,2	123,6	128,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlebriketts	-	-	-	-	-	-	100	103,7	102,4	103,5	103,9	106,9	108,6	110,9	126,5	126,5
Hüttenkoks	100	81,8	83,5	89,4	89,4	92,3	95,9	97,9	97,2	96,1	98,3	106	108,6	111,9	138,8	149,2
Brennholz	100	101,2	101,3	103	103,3	104,1	105	110,2	108,8	108,7	114,6	115,6	116,7	120,2	120,9	124,1
Ofenheizöl	100	75,2	88,9	84,3	80,5	81,5	92,4	94,9	86,4	88,3	124,6	124,3	117,7	119,5	134,5	170
Heizöl leicht	100	72,7	91,7	88	31,2	78,5	88,9	92	79,4	85	125,8	-	-	-	-	-
Elektr. Strom	100	100,1	98,7	101,4	104,5	106	110,9	113,8	113,9	113	112,3	114,7	111,3	112,5	115,5	119
Gas	100	81,9	80,8	84,9	85,1	85	90,9	95,6	92,6	91,5	95,9	106,9	105,7	107,2	113,1	120,1
Fernheizung	100	90,6	89,2	95,1	96,1	96,4	98	100,6	100,8	100,4	101,9	105,5	105,7	105,7	110,1	113,7
Normalbenzin	100	90,2	103,2	105,3	109,3	117,8	126,2	129,5	123	124,6	145,2	139,1	134,6	106,1	145,3	159,2
Superbenzin	100	93,2	105,7	110,8	110,2	117,9	127,1	130,5	123,9	125,4	146,1	139,6	135,7	134,4	146,2	160,2
Dieseltreibstoff	100	86	95,7	90,8	89,1	97,9	106,9	109,3	101,5	105,5	122,9	117,7	114,1	114,2	126,9	149
Energiepreisindex (EPI)	100	92,4	98,6	98,6	101,5	102,3	106,1	112,8	116,2	112,4	112,9	125	125,7	123,5	131,4	143,7
"Realer" EPI	100	89,4	90	86,2	81,5	82,6	86,3	87,7	84,1	83,9	90,7	88,9	85,1	84,7	88,2	94,3
Verbraucherpreisindex (VPI)	100	103,4	109,5	117,7	125,6	128,4	130,8	132,5	133,7	134,4	137,5	141,2	143,7	145,7	148,7	152,1
VPI ohne Energieträger	100	104,5	110,6	119,3	128	131	132,6	134,1	135,8	136,3	138,5	142,4	145,5	147,5	150,1	152,8

## 2.3 Klimaschutz

Weltweit sind Gletscher und Eismassen in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen, verheerende Niederschläge und Umweltkatastrophen haben zugenommen. Der Meeresspiegel und die Durchschnittstemperatur auf der Erde sind angestiegen. Dies führt zu enormen Auswirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt, die sich immer öfter sehr negativ auswirken.

Für die Klimaänderung wird der Treibhauseffekt verantwortlich gemacht. Hier muss allerdings zwischen dem natürlichen und dem künstlichen Treibhauseffekt unterschieden werden. Ersterer ist für ein Leben auf der Erde Voraussetzung. Die auf die Erde treffenden Sonnenstrahlen werden tagsüber vom Erdboden aufgenommen und von der Atmosphäre als Wärme gespeichert. Während der Nacht wird die Sonnenenergie wieder an den Weltraum abgegeben. Den künstlichen Treibhauseffekt verursacht der Mensch, indem er den natürlichen verstärkt. Das geschieht beispielsweise durch das Verbrennen fossiler Energieträger. Darunter versteht man unter anderem Erdgas, Erdöl oder Kohle, welche aus Biomasse entstanden sind, die vor Millionen von Jahren abgestorben ist. Bei der Verbrennung dieser Energieträger wird das klimaschädliche Kohlendioxid in hohem Maße freigesetzt.

Außer CO<sub>2</sub> stoßen Industrie, private Haushalte, Verkehr und die Landwirtschaft auch noch andere Treibhausgase aus. Die Menge an diesen Gasen ist zwar geringer, allerdings sind ihre Wirkung und ihr Beitrag zum Treibhauseffekt zum Teil um ein Vielfaches höher als jene von CO<sub>2</sub>.

Durch gezieltes Handeln lässt sich allerdings die Menge der ausstoßenden Treibhausgase reduzieren. Wer weniger Energie und Strom verbraucht, spart Rohstoffe wie Kohle oder Erdöl und hilft, Emissionen an Treibhausgasen zu reduzieren. Klimaschutz hilft auch in vielen Fällen, Geld zu sparen. Weniger Energieverbrauch bedeutet eine Senkung der Strom- und Heizkostenrechnungen.

Sowohl der Bund als auch die einzelnen Länder haben sich verpflichtet, Maßnahmenprogramme für eine Reduzierung der Treibhausgase zu entwickeln. Im folgenden werden die Klimaschutzprogramme der österreichischen Bundesregierung und der Stadt Wien genauer betrachtet und Lösungswege aufgezeigt.

## 2.4 Gegenstrategien

### 2.4.1 Klimaschutzprogramm der Bundesregierung

Österreich hat sich, wie bereits mehrfach erwähnt, 1997 in Kyoto verpflichtet, seine Treibhausgase um 13% zu verringern (bis 2008/2012 gegenüber 1990 bzw. 1995). Um dieses ehrgeizige Ziel auch wirklich einhalten zu können, sind umgehend Maßnahmen erforderlich. Sowohl Bund als auch Länder und Gemeinden besitzen Handlungsmöglichkeiten. Der Bund hat nach Absprache mit allen Beteiligten die Rolle der Gesamtkoordination und –steuerung im Kyoto-Prozess.

Die Kosten für die Umsetzung eines solchen Klimaschutzprogramms spielen eine große Rolle. Je kosteneffizienter die Lösungen zur Zielerreichung sind, desto besser. Strategien zum Klimaschutz dürfen aber nicht nur unter kurzfristigen Kostenaspekten gesehen werden, sondern müssen auch längerfristige Vorteile (Schutz der Gesundheit, Energieeinsparung, Reduktion klassischer Luftschadstoffe) mit sich bringen. [/61/]

In Österreich wurde in den letzten Jahren mit zahlreichen Projekten gezeigt, dass tatsächlich ein enormes Einsparungspotenzial vorhanden ist. Nun ist es Aufgabe des Bundes und der Länder, Maßnahmen und Programme zu entwickeln, um diese Potenziale auszuschöpfen und eine Reduktion zu bewirken.

Es wurden sieben Maßnahmenprogramme entwickelt, welche in Tabelle 2-5 genau dargestellt sind. In den Bereichen Raumwärme und Verkehr sind die größten Einsparungspotenziale vorhanden. Ebenfalls von größerer Bedeutung sind die Sektoren Landwirtschaft und Industrie.

Tabelle 2-5: Ist-Emissionen und Trend-/Zielwerte für 2010 nach Emissionsquellen in Mio Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr (Quelle: nationale Klimastrategie für Österreich)

Maßnahmenbereich	1990	1999	2000	Trend 2010	Redukt.-potential	Ziel 2010
I. MASSNAHMEN IM INLAND						
1. Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch (CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> O+CH <sub>4</sub> )	14,60	14,89	14,17	14,5	4,0	10,5
2. Energieaufbringung (Elektr.- u. Wärmeerz., Raffinerien; CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> O+CH <sub>4</sub> )	14,44	12,97	12,18	14,5	2,1	12,4
3. Abfallwirtschaft (CH <sub>4</sub> +N <sub>2</sub> O+CO <sub>2</sub> )	6,26	5,31	5,33	4,8	1,1	3,7
4. Verkehr (CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> O+CH <sub>4</sub> )	12,32	16,59	17,53	20,0	3,7	16,3

Maßnahmenbereich	1990	1999	2000	Trend 2010	Redukt.-potential	Ziel 2010
5. Industrie und produzierendes Gewerbe (CO <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> O+CH <sub>4</sub> ; inkl. Prozesse, ohne Strombezug)	21,71	22,46	23,15	22,0	1,25	20,75
6. Landwirtschaft (CH <sub>4</sub> +N <sub>2</sub> O)	5,60	4,93	4,81	4,8	0,4	4,4
7. „Fluorierte Gase“ (H-FKW, PFKW, SF <sub>6</sub> )	1,74	1,60	1,74	3,0	1,2	1,8
sonstige CO <sub>2</sub> -, CH <sub>4</sub> - und N <sub>2</sub> O- Emissionen (v.a. Lösemittelverwendung)	0,97	0,95	0,84	0,8	0,1	0,7
<i>Summe Inland</i>	<i>77,64</i>	<i>79,73</i>	<i>79,75</i>	<i>84,4</i>	<i>13,85</i>	<i>70,55</i>
II: PROJEKTE IM AUSLAND (JI, CDM)					n.q.	n.q.
<b>Zielwert gemäß EU-Lastenaufteilung zum Kyoto-Protokoll</b>						<b>67,55</b>

Im Folgenden werden die aufgezählten Maßnahmenprogramme näher erläutert, wobei die für diese Arbeit interessanten Bereiche Raumwärme, Energieaufbringung und effiziente Stromnutzung hervorgehoben werden. Die anderen Programme spielen für diese Arbeit keine entscheidende Rolle und werden daher vernachlässigt.

Die im nachfolgenden Abschnitt genannten Daten zum Klimaschutz entstammen dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung [61]

### Maßnahmenprogramm Raumwärme

Der bei weitem größte Bedarf an Raumwärme besteht bei Gebäuden die für Wohnzwecke in Verwendung sind (ca. 75%). Bezüglich des Maßnahmenprogramms Raumwärme wird zwischen Althausanierung, Wohnungsneubau, erneuerbare Energieträger bei Sanierung und Altbau sowie Dienstleistungsgebäuden unterschieden.

#### Thermisch-energetische Althausanierung – Wohngebäude

Auf diesem Sektor besteht ein Reduktionspotenzial von 1,6 Mio t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr. Diese Emissionseinsparung kann nur dann durch thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen erreicht werden, wenn über einen Zeitraum von 10 Jahren die thermisch-energetische Sanierungsrate von 1% auf mindestens 2% des Altbestandes angehoben wird. Weiters sind energetische Verbesserungen und Optimierungen zwingend. Hauptaugenmerk liegt hier auf Wohnbauten, die zwischen den Jahren 1945 und 1980 errichtet wurden. Wie und mittels welcher Strategien die Anzahl energetisch optimierter

Sanierungen erhöht wird, liegt in der Eigenverantwortung der Länder. Durch die Wohnbauförderung besitzen alle Länder allerdings ein geeignetes Reizmittel.

### Wohnungsneubau

Die Wohnbauförderung liefert auch auf diesem Sektor Anreize im Hinblick auf Ökologie und Energieeinsparung.

### Schwerpunkt erneuerbarer Energieträger bei Sanierung und Neubau

Viele wissen gar nicht, welchen entscheidenden Einfluss das Heizungssystem für den Klimaschutz haben kann und welche Einsparungspotenziale durch den Einsatz richtiger und gut funktionierender Heizsysteme erzielt werden können.

Allein im Bereich Raumwärme können durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger mehr als 2 Mio t an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Durch spezielle Förderungen was den Umstieg auf ein solches System betrifft, könnte der Anreiz zu einem Wechsel gegeben werden. Ebenfalls zu fördern wären der Einsatz von Biomasseheizungen, der in der letzten Zeit etwas rückläufig war, sowie der Umstieg auf Fernwärmesysteme.

### Dienstleistungsgebäude

Bei öffentlichen und privaten Dienstleistungsgebäuden, wie z.B. Schulen, Krankenhäusern oder Verwaltungsgebäuden besteht ebenfalls ein erhebliches Einsparungspotenzial an Energie. Geschätzte 0,5-0,6 Mio t CO<sub>2</sub> können auf diesem Sektor eingespart werden.

Eine rasche Umsetzung des Maßnahmenprogramms Raumwärme wäre vor allem aus klimapolitischen Gründen sehr wünschenswert, wobei aber auch andere positive Nebenaspekte zu erwarten sind.

### Maßnahmenprogramm zur effizienten Stromnutzung

Die kostengünstigste und zugleich einfachste Art der CO<sub>2</sub>-Vermeidung ist das Einsparen von Energie. Das gilt aber nicht nur für den Verbrauch von Heizenergie in Gebäuden, sondern vor allem für den Stromverbrauch in privaten Haushalten, in der Industrie und im Gewerbe, in der Landwirtschaft und im Dienstleistungsbereich. Man erkennt, dass besonders bei sinkenden Strompreisen eine Tendenz zu Stromverbrauchszuwächsen gegeben ist.

Das WIFO-Energieszenario „Baseline“ zeigt bis zum Jahre 2010 einen jährlichen Anstieg des inländischen Stromverbrauchs um 1,6 %. Durch die richtigen und konsequenten Maßnahmen könnte im Haushalts- und Dienstleistungsbereich der jährliche Zuwachs um 0,5% gesenkt werden. Das würde wiederum nur noch zu einem jährlichen Anstieg von 1,1% führen. Sollte das erreicht werden, würde das einer Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen von jährlich mehr als 1 Mio t entsprechen.

### Maßnahmenprogramm Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung

Die EU strebt eine Verdoppelung erneuerbarer Energieträger von 6 auf 12% des EU-weiten Gesamtenergieverbrauchs an. Neben der Stromerzeugung besitzt auch die Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien erhebliche Potenziale, die man nutzen sollte. Dieses Maßnahmenprogramm, welches von Bund und Ländern gemeinsam zu tragen ist, umfasst die folgenden Punkte:

- Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger
- Fernwärmeerzeugung durch Biomasse und Geothermie
- kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung durch Biomasse

## 2.4.2 Klimaschutzprogramm der Stadt Wien

Wien ist eine Musterstadt was Klimaschutz und Umweltschutz angeht und hat anderen Städten vieles voraus.

Die Ausgangssituation Wiens in Sachen Klimaschutz ist gut. Durch diverse Maßnahmen wie den Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzes, der Strom und Fernwärmeerzeugung, sind in Wien die Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu anderen Städten der westlichen Welt deutlich niedriger. Um zu einer beispielhaften Klimamusterstadt zu werden und vorhandene Ressourcen nachhaltig zu nutzen, sind allerdings noch weitere Maßnahmen nötig.

### Entstehungsgeschichte des KLiP Wien

Auf Grund internationaler Abkommen hat Wien sich verpflichtet, die Emissionen an Treibhausgasen – allen voran CO<sub>2</sub> – bis zum Jahr 2010 zu reduzieren.

Mitte der 90er Jahre wurden Prognosen für die Entwicklung an CO<sub>2</sub>-Emissionen erstellt. Es zeigte sich, dass mit einem Anstieg auf 9,9 Mio. t (für das Jahr 2010) gegenüber 8,5 Mio. t aus dem Jahr 1987 zu rechnen ist, sollten rechtzeitig keine Gegenmaßnahmen eingeleitet

werden. Auf Grund dessen wurde das Klimaschutzprogramm (kurz KliP) Wien entwickelt und ins Leben gerufen. Geleitet wird dieses Vorhaben von der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien (MA 22).

### Ziele des KliP

Ziel des Klimaschutzprogramms ist es, Maßnahmenprogramme für eine Reduktion der Treibhausgase, vor allem aber des CO<sub>2</sub>, zu erarbeiten, die auch wirklich in die Praxis umgesetzt werden können und nicht nur in der Theorie bestehen. Es wurde im Jahr 1995 festgestellt, dass theoretisch eine Reduktion von 50% realisierbar wäre. So engagiert und ehrgeizig das Klimabündisziel auch ist, eine derartige Reduktion kann bis zum Jahr 2010 nicht erreicht werden. Außerdem soll mit dem Klimaschutzprogramm der Stadt Wien ein Beitrag zum Erreichen der nationalen Verpflichtungen gegenüber dem Kyoto-Protokoll geleistet werden.

Das KliP besteht aus fünf klimaschutzrelevanten Handlungsfeldern und 36 Maßnahmenprogrammen. Bild 2-3 stellt diese Maßnahmen grafisch im Überblick dar.



Bild 2-3: Die 5 Handlungsfelder und die 36 Maßnahmenprogramme des Klimaschutzprogrammes (Quelle: KliP der Stadt Wien)

Die Umsetzung der 36 KliP-Maßnahmenprogramme bringt bis zum Jahr 2010 folgende Reduktionseffekte [1/60/]:

- Minus 14% bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Wert für 1990:
- Absenkung der jährlichen Emissionen von 8,5 Mio. t auf 7,3 Mio. t CO<sub>2</sub>
- Minus 26% bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum prognostizierten Wert für das Jahr 2010:
- Absenkung von 9,9 auf 7,3 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr
- Minus 22% bei den Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1987:
- Absenkung von 5,7 (1987) auf 4,5 t CO<sub>2</sub> (2010) pro Einwohner. (Mit dem Beitritt zum Klimabündnis hat Wien u.a. das Ziel einer 50-prozentigen Reduktion der Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1987 bis 2010 übernommen)
- Zusätzlich: Minus 1,3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent:

- (Das KliP-Maßnahmenprogramm „Bau-Klima“ bewirkt einen Ausstieg aus der Verwendung von Baustoffen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen. Der dadurch bewirkte Treibhausreduktionseffekt entspricht dem Treibhauspotenzial von 1,3 Mio. t CO<sub>2</sub>.)

Ohne das Klimaschutzprogramm würde es nach Schätzungen von Experten beim Treibhausgas CO<sub>2</sub> zu weiteren Emissionssteigerungen kommen. Im Trendszenario könnte eine Steigerung von +17% erreicht werden.

Das KliP weist den Weg zu einer deutlichen Reduktion der Treibhausgase im Vergleich zur Trendentwicklung.

### Handlungsfelder des KliP Wien

#### Handlungsfeld Fernwärme und Stromerzeugung:

Durch erneuerbare Energieträger, Kraft-Wärme-Kopplungen und Nutzung der Abwärme aus der Industrie sollen der Strom- und Fernwärmebedarf der Stadt Wien gedeckt werden. Ziel ist es, die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Niveau aus den Jahren 1993-1995 um 20% pro kWh zu senken. Das Maßnahmenprogramm umfasst folgende drei Punkte:

- Cogeneration: Steigerung der Brennstoffausnutzung bei der kalorischen Erzeugung von Strom und Wärme
- Öko-Strom: Stromaufbringung aus erneuerbaren Energieträgern
- Öko-Fernwärme: Fernwärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Abwärme

#### Handlungsfeld Wohnen:

Auf diesem Sektor soll ein Umschwung und ein Umdenken erreicht werden. Die Mieter und Eigentümer sollen dazu bewegt werden, mehr über den Energieverbrauch und Energiesparen nachzudenken. Das kann aber nur dann funktionieren, wenn diese Parteien auch vollständig über diese Thematik aufgeklärt und informiert sind. Die wenigsten Leute wissen nämlich wirklich, wie man effizient Strom/Energie sparen kann und wie viel Strom/Energie einige der alltäglichsten Gebrauchsgegenstände verschwenden.

Im Bereich der privaten Haushalte wird Endenergie zu rund 75% für Raumwärme und Warmwasser, zu rund 15% für Prozesswärme und zu ca. 10% für Kraft und Licht eingesetzt. Bild 2-4 stellt diese Aussage nochmals graphisch dar.

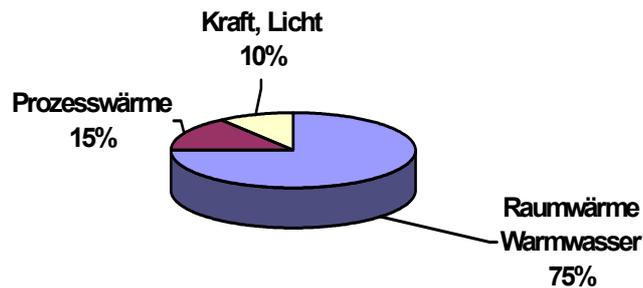


Bild 2-4: Verteilung der Endenergie in privaten Haushalten

Anhand dieser Grafik lässt sich nun erkennen, dass eine Verringerung des Heizenergiebedarfs, die Modernisierung der Heizungsanlagen bzw. eine Umstellung der Heizungsanlage und Stromsparmaßnahmen jene Maßnahmen in diesem Sektor darstellen, die von besonderer Bedeutung und Priorität sind.

Durch einen neuen Umgang mit dem Energieverbrauch im Wohnbereich sollen die anfallenden Emissionen reduziert werden. Das kann beispielsweise durch umweltfreundliches Bauen, durch Sparmaßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs, durch Aufbringen von Wärmedämmung oder durch die Nutzung alternativer Energieträger erreicht werden.

Die Wiener Haushalte waren im Jahr 1995 für ca. 2,6 Mio t CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Das entspricht rund 29% der gesamten Wiener CO<sub>2</sub>-Emissionen. Man erkennt, dass hier jede Menge Verbesserungspotenzial vorhanden ist.

Ziel ist es, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt im Bereich Wohnen wie folgt zu reduzieren:

- ca. 650.000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1987
- ca. 400.000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1995
- ca. 500.000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Prognosewert für 2010

Fünf Maßnahmenprogramme sollen dazu führen, dass diese ehrgeizigen Ziele auch rechtzeitig erfüllt und umgesetzt werden [60]

- Bauklima: Verzicht auf Baumaterialien mit halogenierten Kohlenwasserstoffen bei allen Bauprojekten der Stadt Wien
- Thermoprofit: optimale thermische Sanierung von rund 220.000 Wohnungen mit rund 15 Millionen Wohnnutzfläche (vor 1980 errichtet)

- Wiener Wärme: Forcierung der Biomasse für Heizzwecke, fast vollständiger Heizanlagentausch, Warmwasser durch umweltfreundliche Energieträger
- Wien spart Strom: Reduktion des Stromverbrauchs
- Neues Wohnen: sukzessive Senkung des Heizwärmebedarfs in Neubauten

Das Maßnahmenprogramm „Bauklima“ erhält eine Sonderstellung, da nicht nur eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht wird, sondern es auch zu einer Senkung der anderen fünf Treibhausgase kommt. Für eine Vereinfachung der Berechnung werden die anderen Gase in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

#### Handlungsfeld Betriebe:

Unter diese Kategorie fallen sämtliche Kleinverbraucher und die Industrie. Hier wird die Endenergie zu ca. 50% für Raumwärme und Warmwasser und zu ca. 50% für Prozesswärme, Kraft und Licht eingesetzt.

Die Betriebe waren im Jahr 1987 für rund 2,96 und 1995 für rund 3,01 Mio t CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Das entspricht einem Anteil von knapp 30% der gesamten Wiener CO<sub>2</sub>-Emissionen. Folgende fünf Maßnahmenprogramme sollen bis zum Jahr 2010 die gewünschte Reduzierung an CO<sub>2</sub>-Emissionen mit sich bringen [/60/]:

- Thermoprofit: optimale thermische Sanierung eines Drittels des vor 1980 errichteten Gebäudebestandes
- Wiener Wärme: Forcierung von Fernwärme, Erdgas und Biomasse für Warmwasseraufbreitung, fast vollständiger Heizanlagentausch
- Neue Arbeitsstätten: Ansenkung des Heizwärmebedarfs in Neubauten
- Wien spart Strom
- Öko-Prozess: Effizienzsteigerung, Energieträgerwechsel in der Produktion

Für die Klimaschutzpolitik sind die Maßnahmen der thermischen Altbausanierung, Effizienzsteigerung und Energieträgerwechsel von größter Bedeutung.

#### Handlungsfeld Mobilität:

Durch unsere Bequemlichkeit, jede Distanz oder jeden Weg ohne große Mühen und Anstrengungen zurückzulegen, sind wir immer öfter auf Autos angewiesen. Mit dem Anstieg der gefahrenen Distanzen ist auch die Umweltbelastung stetig angestiegen. Der Verkehr

weist die am stärksten ansteigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Ziel ist es den „unnötigen“ Verkehr zu vermeiden bzw. zu verlagern. Weiters sollen die Effizienz der Fahrzeuge gesteigert werden und die Menschen wieder überzeugt werden öfter auf öffentliche Verkehrsmittel zurückzugreifen [/60/].

#### Handlungsfeld Stadtverwaltung:

Die Stadtverwaltung soll ein positives Beispiel für den Klimaschutz darstellen und als Vorbild an die Sache herangehen. Sie zeigt vor, wie man gemäß den Zielen des Klimaschutzprogramms handelt und z.B. einen sparsameren Umgang mit Energie pflegt bzw. sein Mobilitätsverhalten ändern kann.

Auch auf dieser Handlungsebene wurden sieben Maßnahmenprogramme entwickelt, die für eine Umsetzung des Zieles sorgen sollen: [/60/]

- Klimaschutz im Magistrat: Reduktion des Heizenergieeinsatzes um zumindest 10%, weitere Umstellung auf Fernwärme, erneuerbare Energieträger und Erdgas
- Magistrat mobil
- Öko-logisch: Umweltgerechte Gestaltung des Beschaffungswesens, Berücksichtigung des Umweltschutzes bei Planung und Ausführung
- Öko-Management
- Öko-Mahlzeit: Erhöhung des Anteils von Lebensmitteln aus kontrolliert biologischem Anbau
- Bauklima: ökologische Bewertung von Materialien,...
- Öko-Kreisläufe: Reduktion von Stoffströmen, Einsatz von Mehrwegprodukten

Die Stadt Wien will mit diesem Programm nicht nur einen Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur allgemeinen Umweltverbesserung leisten, sondern auch ihre Energiekosten senken. Jedes Prozent Energieeinsparung entlastet das Wiener Budget um knapp 1,1 Millionen Euro. [/60/]

### 2.4.3 Thermisch energetische Wohnhaussanierung

1984 wurde vom Wiener Gemeinderat die Gründung des Wiener Bodenbereitstellungs- und Stadterneuerungsfonds (WBSF), jetzt wohnfonds\_wien, fonds für Wohnbau und Stadterneuerung beschlossen. Zu den Aufgabenbereichen dieses Fonds zählen unter anderem die Abwicklungen des Grundstückbeirats und die Abwicklung der Förderungen für Stadterneuerungen, sowie die Prüfung der Ansuchen um Förderungen von Wohnhaussanierungen. In den letzten 20 Jahren wurden rund 8.800 Förderungsansuchen gestellt. Bei ca. 5000 Objekten kam es zu einer Förderungsempfehlung, bei 4000 Häusern sind die Baumaßnahmen bereits abgeschlossen.

Interessant ist, dass der Schwerpunkt der geförderten Sanierungsprojekte eindeutig bei der Sockelsanierung liegt.

Seit dem Jahr 2000 gibt es einen weiteren Förderungsschwerpunkt: die thermisch energetische Sanierung von Wohnhäusern (Thewosan). Hier steht die Sanierung von Nachkriegsbauten, vor allem von in den Jahren von 1945 bis 1980 errichteten Häusern, im Vordergrund, mit dem Ziel einer Energieeinsparung in Zusammenhang mit internationalen Zielen (Kyoto-Ziele).

Ziel der Förderungsschiene Thewosan ist es, durch die Reduktion der Luftschadstoffe und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zur Verbesserung der Umweltsituation beizutragen. Daher werden seit April 2000 bauliche, aber auch energetische Maßnahmen finanziell gefördert, die zu einer Verringerung des Heizwärmebedarfs führen. Im Wesentlichen bedeutet das die Dämmung der gesamten Gebäudehülle.

Der Nutzen der thermisch-energetischen Wohnhaussanierung für Mieter und Eigentümer liegt bei einer

- Verringerung der Heizkosten
- Reduzierung der Energieverluste
- Erhöhung des Wohnkomforts

Um überhaupt ein Förderungsansuchen zu stellen und im weiteren Verlauf auch diese Förderung zu bekommen, müssen unter anderem folgende Voraussetzungen gegeben sein [78]:

- die Baubewilligung ist mindestens 20 Jahre alt
- der Bestand ist mit dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan vereinbar

- Vorlage eines thermisch-energetischen Sanierungskonzepts
- Verzicht auf H-FCKW-, H-FKW-haltige Baumaterialien und Verzicht auf PVC-haltige Baumaterialien

Die Förderung besteht aus einem nichtrückzahlbaren Beitrag, dessen Höhe durch die Reduktion des Heizwärmebedarfs oder die Relation zum Standard Niedrigenergiehaus bestimmt wird.

Tabelle 2-6: Förderungsgelder je m<sup>2</sup> Nutzfläche

nicht rückzahlbarer Beitrag in € je m <sup>2</sup> Nutzfläche <sup>1)</sup> (maximal 1/3 der förderbaren Kosten)			
€ 30	€ 45	€ 60	€ 75
Reduktion des Heizwärmebedarfs um mind. 50 kWh/(m <sup>2</sup> a) oder HWB <sub>BGF</sub> <sup>2)</sup> höchstens doppelt so hoch wie Niedrigenergiehausstandard	Reduktion des Heizwärmebedarfs um mind. 70 kWh/(m <sup>2</sup> a) oder HWB <sub>BGF</sub> höchstens 1,6-mal so hoch wie Niedrigenergiehausstandard	Reduktion des Heizwärmebedarfs um mind. 90 kWh/(m <sup>2</sup> a) oder HWB <sub>BGF</sub> höchstens 1,3-mal so hoch wie Niedrigenergiehausstandard	Reduktion des Heizwärmebedarfs um mind. 110 kWh/(m <sup>2</sup> a) oder HWB <sub>BGF</sub> höchstens doppelt so hoch wie Niedrigenergiehausstandard

<sup>1)</sup> Nettonutzfläche (NFfl.): Nutzfläche aller Wohnungen und Geschäftsräume als Grundlage der Förderungsberechnung

<sup>2)</sup> Heizwärmebedarf (HWB<sub>BGF</sub>): Die Energiekennzahl wird auf Basis der beheizten Bruttogeschosßfläche errechnet. Die Berechnung erfolgt mittels des Programms „hwb02“

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgt mittels des Programms hwb02h (laufende Version – die aktuellen Versionen des Programms sind auf [www.oib.or.at](http://www.oib.or.at) abrufbar). Dieser wird zuerst für den Ist-Zustand des Gebäudes berechnet. Danach erfolgt die erneute Berechnung allerdings mit baulichen Maßnahmen, die zu einer Reduktion des HWB<sub>BGF</sub> führen (Berechnung nach der Sanierung).

Bauliche Maßnahmen umfassen

- Wärmedämmung aller umgebungsexponierten Bauteile
- Erneuerung von Fenster und Außentüren, sowie Maßnahmen zur Sicherstellung des hygienischen Luftwechsels

- Maßnahmen zur Beseitigung von Wärmebrücken und/oder anderer bauphysikalischer Mängel
- Maßnahmen zur Erhöhung passiv-solarer Wärmegewinne in Verbindung mit Maßnahmen zur Verhinderung sommerlicher Überhitzung.

Diese Maßnahmen bewirken sowohl eine thermische, als auch zusätzlich eine energetische Verbesserung für das Gebäude. Instandsetzungsmaßnahmen, welche keine thermisch-energetische Verbesserung mit sich führen, sind im Rahmen dieser Förderschiene nicht förderbar.

Um ein Ansuchen für Förderung zu stellen muss ein Sanierungskonzept vorliegen. Dieses gliedert sich in folgende Bestandteile [/78/]

#### 1. Gebäudekenndaten vor der Sanierung

- allgemeine Gebäudekenndaten (z.B. Adresse, Baujahr, Wohnungsanzahl, Anzahl der Stiegen, beheizte Bruttogeschoßfläche BGF in  $m^2$ ,...)
- technische Gebäudekenndaten (z.B. Aufbauten, Bauzustand,...)

#### 2. Thermisch-energetisch-ökologische Sanierungsmaßnahmen

- bauliche Maßnahmen zur thermischen Verbesserung mit Angabe der verwendeten Materialien
  - a. thermische Verbesserung der Gebäudehülle (Außenwände, Balkone/Loggien; Fenster/Außentüren,...)
  - b. Dämmung gegen unbeheizte Gebäudeteile (z.B. Wände gegen unbeheiztes Stiegenhaus, Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile,...)
  - c. Beseitigung von Wärmebrücken (Balkone/Loggien, Sockelbereich,...)
- Anlagentechnische Maßnahmen und eventuell raumklimatische Verbesserungen
- besondere ökologische Maßnahmen
- Maßnahmen für die Gewährleistung des Zuschlages
- Maßnahmen zur Mieterinformation
- Maßnahmen unter Inanspruchnahme von zusätzlichen Förderungsmitteln
- zusätzliche Maßnahmen ohne Inanspruchnahme einer Förderung

#### 3. Pläne (wenn möglich Bestandspläne)

- Lageplan
- Grundrisse
- Schnitte und Ansichten

#### 4. Berechnung des Heizwärmebedarfs ( $HWB_{BGF}$ )

Bestandteile der Heizwärmebedarfsberechnung

- Flächen- und Volumsberechnungen der beheizten Gebäudeteile
- Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile
- Ermittlung des Heizwärmebedarfs (vor und nach der Sanierung)
- Endauswertung (Gegenüberstellung des Heizwärmebedarfs vor und nach der Sanierung sowie Angabe der erreichten Reduktion des Heizwärmebedarfs.

5. Kostenschätzung
6. Inanspruchnahme der Förderungsdarlehens des Landes Wien
7. Sonstige Hinweise

## 2.5 Rechtliche Rahmenbedingungen und Regelwerke

### 2.5.1 Allgemeines

Immer öfter wird in Verbindung mit einem Haus- bzw. Wohnungskauf, Mietverträgen oder einer anstehenden Sanierung nach einem Energieausweis verlangt. Doch leider wissen nur die wenigsten der Betroffenen, worum es bei einem solchen Ausweis geht und wofür sie diesen benötigen.

Zweck eines solchen Energieausweises ist die allgemein verständliche energetische Kennzeichnung eines Gebäudes, um Vergleiche anstellen zu können. Die Energieeffizienz von Gebäuden wird dabei durch Energiekennzahlen ausgedrückt.

Ein solcher Energieausweis liefert allerdings keine verbindlichen Angaben über den tatsächlich vorkommenden Energieverbrauch. Die Meteorologie, aber auch das unterschiedliche Verhalten der Nutzer beeinflusst den Energieverbrauch.

Die „Austrian Energy Agency“ stellt einen bildhaften Vergleich zwischen dem Energieausweis und dem Typenschein eines Autos auf, um die Bedeutung dieses Ausweises besser darstellen zu können: *Beide beschreiben Konstruktion, Bauweise, die vorgesehene Nutzung und – ein ganz wesentlicher Punkt – den Energiebedarf bei einer definierten Betriebsweise. Beim Auto sind das die konstanten Geschwindigkeiten auf ebener Strecke, beim Haus die Beheizung auf eine bestimmte, konstante Innentemperatur während einer Heizperiode. Beide Normverbrauchskennzahlen sind auf bestimmte Bezugsgrößen normiert, beim KFZ ist es der Treibstoffverbrauch für 100 km Fahrstrecke, beim Haus im Allgemeinen der jährliche Energiebedarf für 1 m<sup>2</sup> Bruttogeschoßfläche. Wenn die Betriebsweise von den Standardbedingungen abweicht, so weicht auch der Energieverbrauch vom berechneten Norm-Bedarf ab. Bei höheren Fahrgeschwindigkeiten oder ungleichmäßiger Fahrweise steigt der Treibstoffverbrauch, bei höheren Innentemperaturen, unsachgemäßer Lüftung von Wohnräumen oder Fehlbedienung der Temperaturregelung steigt der Heizmittelverbrauch [164].*

### Der Energieausweis

- sorgt für mehr Transparenz auf dem Immobilienmarkt,
- ermöglicht einen unkomplizierten Vergleich des Energiebedarfs von Gebäuden,
- informiert und zeigt Einsparungspotenziale auf,
- liefert einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz

In den Bundesländern ist der Energieausweis auf unterschiedliche Weise im Baurecht und in der Wohnbauförderung verankert. Die bestehenden Regelungen wären bis Ende 2005 zu vereinheitlichen und an die Erfordernisse der EU-Gebäuderichtlinie, auf die im Folgenden noch näher eingegangen wird, anzupassen gewesen. So ist auch der Energieausweis nach dem Muster des OIB an die EU-Richtlinie anzugleichen.

### 2.5.2 Grundlagen zur Berechnung des Heizwärmebedarfs

Der rechnerische Heizwärmebedarf HWB ist jene durch Berechnung ermittelte Wärmemenge, die während einer Heizsaison den Räumen eines Gebäudes zugeführt werden muss, um eine bestimmte Soll-Temperatur innerhalb des Objekts sicherzustellen.

Im Vergleich dazu beschreibt der Wert  $HWB_{BGF}$  den auf die Brutto-Geschoßfläche eines Gebäudes bezogenen jährlichen Heizwärmebedarf in kWh/m<sup>2</sup>.

Um den HWB eines Gebäudes zu berechnen, hat das Österreichische Institut für Bautechnik, kurz OIB, ein Programm namens „hwb02“ entwickelt, welches im Jahr 2002 dem Programm „warm 06“ nachgefolgt ist. Dieses neue Programm ermöglicht eine rasche Berechnung und anschließende graphische Darstellung der vorhandenen und erreichbaren Energiekennzahlen.

Dazu sind vorab bestimmte Grundlagen zu berechnen und zu bestimmen. Dies erfolgt am schnellsten mit einfachen Excel-Arbeitsblättern. Alle vorhandenen Bauteile müssen erfasst und bezeichnet werden. Dabei wird beispielsweise zwischen Außenwänden in Vollbauweise, Wänden gegen Dachräume, erdberührten Decken etc. unterschieden. Bild 2-5 stellt die verschiedenen Bauteile graphisch dar und gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Bezeichnungen.

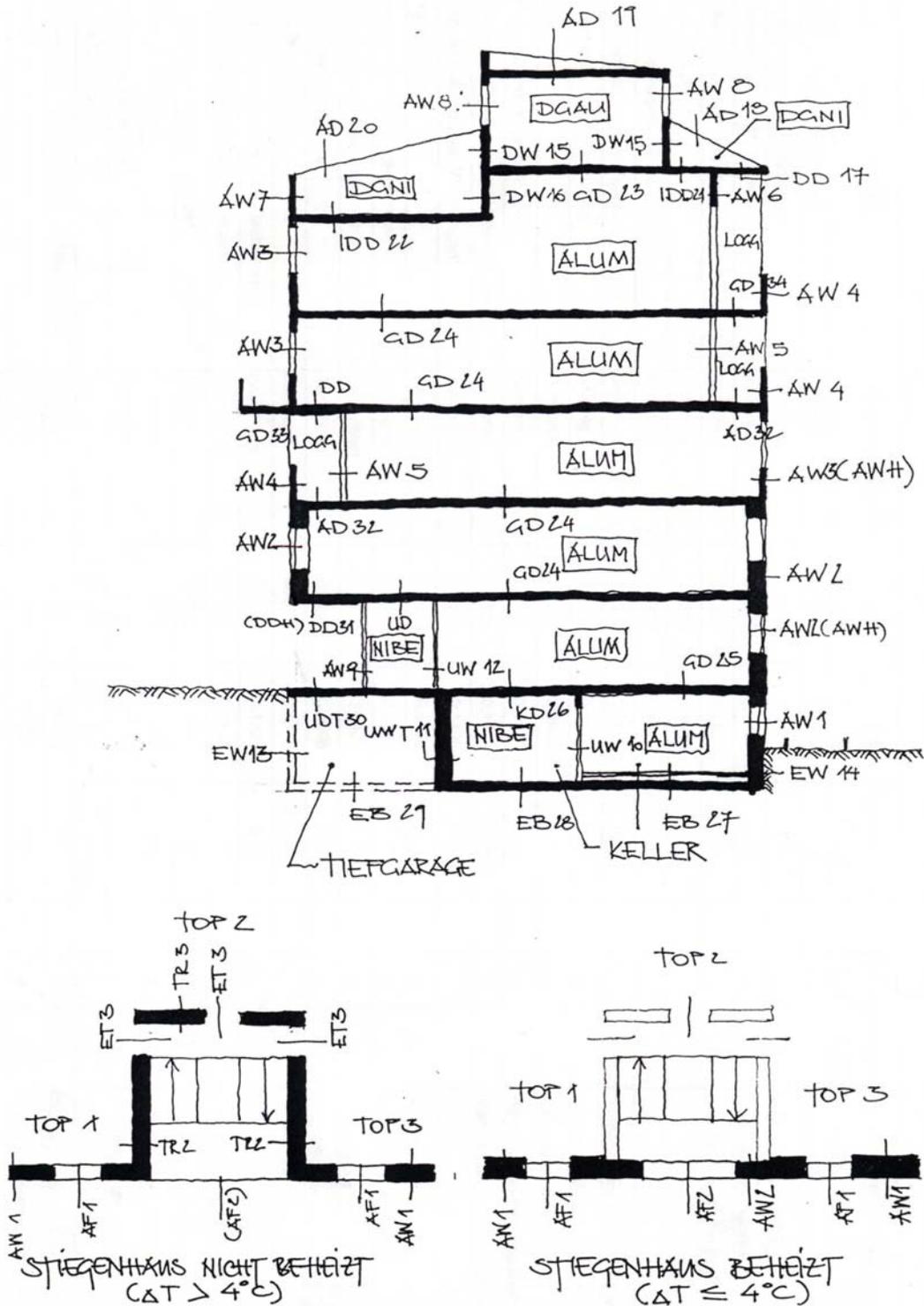


Bild 2-5: Bauteilzuordnung für Heizwärmebedarfsberechnungen THEWOSAN (Quelle: Prof. DI Otto Kucera)

Im nächsten Schritt erfolgt die Berechnung der Grundflächen und Rauminhalte gemäß Önorm B1800 für jedes einzelne Geschöß – falls vorhanden. Anschließend werden alle Fassadenflächen abzüglich aller vorhandenen Außenfenster und Außentüren erfasst. Dies

wird für jede der vier Himmelsrichtungen und in Abhängigkeit der Außenwandaufbauten durchgeführt. Weiters sind Dach- und Gaupenflächen zu erfassen. Der letzte Teil der allgemeinen Berechnung ist eine Zusammenstellung aller Außenfenster und -türen. Im Anhang B befindet sich eine solche Excel-Arbeitsmappe, um die allgemeinen Berechnungen zu veranschaulichen.

Erst nach der allgemeinen Erfassung der notwendigen Ausgangswerte erfolgt die eigentliche Berechnung der Energiekennzahlen. Für jeden einzelnen Bauteil wird nach Önorm B8110-1 der Wärmedurchlasswiderstand  $R_n$  und daraus der Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  ermittelt.

$$R = \frac{d}{\lambda} = \frac{\text{Bauteildicke}(m)}{\text{Wärmeleitfähigkeit}(W / mK)}$$

$$U = \frac{1}{R + \sum \frac{1}{\alpha}}$$

$$\sum \frac{1}{\alpha} = \text{Summe der Wärmeübergangswiderstände zwischen Luft und Bauteil}$$

Anschließend erfolgt der Eintrag aller vorhandenen Werte in die Excel-Blätter des Programms „hwb02“. Das Programm errechnet nun den Energieausweis nach den OIB-Richtlinien.

Folgende wärmetechnischen Grundlagen sind von Bedeutung, um ein richtiges Funktionieren des OIB-Programms zu gewährleisten:

- **Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  (W(mK)):** kennzeichnet die Fähigkeit eines Baustoffes, Wärme zu leiten. Sie ist abhängig von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt
- **Wärmedurchlasswiderstand  $R$  (m<sup>2</sup>K/W):** kennzeichnet die Fähigkeit eines Bauteils, Wärme zu dämmen
- **Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  (W(m<sup>2</sup>K)):** kennzeichnet den Wärmefluss durch einen Bauteil im stationären Zustand unter Berücksichtigung des Wärmeüberganges auf die angrenzenden Luftschichten
- **Volumsbezogener Transmissions-Leitwert  $P_{T,V}$  (W/m<sup>3</sup>K):** wird derzeit vom Bundesland Wien verwendet und voraussichtlich in den nächsten Jahren vom spezifischen Heizwärmebedarf ersetzt

- **LEK-Wert,  $LEK_{eq}$ -Wert:** kennzeichnet den Wärmeschutz der Gebäudehülle unter Berücksichtigung der Geometrie des Gebäudes. Der äquivalente LEK-Wert kennzeichnet den jährlichen Heizwärmebedarf des Gebäudes in Form des energieäquivalenten Wärmeschutzes der Gebäudehülle, wobei die Wirkung von Standortfaktoren berücksichtigt wird.
- **$HWB_{BGF}$  ( $kWh/m^2$ ):** ist der auf die Bruttogeschossfläche eines Gebäudes bezogene jährliche Heizwärmebedarf. Dabei werden die aktuelle Nutzung des Gebäudes und die Standortgegebenheiten berücksichtigt.

### 2.5.3 EU-Gebäuderichtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“

Im Mai 2001 legte die Europäische Kommission einen Entwurf zur „Gebäude-Richtlinie“ vor und sorgte vorerst für einige Diskussionen. Man wollte die Energieeffizienz von Gebäuden verbessern und eine Vereinheitlichung der energetischen Beurteilung von Neubauten und bestehenden Gebäuden. Im November 2002 wurde diese Richtlinie schließlich verabschiedet und trat Anfang 2003 in Kraft. Die EU-Mitgliedsstaaten hatten nun drei Jahre Zeit diese neue EU-Gebäuderichtlinie in nationales Recht umzusetzen.

Ab 4.1.2006 wäre die Richtlinie auch in Österreich rechtsmäßig. Doch es gab bzw. gibt bei der Umsetzung noch einige Verzögerungen und die Einführung wird voraussichtlich erst Anfang 2008 geschehen.

Die EU-Gebäuderichtlinie umfasst im Wesentlichen drei Kernelemente:

- Eine allgemeine Berechnungsmethode für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes
- Die Erstellung von Energieausweisen für neue und bestehende Gebäude
- Regelmäßige Inspektionen und Wartungen von Heizkesseln und Klimaanlage

Der gerade erwähnte Energieausweis ist sowohl für Neubauten als auch für bestehende Gebäude bei Verkauf oder Vermietung verpflichtend. Er soll vergleichbare Angaben über den energetischen Normverbrauch eines Gebäudes liefern. Weiters enthält er Vorschläge für kosteneffiziente Verbesserungsmaßnahmen und ist maximal zehn Jahre gültig.

In Österreich arbeiten das „Österreichische Institut für Bautechnik“ (kurz OIB), Vertreter der Bundesländer und der Ministerien sowie Fachleute an der nationalen Umsetzung der Gebäuderichtlinie. Es wurden bereits mehrere so genannte OIB-Richtlinien ausgearbeitet und immer wieder auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Der OIB-Leitfaden „Energietechnischen Verhalten von Gebäuden“ stellt einen technischen Anhang zur OIB

Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ dar. Die Richtlinie legt im Hinblick auf den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an den Heizwärmebedarf, Kühlbedarf und den Endenergiebedarf verbindlich die Anwendung der im Leitfaden festgeschriebenen Berechnungsmethode fest [130]

Bild 2-6 stellt die inhaltlichen Teile der Leitfadens „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ graphisch dar.

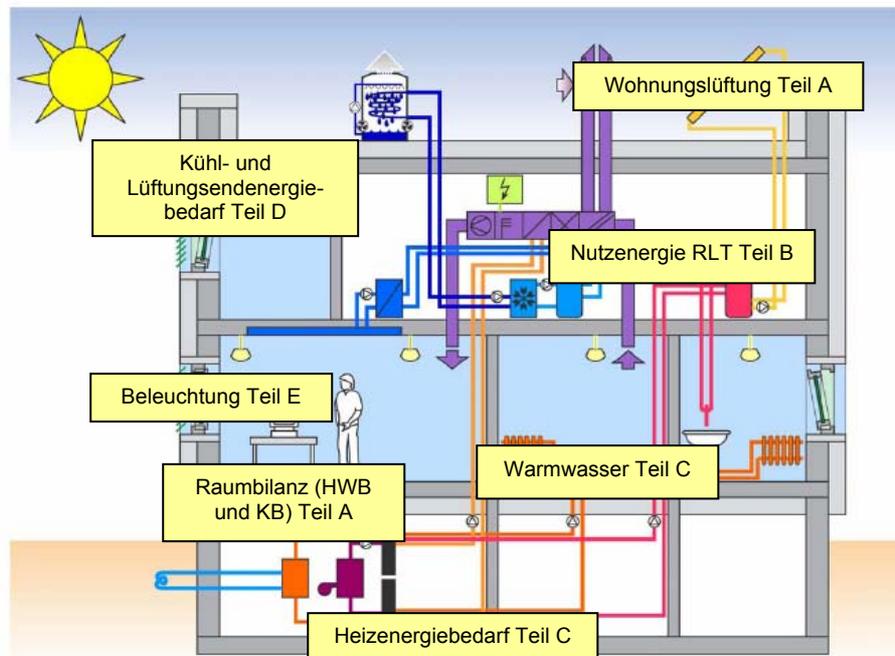


Bild 2-6: Graphische Darstellung der Teile des Leitfadens „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ (Quelle: OIB-Leitfaden 2.5 genommen aus DIN V 18599)

Im Vergleich zu den derzeit gültigen Berechnungsbestimmungen kommt es im Zuge der neuen Gebäuderichtlinie zu einigen Änderungen. Diese betreffen weniger die Berechnungsmethode, als viel mehr den Berechnungsumfang. Waren laut altem OIB-Leitfaden nur Berechnungen des Heizwärmebedarfs, des Heizenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs notwendig, so sind laut neuem Leitfaden diese um einige Berechnungspunkte zu erweitern. So muss jetzt auf

- die Gebäudehülle
- die Heizungsanlage
- die Lüftung
- die Warmwasserbereitung
- die eingesetzten Energieträger

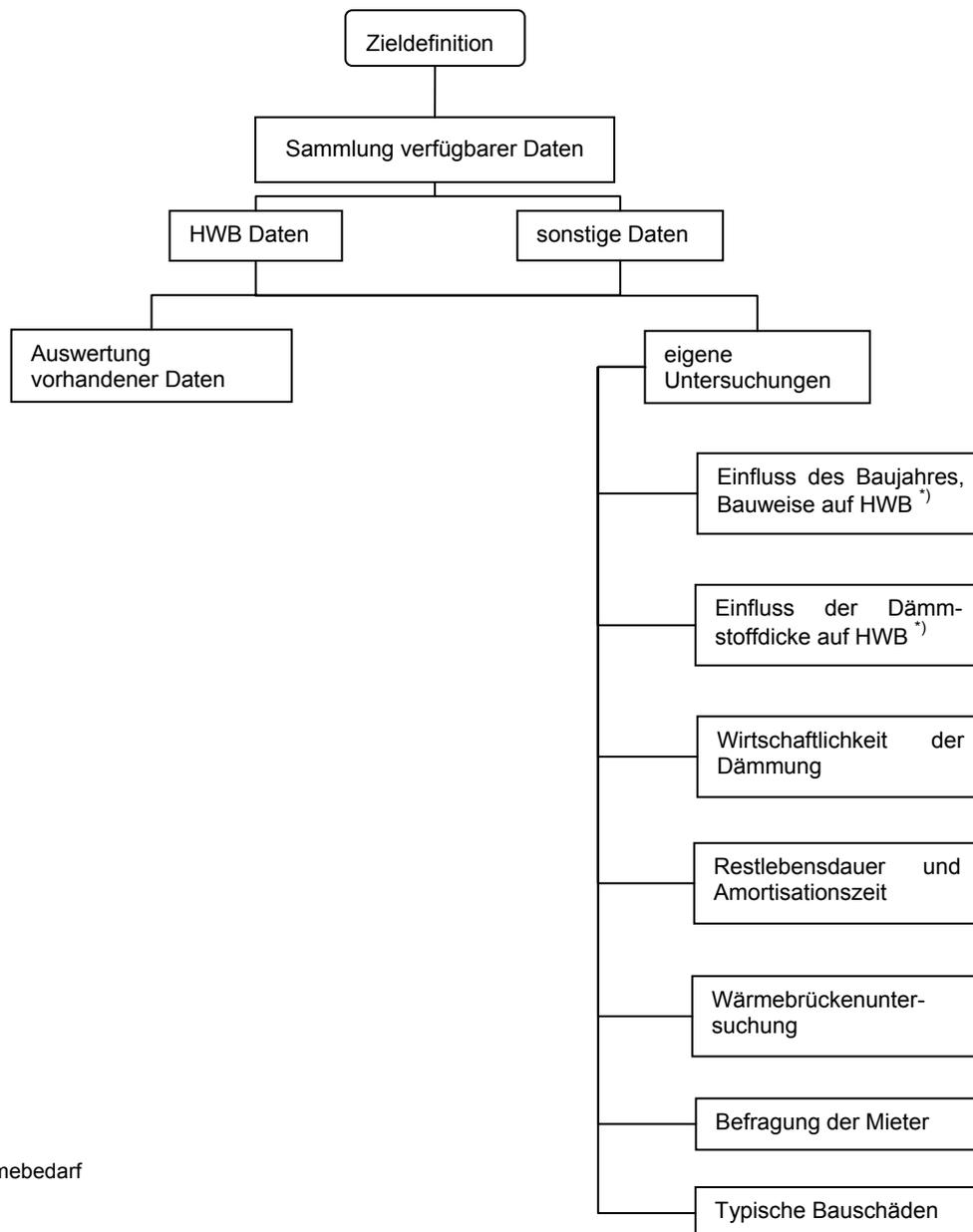
eingegangen werden. Nachstehende Tabelle zeigt die Neuerungen des OIB-Leitfadens.

Tabelle 2-7: Gegenüberstellung des alten OIB-Leitfadens mit dem neuen OIB-Leitfaden (Quelle: DI Eiper)

<b>OIB Leitfaden "ALT"</b>	<b>OIB-Leitfaden "NEU"</b>
Energietechnisches Verhalten von Anwendungsbereich: <b>Wohngebäude</b>	Energietechnisches Verhalten von Anwendungsbereich: <b>Wohngebäude und</b>
<b>Teil A</b> Berechnung des Heizwärmebedarfs	<b>Teil A (zum Teil NEU)</b> Heizwärmebedarf und Kühlwärmebedarf
Berechnung der Nutzenergie zur Aufrechterhaltung der behaglichen Bedingungen im Winter. Systemgrenze ist der Raum. Es wird keine Rücksicht auf die Heizungsanlage genommen.	Berechnung der Nutzenergie zur Aufrechterhaltung der behaglichen Bedingungen im Sommer und im Winter. Systemgrenze ist der Raum. Es wird keine Rücksicht auf die Heizungsanlage genommen.
	<b>Teil B (NEU)</b> Nutzenergiebedarf der energetischen
	Berechnung einer RLT-Anlage mit den Funktionen Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten
<b>Teil B</b> Berechnung des Heizenergiebedarfs	<b>Teil C</b> Berechnung des Heizenergiebedarfs
Berechnung des Endenergiebedarfs für das Heizsystem und das Brauchwassersystem, sowie die Berechnung des Hilfsenergiebedarfs sämtlicher Anlagenkomponenten.	Berechnung des Endenergiebedarfs für das Heizsystem und das Brauchwassersystem, sowie die Berechnung des Hilfsenergiebedarfs sämtlicher Anlagenkomponenten.
	<b>Teil D (NEU)</b> Endenergiebedarf für die Kühlung
	Berechnung des Endenergiebedarfs für die Kühlung und Befeuchtung. Berücksichtigt wird einerseits die RLT-Anlage und andererseits, wenn vorhanden ein konventionelles Kühlsystem (Kühldecke).
	<b>Teil E (NEU)</b> Endenergiebedarf für die Beleuchtung
	Ermöglicht die Berechnung des Nutz- und Endenergiebedarf der Beleuchtungseinrichtung.
<b>Teil C</b> Berechnung des Endenergiebedarfs	<b>Teil F</b> Berechnung des Endenergiebedarfs
Bilanzierung des Endenergiebedarfs. Berechnung der spezifischen Energiekennwerte.	Bilanzierung des Endenergiebedarfs. Berechnung der spezifischen Energiekennwerte.
	<b>Teil G (NEU)</b> Mindeststandards
	Methodik zur Überprüfung der Einhaltung der Mindeststandards (neue Gebäude und Bestandsgebäude)
	III. Energieausweise (NEU)
	Muster vereinfachtes Aufnahmeverfahren .....
<b>Teil D</b> Anhang	IV. Kennwerte (zum Teil NEU)
Im Anhang befinden sich Klimadaten und ein Wärmebrückenkatalog	Klimadaten Wärmebrückenkatalog Nutzungsbedingungen .....

### 3 Eigene Untersuchungen und Vorgehensweise

Die bestehenden und der Arbeit zu Grunde liegenden 38 Objekte stammen aus einer Zeit von 1945 bis 1982 und befinden sich in dem 3., 4. und 11. Wiener Gemeindebezirk. Da die einfache Berechnung des Heizwärmebedarfs nicht genügend Aussagekraft bezüglich der Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen besitzt, sind weitere Untersuchungen nötig um diese Fragestellung auch ordentlich erläutern zu können. Bild 3-1 stellt die weiteren Überlegungen und nachfolgenden Untersuchungen graphisch in einem Organigramm dar.



<sup>\*)</sup> Heizwärmebedarf

Bild 3-1: Graphische Darstellung der nachfolgenden Untersuchungen

Im Zuge der zusätzlichen Untersuchungen wurden nicht nur die vorhandenen Daten ausgewertet, sondern auch genauer analysiert. Da der Datenbestand für eine ausreichend genaue Untersuchung nicht genügte, hat der Wohnfonds Wien weitere Unterlagen zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um die „Akten“ der genannten Objekte samt geschätzten Sanierungskosten, Kostenvoranschlägen, tatsächlich durchgeführten bzw. geplanten Sanierungsmaßnahmen sowie vorhandener Bauschäden. Die nachstehende Tabelle 3-1 gibt einen generellen Überblick über die bestehenden Wohnhausanlagen mit genauen Adressenangaben, Baujahr, Bauweise, Energiekennzahl vor und nach der Sanierung.

### 3.1 Auswertung vorhandener Daten

Mit Zustimmung von Wiener Wohnen konnte auf Heizwärmebedarfsberechnungen und Sanierungsvorschläge von 38 Objekten in den Bezirken 3, 4 und 11. zurückgegriffen werden [27]. Aus den erhaltenen Ergebnissen lassen sich die Förderungsmöglichkeiten der Stadt Wien in €/m<sup>2</sup> Nutzfläche berechnen. Nach Absprache mit den jeweiligen zuständigen Referenten wurde eine mögliche Sanierungsvariante beschlossen, die hierauf eingereicht wurde. Da diese einfachen Berechnungen zu wenig Aussagekraft besitzen und weitere Schlussfolgerungen nur in eingeschränktem Maße möglich sind, ist es notwendig sich genauer mit den Objekten zu befassen. Tabelle 3-1 liefert uns lediglich das Einsparungspotenzial bei einer bestimmten Bauweise bei der beschlossenen Sanierungsvariante.

Tabelle 3-1: Übersicht der 38 Objekte

Projektname	Bezirk	Baujahr	HWB <sub>BGF</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a] <sub>vorh.</sub>	HWB <sub>BGF</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a] <sub>neu</sub>	Bauweise Außenwand
Rinnböckstraße 35-43	1110		144,08	111,22	Vollziegel
Schlachthausgasse 39	1030	1954	116,59	63,05	Vollziegel
Muhrhoferweg 1-5	1110	1971	76,41	37,66	Betonfertigteil
Kaiser Ebersdorferstraße 290-292	1110	1976-79	94,06	60,77	Unimax-Ziegel (Hochlochziegel)
Schlachthausgasse 3	1030	1963	120,67	49,87	Schüttbeton
Muhrhoferweg 13-19	1110	1970-72	81,16	47,6	Beton
Muhrhoferweg 7-11	1110	1970-72	76,93	43,54	Leichtbeton
Studenygasse 7-11,	1110	1966-1968	84,46	43,69	Betonfertigteil (Lecabeton)
Rohrhofergasse 2-6	1110	1966-1968	77,4	34,15	Betonfertigteil (Lecabeton)
Unter der Kirche 24-32	1110	1966-1968	76,51	33,32	Betonfertigteil (Lecabeton)
Mitterweg 8-18	1110	1970-72	76,69	33,56	Betonfertigteil (Stahlbeton)
Kopalgasse 1	1110	1957	146,93	59,21	Mischbauweise
Florian Hedorfer-Straße 28-44	1110	1968-69	70,66	37,58	Sandwichbauweise
Koblincegasse 2-8	1110	1968-70	80,5	39,11	Betonfertigteil (Lecabeton)
Baumgasse 43	1030	1954	100,12	39,14	Mischbauweise
Sebastianplatz 5-6	1030	1953	98,78	39,41	Mischbauweise
Gratian Marx-Straße 5	1110	1953	148,06	63,82	Vollziegel
Wilhelm Otto-Straße 3-5	1110	1958	97,99	42,91	Mischbauweise
Thürnlhofstraße 21-23	1110	1969-70	74,6	39,76	Sandwichbauweise
Kaiser Ebersdorferstraße 332	1110	1959	160,92	60,82	Mischbauweise
Gratian Marx Straße 12-14	1110	1954	123,61	51,72	Mischbauweise
Aspangstraße 11-13	1030	1961	101,58	36,2	Mischbauweise
Molitorgasse 5-9	1110	?	116,46	52,9	Mischbauweise
Graf Starhemberg-Gasse 40-42	1040	1960-61	110,38	40,56	Vollziegel
Margaretenstraße 31	1040	1970-72	77,3	52,97	Mischbauweise
Lorystraße 54-60	1110	1964-66	104,9	47,74	Beton
Erdbergstraße 16-28	1030	1961-63	119,54	44,46	Mischbauweise
Zippererstraße 16-22	1110	1951-53	107,14	51,6	Vollziegel
Simmeringer Hauptstraße 136-140	1110	?	?	?	Mischbauweise
Strohgasse 14f	1030	1949-50	117,63	52,27	Vollziegel
Thürnlhofstraße 20-24	1110	1970-72	72,37	33,25	Mischbauweise
Eisteichstraße 17-27	1110	1976-82	68,08	51,89	Sandwichbauweise
Pantucekgasse 9-11	1110	1972-74	67,55	39,23	Betonfertigteil
Schelleingasse 28-30	1040	1953-54	138,33	72,51	Beton
Geiselbergstraße 27-31	1110	1955	109,85	42,04	Mischbauweise
Markhofgasse 6	1030	1959-61	120,85	47,18	Mischbauweise
Gestettengasse 17	1030	1959-61	123,63	53,1	Mischbauweise
Kärchergasse 2	1030	1951-52	96,01	38,75	Mischbauweise
Kleingasse 2	1030	1960-61	114,2	43,16	Mischbauweise

Im Zuge der Erstellung des Sanierungskonzepts laut Thewosan-Richtlinien wird im ersten Schritt für jedes Wohnhaus die Energiekennzahl des Bestandes berechnet. Die Berechnung des Heizwärmebedarfs ( $HWB_{BGF}$  = standortbezogene Energiekennzahl) erfolgt mittels des Programms HWB02 (in der laufenden Version) auf Basis der beheizten Bruttogeschoßfläche. Weitere Bestandteile, welche für die Heizwärmebedarfsberechnung erforderlich sind, sind Flächen- und Volumsberechnungen der beheizten Gebäudeteile. Diese umfassen die Summe aller Außenwandoberflächen, Summe der beheizten Oberflächen zu unbeheizten Gebäudeteilen (z.B. Stiegenhauswände, Decke zu Keller,...), Summe der erdberührenden Oberflächen, sowie die Summe der Dachflächen. Die Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile kann ebenfalls mit dem Programm HWB02 durchgeführt werden.

Im nächsten Schritt werden an die Außenbauteile, sowie an die obersten Geschoßdecken und Wände gegen unbeheizte Räume Dämmungen aufgebracht. Dadurch wird eine Reduktion des Heizwärmebedarfs erzielt. Dieser wird im dritten Schritt nach der Sanierung neu berechnet. Auf diese Weise erhält man Energiekennzahlen vor Aufbringen einer Dämmung und nach erfolgter Sanierung.

Bild 3-2 gibt einen generellen Überblick über die Energiekennzahlen der ausgewählten Projekte vor und nach der Sanierung.

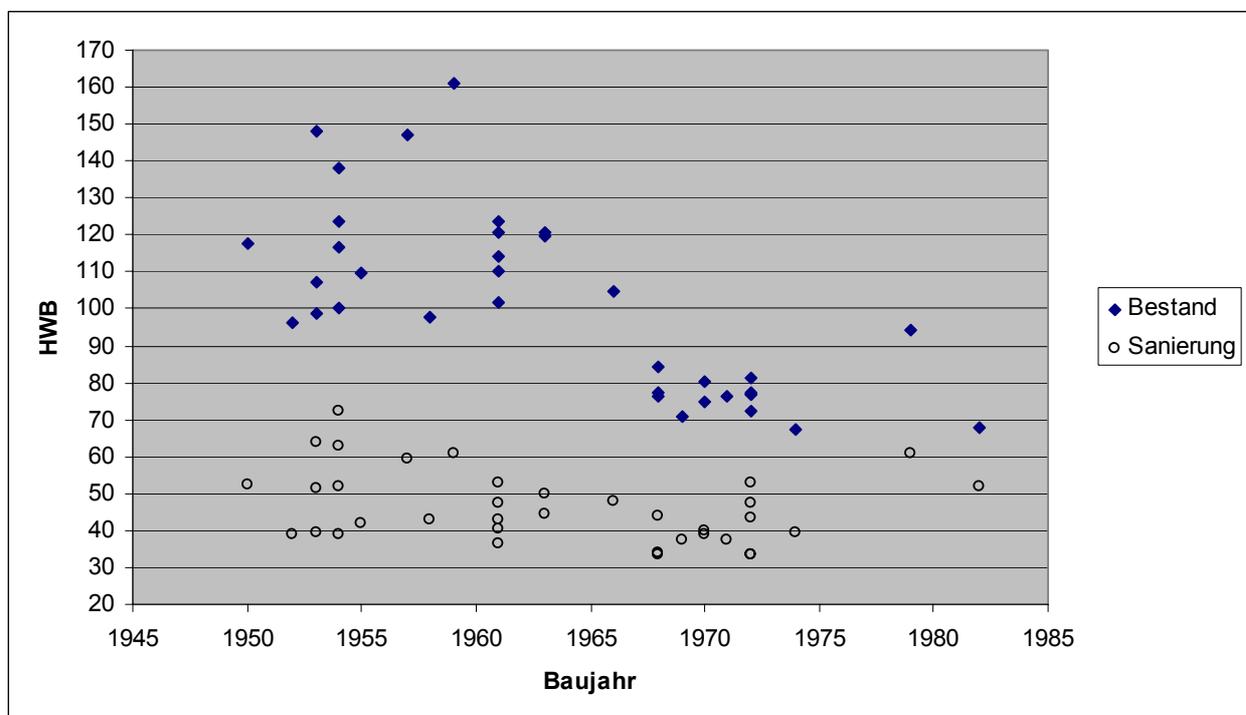


Bild 3-2: Gegenüberstellung der Energiekennzahlen vor und nach der Sanierung

### 3.1.1 Sanierungskosten

Der Wohnfonds Wien stellte für die Arbeit die Sanierungsgutachten bzw. Prüfberichte für 21 Objekte zur Verfügung. Darin sind allgemeine Daten zu den Wohnhausanlagen sowie die Ergebnisse der Heizwärmebedarfsberechnung enthalten. Darüber hinaus sind die eingereichten, befürworteten und bewilligten tatsächlichen Sanierungsmaßnahmen enthalten. Weiters werden die geförderten und nicht geförderten Sanierungsmaßnahmen bzw. Instandhaltungsarbeiten detailliert aufgelistet und genau angegeben. Für jede der durchgeführten Arbeiten liegen die Kostenvoranschläge oder auch Abrechnungspreise vor. Die Kosten werden in geförderte Kosten und nicht geförderte Kosten unterschieden.

Weiters erfolgt die Unterteilung in Kosten im Rahmen der thermisch-energetischen Wohnhaussanierung, Kosten für einen eventuellen Umbau der Personenaufzüge und schließlich noch in die Kosten für die Erhöhung des Wohnkomforts.

Die nachstehende Tabelle 3-2 gibt einen Überblick über den Status der Sanierung zum Stichtag und listet die Gesamtsanierungskosten auf. Da noch nicht alle Projekte einer Prüfung unterzogen oder noch keine Kostenabschätzungen gemacht wurden, liegen die Werte vorerst nur für die unten angeführten 21 Objekte vor.

Tabelle 3-2: Übersicht über den Status und die Sanierungskosten der Objekte

Objekt	Status	Gesamtsanierungskosten
Aspangstraße 11-13	Zusicherung	298.800,00
Erdbergstraße 16-28	Baubeginn	1.138.400,00
Gestettengasse 17	Zusicherung	1.122.000,00
Kleingasse 2	Zusicherung	657.100,00
Kärchergasse 2	Zusicherung	700.100,00
Markhofgasse 6	Zusicherung	494.600,00
Schlachthausgasse 3	Zusicherung	1.552.400,00
Schlachthausgasse 39	Fertig mit EA	320.300,00
Strohgasse 14f	Zusicherung	544.100,00
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	Zusicherung	813.000,00
Eisteichstraße. 17-27	Antrag	k.A
Geiselbergstraße 27-31	Zusicherung	4.957.800,00
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	Fertig ohne EA	425.500,00
Koblicekgasse 2-8	Zusicherung	3.372.200,00
Lorystraße 54-60	Prüfbericht	1.303.600,00
Mitterweg 8-18	Baubeginn	2.809.096,00
Muhrhoferweg 1-5	Fertig ohne EA	5.325.683,00
Rohrfergasse 2-6	Zusicherung	2.905.600,00
Thürnlhofstraße 20-24	Baubeginn	6.003.100,00
Thürnlhofstraße 21-23	Baubeginn	3.544.300,00
Unter der Kirche 24-32	Zusicherung	3.177.100,00
Zippererstraße 16-22	Baubeginn	4.798.600,00

Tabelle 3-3: Übersicht der bewilligten bzw. eingereichten geförderten Sanierungsmaßnahmen

Objekt	Fassade [cm]	Wände zum Dachboden [cm]	oberste Geschoßdecke [cm]	Decke über Stiegenhaus [cm]	Decke über Durchfahrt bzw. Decke über Durchgang [cm]	Wand zum Durchgang bzw. Durchfahrt	Balkonplatte [cm]	Fenstertausch	weitere Sanierungsarbeiten
Schlachthausgasse 39	6 EPS	-	-	-	6 bzw. 8 EPS	6 bzw. 8 EPS	-	ja	-
Muhrhoferweg 1-5	6 Steinwolle	-	-	-	6 Steinwolle	ja	ja	ja	-
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	6 EPS	-	10 Mineralwolle	-	-	-	-	ja	-
Schlachthausgasse 3	8 EPS	-	20 EPS	-	-	-	-	ja	Dämmung Dach und Fassade der Ladenzeile
Rohrhofergasse 2-6	10 Steinwolle	-	20 Steinwolle	-	-	-	-	nein (1992)	Dämmung der Loggienuntersichten
Unter der Kirche 24-32	10 Steinwolle	-	20 Steinwolle	-	-	-	ja	nein (1992)	-
Mitterweg 8-18	8 Steinwolle	-	14 Steinwolle	14 Steinwolle	-	-	ja	ja	-
Koblitzgasse 2-8	8 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	-	-	-	nein	-
Thümlhofstraße 21-23	8 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	-	-	-	nein (1991)	-
Aspangstraße 11-13	10 EPS	-	20 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	-	-	ja	Dämmung Dach 20 Mineralwolle, Wände des Stgh. im DG 10 Mineralwolle
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	8 EPS	-	20 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	-	5 XPS	ja	-
Lorystraße 54-60	8 EPS	10 Mineralwolle	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	-	-	5 XPS	nein (1994)	Wärmedämmung Kellerdecke
Erdbergstraße 16-28	8 Mineralwolle	8 Mineralwolle	16 EPS	16 EPS	-	8 EPS	ja	ja	-
Zippererstraße 16-22	6 EPS	6 EPS	15,5 Steinwolle	16 Mineralwolle	-	-	-	ja	Mauerwerkstrookenlegung
Strohgasse 14f	8 EPS	8 Mineralwolle	16 Mineralwolle	-	-	-	-	ja	Untersicht Erker 8 cm EPS
Thümlhofstraße 20-24	10 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	10 Mineralwolle	-	-	nein (1991)	-
Geiselbergstraße 27-31	10 EPS	10 EPS	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	10 Mineralwolle	10 Mineralwolle	4 XPS	ja	-
Kleingasse 2	10 EPS	10 EPS	16 EPS	16 Mineralwolle	-	-	10cm oben, 4cm unten	ja	Dämmung der AW des Stgh. über Dach 10 EPS
Markhofgasse 6	8 EPS	8EPS	20 EPS	16 Mineralwolle	14 EPS	8 EPS	-	ja	neue Hauseingangstüren, Dämmung der Wände 8 Mineralwolle und der Decke 16 Mineralwolle über Stgh. im Dachbodenbereich
Gestetengasse 17	8 EPS	8 EPS	20 EPS	16 Mineralwolle	14 EPS	8 EPS	4 XPS	ja	-
Kärchergasse 2	10 EPS	-	20 Mineralwolle	20 Mineralwolle	-	-	4 XPS oben, 10 EPS unten	ja	Dämmung Dach 20 Mineralwolle, Wände des Stgh. im DG 10 Mineralwolle

### 3.1.2 Sanierungsmaßnahmen

In den Prüfberichten des Wohnfonds Wien sind alle beantragten, eingereichten und bewilligten Sanierungsmaßnahmen detailliert aufgelistet. Die angeführten Arbeiten werden in geförderte Erhaltungsarbeiten und nicht geförderte Erhaltungsarbeiten gegliedert, sodass anschließend eine genaue Kostentrennung und Abrechnung erfolgen kann.

Gängige geförderte Maßnahmen sind unter anderem:

- Instandsetzung der Fassade inkl. Dämmung
- Dämmung der Decken und der Wände in Durchgängen und Durchfahrten
- Dämmung der obersten Geschoßdecke
- Dämmung der Decke und der Wände im Stiegenhausbereich
- Fenstertausch

In die Gruppen der nicht geförderten Maßnahmen fallen beispielsweise

- Malerarbeiten
- Instandsetzungsarbeiten im Stiegenhaus
- Neuherstellen der Außengehwege
- Instandsetzen von Dachverblechungen
- Neuherstellen von Blitzschutzanlagen
- Arbeiten an der Beleuchtung und an den Gegensprechanlagen

In der Auflistung wurden die Fenster in der Gruppe der Förderungen genannt. Normalerweise trifft das auch zu. Bei einigen Objekten wurde der Austausch der Fenster jedoch nicht finanziell unterstützt, da die Maßnahmen bereits vor der Antragsstellung durchgeführt worden sind.

Tabelle 3-3 listet die eingereichten, bewilligten bzw. die bereits durchgeführten tatsächlichen Sanierungsmaßnahmen auf. Es bestehen einige Unterschiede zu den vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen, die im Zuge der Erstellung des Thewosan-Sanierungskonzeptes angeführt wurden (Vergleich Tabelle 3-5).

## 3.2 Eigene Untersuchungen

Im Zuge eigener Untersuchungen und Betrachtungen wurden folgende Punkte behandelt und erarbeitet:

- Einfluss des Baujahre und der Bauweise auf die Energiekennzahl
- Einfluss der Variation der Dämmstoffdicke auf die Energiekennzahl
- Wirtschaftlichkeit der Dämmung
- Restlebensdauer und Amortisationszeit
- Wärmebrückenuntersuchung
- Befragung der Mieter
- typische Bauschäden und Sanierungsvorschläge

### 3.2.1 Einfluss des Baujahres und der Bauweise auf die EKZ

Die ausgewählten Objekte stammen wie bereits erwähnt aus unterschiedlichen Jahrzehnten und verschiedenen Bauweisen. Interessant ist es nun zu überprüfen, ob das Baujahr einen Einfluss auf die Energiekennzahl hat. Weiters wird untersucht ob für die einzelnen Jahrzehnte eine typische Bauweise existiert bzw. zu welcher Bauweise man in einem Zeitabschnitt besonders tendierte. Die folgenden drei Diagramme (Bild 3-3 bis Bild 3-5) sollen Aufschluss darüber geben, welche Bauweise im jeweiligen Baujahrzehnt dominiert hat. Daraus sollen später auch Schlüsse gezogen werden, warum eine bestimmte Bauweise sich gegenüber anderen durchgesetzt hat.

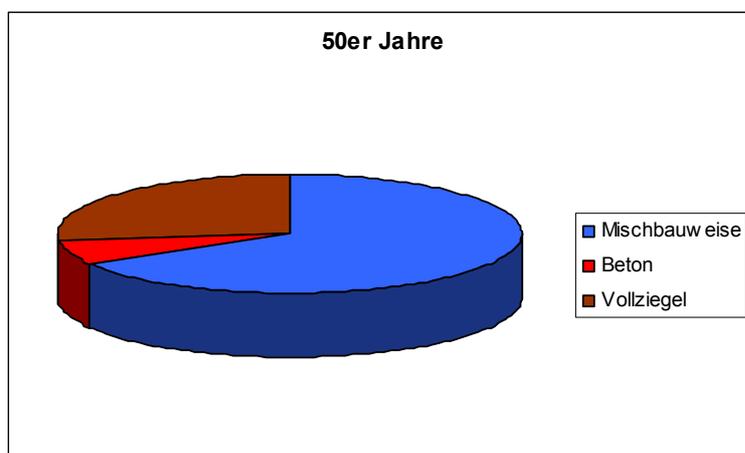


Bild 3-3: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1950-59

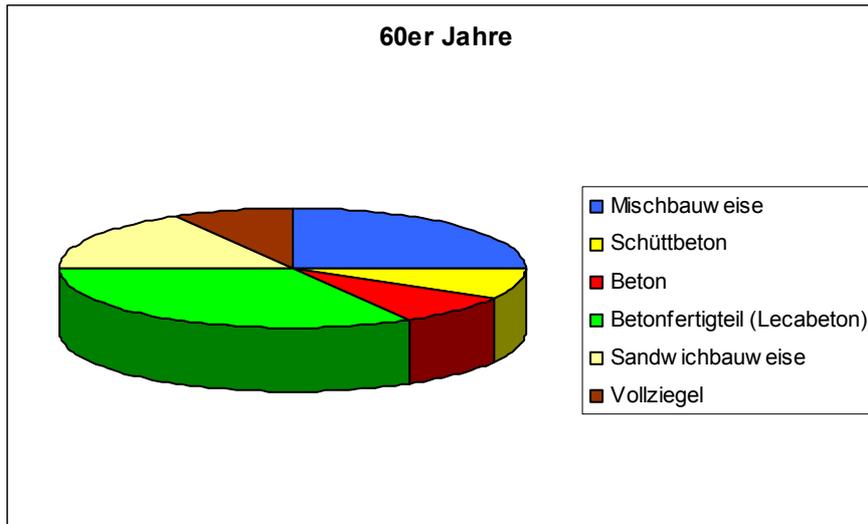


Bild 3-4: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1960-69

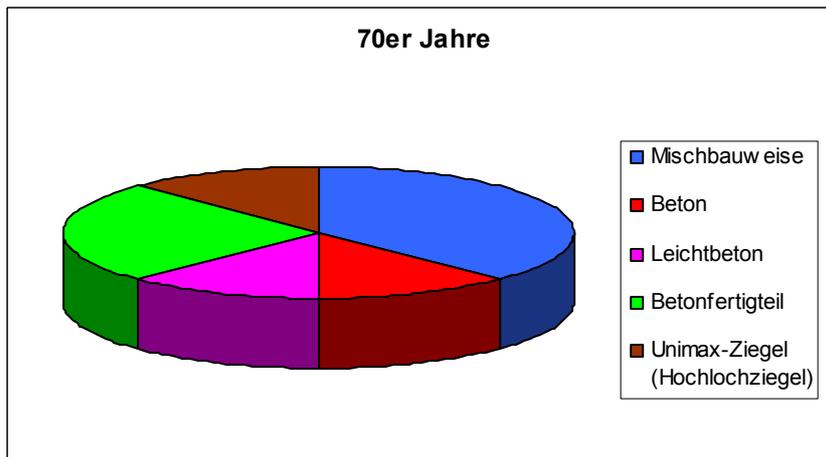


Bild 3-5: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1970-79

### Bauten der 60er Jahre

Die 60er Jahre waren durch das Verwenden neuer Materialien, neuer Bautechnologien und neuer Formen des Bauens gekennzeichnet. Die Wohnungsnot sollte möglichst schnell überwunden werden. Durch die Materialknappheit in den Nachkriegsjahren war man gezwungen mit neuen Baustoffen und neuen Bautechniken zu experimentieren. Amerika war zu dieser Zeit ein großes Vorbild für die Bauten, an dem sich auch Ingenieure und Architekten orientierten.

Weiteres Merkmal für Bauten aus diesem Jahrzehnt war ihr äußeres Erscheinungsbild. Es wurde nun abwechslungsreicher und neue konstruktive Formen entstanden. Auch im Inneren

hat sich einiges getan. Die Grundrisse der Wohnungen wurden freier und offener. Es sollte auch zu einer klaren Trennung von Wohn- und Schlafbereichen erfolgen.

Die städtischen Wohnhausanlagen kennzeichnen sich vor allem durch mehrgeschossige und kubische Bauten, die strikt gerasterte Fassaden und vorwiegend Flachdächer besitzen.

Man versuchte bestehende Baulücken mit diesen Bauten zu schließen und städtebauliche Akzente zu setzen.



Bild 3-6: Wohnhausanlage in der Studenygasse, Baujahr 1966-1968 (Foto: J.Maydl)

### Bauten der 70er Jahre

Der Baustil dieses Jahrzehntes war vorwiegend von der Industrialisierung des Bauens beeinflusst. Ziel war es die Produktivität und Effizienz zu steigern und Baukosten zu senken. Daher kamen sehr häufig vorgefertigte Bausysteme, die in hoher Stückzahl fernab der Baustelle produziert wurden, zum Einsatz. Diese Massenproduktion führte vor allem bei Stahlbetonbauten aus den 70er Jahren zu frühzeitigen Schäden. Vornehmlich waren dies Schäden zufolge Korrosion der Bewehrungsstähle, die in der Regel eine zu geringe Betondeckung aufwiesen.

Typisches Gestaltungsmerkmal dieser Fertigteilbausysteme ist die bunte Fassadengestaltung.



Bild 3-7: Wohnhausanlage in der Thürlhofstraße 20-24, Baujahr 1970-1972

### 3.2.2 Einfluss der Dämmstoffdicke auf die EKZ

Bei den bereits vorliegenden Sanierungsvorschlägen laut Thewosan-Richtlinie entschied man sich nach Absprache mit den zuständigen Referenten auf eine Sanierungsvariante, die schließlich auch eingereicht wurde. In der nachstehenden Tabelle 3-5 sind für alle 38 Objekte die Sanierungsvarianten mit angegebener Dämmstoffdicke im Überblick aufgeführt. Erfahrungsgemäß wählt man folgende Dämmstoffdicken für diese aufgelisteten Bauteile. Abweichungen von den gängigen Dicken sind in Einzelfällen sicherlich möglich.

Tabelle 3-4: Gängige Dämmstoffdicken für bestimmte Aufbauten

Bauteil	Dämmstoffdicke
Außenwand	8-10 cm
Wände zum Dachboden	8-10 cm
oberste Geschoßdecke	16-20 cm
Decke über Stiegenhaus	ca. 16 cm
Decke über Durchfahrt	ca. 14-16 cm

Tabelle 3-5: Überblick über die Sanierungsvorschläge der 38 Objekte

Objekt	Fassade [cm]	Wände zum Dachboden [cm]	oberste Geschoßdecke [cm]	Decke über Stiegenhaus [cm]	Decke über Durchfahrt bzw. Decke über Durchgang [cm]	Balkonplatte [cm]	Fenstertausch	Anmerkungen	HWB <sub>alt</sub>	HWB <sub>neu</sub>	ΔHWB
Schlachthausgasse 39	6 EPS	-	-	-	12 Steinwolle	-	ja		116,59	63,05	53,54
Muhrhoferweg 1-5	6 Steinwolle	-	-	-	6 Steinwolle	-	ja		76,41	37,66	38,75
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	6 EPS	-	10 Mineralwolle	-	-	-	ja		94,06	60,77	33,29
Schlachthausgasse 3	8 EPS	-	16 EPS	-	-	-	ja	Loggiaplatten sind sanierungsbedürftig	120,67	49,87	70,80
Muhrhoferweg 13-19	6 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	6 Mineralwolle	-	nein (1995)		81,16	47,60	33,56
Muhrhoferweg 7-11	6 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	-	-	nein (1993)		76,93	43,54	33,39
Studenygasse 7-11	8 EPS-F	-	16 Mineralwolle	16 Steinwolle	-	-	nein (1994)		84,96	37,81	47,15
Rohrhofergasse 2-6	10 Steinwolle	-	20 Steinwolle	-	-	-	nein (1992)		77,24	34,15	43,09
Unter der Kirche 24-32	10 Steinwolle	-	20 Steinwolle	-	-	-	nein (1992)		76,51	33,23	43,28
Mitterweg 8-18	8 Steinwolle	-	14 Steinwolle	14 Steinwolle	-	-	ja		76,69	33,56	43,13
Kopalgasse 1	6 EPS	6 EPS	20 Mineralwolle	16 Mineralwolle	14 Mineralwolle	10 XPS (1.OG)	ja		146,93	59,21	87,72
Florian Hedorfer-Straße 28-44	8 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	8 Mineralwolle	-	nein		70,66	37,58	33,08
Koblitzgasse 2-8	8 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	-	-	nein		80,50	39,11	41,39
Baumgasse 43	8 EPS	8EPS	20 Mineralwolle	-	-	-	ja		100,12	39,14	60,98
Sebastianplatz 5-6	8 EPS	8 EPS	16 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	-	ja	Dämmung Flachdach 16 cm Mineralwolle	98,78	39,41	59,37
Gratian-Marx-Straße 5	8 EPS	-	20 Mineralwolle	-	-	-	ja		148,82	60,02	88,80
Wilhelm-Otto-Straße 3-5	6 EPS	-	20 Mineralwolle	-	-	-	ja		97,99	42,91	55,08
Thürnlhofstraße 21-23	6 Mineralwolle	-	20 Mineralwolle	-	-	-	nein (1991)		74,60	39,76	34,84
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	10 EPS	-	20 EPS	-	20 Mineralwolle	-	nein (1995)		160,92	60,82	100,10
Gratian-Marx-Straße 12-14	8 EPS	8 EPS	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	-	-		123,31	47,92	75,39
Aspangstraße 11-13	10 EPS	-	20 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	-	ja		101,87	36,37	65,50
Molitorgasse 5-9	6 EPS	6 EPS	16 Mineralwolle	-	-	-	ja		116,46	52,90	63,56
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	8 EPS	-	20 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	5 XPS	ja		110,38	40,56	69,82
Margaretenstraße 31	6 EPS	6 Mineralwolle	-	-	-	-	ja	Dämmung Erkerfußboden: 6 cm EPS; schräge Atelierdecke: 16 cm Mineralwolle	77,30	52,97	24,33
Lorystraße 54-60	8 EPS	8 EPS	16 EPS	16 EPS	-	-	nein (1994)		104,90	47,74	57,16
Erdbergstraße 16-28	8 Mineralwolle	8 Mineralwolle	16 EPS	16 EPS	-	-	ja		119,54	44,46	75,08
Zippererstraße 16-22	6 EPS	6 EPS	15,5 Steinwolle	16 Mineralwolle	-	-	ja		107,14	51,60	55,54
Simmeringer Hauptstraße 136-140	8 EPS	8 EPS	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	8 Mineralwolle	-	ja		117,36	46,93	70,43
Strohgasse 14f	8 EPS	8 EPS	16 Mineralwolle	-	-	-	ja	Untersicht Erker 8 cm EPS	117,63	52,27	65,36
Thürnlhofstraße 20-24	10 Mineralwolle	-	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	10 Mineralwolle	-	nein (1991)		72,37	33,25	39,12
Eisteichstraße 17-27	-	-	-	-	-	-	ja	hoher Dämmstandard der Gebäudehülle und Erhaltungszustand→Dämmung verzichtbar	68,08	51,89	16,19
Pantucekgasse 9-11	8 Mineralwolle	-	8 Mineralwolle	-	-	-	nein (1999)	freiliegende korrodierte Bewehrung an der Fassade	67,55	39,25	28,30
Geiselbergstraße 27-31	10 EPS	10 EPS	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	-	-	ja	Wärmebrücken!	109,85	42,04	67,81
Kleingasse 2	10 EPS	10 EPS	16 Mineralwolle	16 Mineralwolle	-	-	ja		114,20	43,16	71,04
Markhofgasse 6	8 EPS	8EPS	20 EPS	20 EPS	14 Mineralwolle	-	ja		120,85	47,18	73,67
Gestettengasse 17	8 EPS	8 EPS	20 EPS	16 Mineralwolle	14 Mineralwolle	-	ja		123,63	53,10	70,53
Kärchergasse 2	10 EPS	-	20 Mineralwolle	20 Mineralwolle	-	-	ja		96,01	38,75	57,26
Rochusgasse 3-5	8 EPS	-	-	-	10 Mineralwolle	-	nein (xxxxx)	Dämmung der Dachflächen: 14 cm XPS	75,57	48,48	27,09

Es wird nun untersucht, wie sich die Dicke der Dämmschicht auf die Energiekennzahl auswirkt. Insgesamt sieben Objekte wurden aus Tabelle 3-5 ausgesucht, an Hand derer die Untersuchung durchgeführt wurde. Die ersten vier Objekte weisen die geringste Reduzierung des Heizwärmebedarfs vor, die letzten drei Wohnbauten haben das größte Einsparungspotenzial.

### Kellerdeckendämmung

Im Allgemeinen kommt es bei diesen Objekten zu keiner Dämmung der Kellerdecke. Es ist allerdings von Interesse zu sehen, inwieweit sich eine zusätzliche Kellerdeckendämmung auf den Heizwärmebedarf auswirkt. Dazu wird die mit Wiener Wohnen vereinbarte Sanierungsvariante zu Grunde gelegt und durch eine zusätzliche Dämmung ergänzt. In diesem Fall werden sieben verschiedene Dicken berücksichtigt und in nachstehender Tabelle 3-6 angeführt.

Tabelle 3-6: Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Kellerdeckendämmung auf die EKZ [kWh/m<sup>2</sup>a]

Objekt	HWB		HWB Sanierung + zusätzliche KG-Decken Dämmung						
	Bestand	nach Sanierung	4cm	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm	16cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	49,65	49,09	48,72	48,46	48,30	48,18	48,07
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	52,02	51,86	51,73	51,64	51,54	51,48	51,45
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	36,04	35,50	35,14	34,87	34,69	34,56	34,42
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	46,97	46,62	46,39	46,21	46,08	45,97	45,88
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	52,66	50,68	49,77	49,07	48,61	48,26	48,03
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	56,95	56,35	55,95	55,67	55,45	55,29	55,16
Kopalgasse 1	146,93	59,21	55,85	55,17	54,73	54,42	54,17	53,99	53,86

### Außendämmung

Die nächste Untersuchung behandelt die Außendämmung. Es soll auch hier untersucht werden, inwieweit sich unterschiedliche Dämmstoffdicken auf die Energiekennzahl auswirken. Weiters soll beobachtet werden, ab welcher Dämmstärke kaum noch eine Verbesserung erzielt werden kann. Dazu werden sechs verschiedene Dicken durchgerechnet.

Tabelle 3-7: Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Erhöhung der Außendämmung auf die EKZ [kWh/m²a]

Objekt	HWB		HWB Sanierung + Erhöhung der Außendämmung					
	Bestand	nach Sanierung	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm	16cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	52,97	50,99	49,80	48,61	47,92	47,27
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	42,74	41,22	39,70	38,93	38,16	37,39
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	42,02	39,23	36,88	35,44	34,00	33,03
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	48,22	45,88	44,10	42,72	41,63	40,78
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	67,11	63,53	60,82	58,98	57,60	56,68
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	64,08	60,02	57,28	55,23	53,67	52,64
Kopalgasse 1	146,93	59,21	59,21	56,25	53,99	52,08	50,93	50,15

### Oberste Geschoßdecke

Üblicherweise werden oberste Geschoßdecke mit einer Dämmung von 16-20 cm versehen. Da viel Wärme über das Dach verloren geht, ist es besonders wichtig hier auf eine ausreichende Dämmung nicht zu verzichten.

Die mit Wiener Wohnen vereinbarte Sanierung wird nun mit unterschiedlichen Dämmstoffdicken der obersten Geschoßdecke erneut durchgerechnet. Auch hier kommen wieder unterschiedlichen Stärken zum Einsatz, die in Tabelle 3-8 aufgelistet sind.

Tabelle 3-8: Einfluss der Dämmstoffdicke der obersten Geschoßdecke auf die EKZ [kWh/m²a]

Objekt	HWB		HWB Sanierung + Erhöhung der Dämmung ob. Geschoßdecke				
	Bestand	nach Sanierung	12cm	16cm	20cm	24cm	30cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	51,75	51,56	51,47	51,28	51,28
Eisteichstraße 17-27 *)	68,08	51,89	-	-	-	-	-
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	38,85	38,62	38,48	38,34	38,20
Rochusgasse 3-5 *)	75,57	48,48	-	-	-	-	-
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	62,84	61,59	60,82	60,23	59,65
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	60,96	60,39	60,02	59,75	59,48
Kopalgasse 1	146,93	59,21	59,87	59,43	59,21	59,00	58,78

\*) Bei den Objekten Eisteichstraße 17-27 und Rochusgasse 3-5 ist keine Dämmung der obersten Geschoßdecke vorgesehen

### Kombination von Kellerdeckendämmung und Außendämmung

Im Zuge der ersten Untersuchung wurde beobachtet, wie sich die Energiekennzahl mit einer zusätzlichen Kellerdeckendämmung verändert. Dazu variierten die Dämmdicken der Kellerdecke.

Hier soll nun untersucht werden, wie sich die Energiekennzahl verändert, wenn man eine konstante Kellerdeckendämmung von 8 cm aufbringt und die Außendämmung etwas abwandelt.

Tabelle 3-9: Einfluss der Außendämmung mit konstanter Kellerdeckendämmung auf die EKZ [kWh/m<sup>2</sup>a]

Objekt	HWB		HWB Sanierung + KG-Decke (8cm) + Erhöhung Außendämmung					
	Bestand	nach Sanierung	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm	16cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	48,72	47,00	45,98	44,94	44,25	43,55
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	41,77	40,25	38,72	37,95	37,17	36,40
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	37,99	34,97	32,72	31,26	29,79	28,80
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	-	-	-	-	-	-
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	56,34	52,60	49,76	47,85	46,41	45,44
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	60,10	55,95	53,15	51,05	49,46	48,23
Kopalgasse 1	146,93	59,21	54,73	51,69	49,37	47,42	46,23	45,44

### 3.2.3 Wirtschaftlichkeit der Dämmung

Es ist immer noch verbreitet Skepsis vorzufinden, was den nachträglich aufgebracht Wärmeschutz betrifft. Dieses Phänomen tritt aber nicht nur in Österreich auf, sondern ist in ganz in Europa zu finden. Aus diesem Grund gibt es bereits mehrere Studien, die sich mit dem Thema der Rentabilität des Wärmeschutzes befassen.

Bei wissenschaftlichen Diskussionen spielt die Rolle der Wirtschaftlichkeit bei der Beurteilung von energiesparenden Maßnahmen eine bedeutende Rolle. Es stellt sich immer wieder die Frage „rechnet sich diese Investition?“ und ist damit meist das einzige Entscheidungskriterium.

Wirtschaftlichkeitsrechnungen können jedoch grundsätzlich keine exakten Werte für zukünftige Kosten und künftige Nutzen von Investitionen liefern. Alle Aussagen und Ergebnisse können daher durchaus mit Unsicherheiten behaftet sein, die auf nicht vorhersehbare Preisentwicklungen (z.B. Zins, Energiepreise,...) zurückzuführen sind.

In den unterschiedlichsten Studien ist von direkten und indirekten Nutzen bzw. auch von subjektiven Maßnahmen und objektiven Kriterien die Rede, die es gilt in eine solche Wirtschaftlichkeitsberechnung mit einzubeziehen. So sind beispielsweise die eingesparten Heizkosten ein direkter Nutzen, während ein erhöhter Wohnkomfort durch eine ausreichend dick aufgetragene Wärmedämmung für indirekten Nutzen steht.

In der Praxis werden Investitionsentscheidungen nicht immer nur nach betriebswirtschaftlichen Kriterien gefällt, sondern auch nach ganz anderen Gesichtspunkten. Häufig geht es um die Finanzierbarkeit von Projekten, die Ästhetik oder andere Motive, die nicht immer leicht oder sogar gar nicht monetär auszudrücken sind.

Solche oft durchaus „objektive Kriterien“ sind beispielsweise:

- Wertsteigerung der Immobilie
- Erhöhung des Wohnkomforts
- Verringerung der Emissionen und damit verbundener Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt

Insgesamt kann angenommen werden, dass ein guter Wärmeschutz bei Erneuerungen weit rentabler ist, als bisher angenommen wurde.

Eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit der vorgenommen Sanierungen im Zuge der thermisch-energetischen Wohnhaussanierung der Stadt Wien, würde die Grenzen dieser Arbeit sprengen und würde Stoff für eine eigene Arbeit bieten. Daher wurde in der Folgenden nur eine grobe Abschätzung vorgenommen, ab welchen Dämmstoffdicken eine Sanierung wirtschaftlich noch Sinn macht und wann diese Grenze überschritten wird.

Diese Thematik ist eng mit der Variation der Dämmstoffdicken verbunden. Es soll hier untersucht werden, ab welchen Dicken die Wärmedämmung wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll ist, da sich die Energiekennzahl im Verhältnis zum Mehraufwand nur noch um Bruchteile reduziert.

Untersucht werden die Außendämmung, die Kellerdeckendämmung und die Dämmung der obersten Geschoßdecke sowie eine Dämmung der Außenfassade mit zusätzlicher Kellerdeckendämmung. Für die Dämmung der Fassade wird einheitlich EPS verwendet. Bei den obersten Geschoßdecken kommt Mineralwolle zum Einsatz und für die Dämmung der Kellerdecken Mineralwolle.

Es wird bei diesem Punkt auch die Frage gestellt inwiefern es zu einem Mehraufwand kommt und wie sehr sich dieser auf die Kosten auswirken kann.

Von Vorteil ist es, wenn die Kosten (m<sup>2</sup> Preise für einen Vollwärmeschutz) getrennt nach Materialkosten, Arbeitsaufwand und Mehraufwand ab einer gewissen Dämmstoffdicke angegeben werden können, da nur so ein objektiver Vergleich stattfinden kann.

### 3.2.4 CO<sub>2</sub>-Einsparung durch thermische Sanierungen

Im Kyoto-Protokoll wurde eine Einsparung von sechs Treibhausgasen vereinbart. Neben dem bereits mehrfach erwähnten Kohlendioxid sind das:

- Methan: entsteht hauptsächlich auf Deponien
- Schwefelhexafluorid: kann z.B. aus elektrischen Anlagen entweichen
- Fluorkohlenwasserstoffe: Verwendung als Kältemittel
- Distickstoffoxid: entsteht beispielsweise in Kläranlagen
- Perfluorierte Kohlenwasserstoffe: stammen aus der Aluminiumindustrie

Obwohl nicht nur CO<sub>2</sub> sondern auch die anderen Treibhausgase reduziert werden müssen, spricht man hauptsächlich von einer Verminderung des schädlichen Kohlendioxids. Dass beinahe ausschließlich CO<sub>2</sub> bilanziert und bewertet wird, hat mehrere Gründe:

- zum einen ist CO<sub>2</sub> mengenmäßig mit Abstand das bedeutendste Treibhausgas. Die anderen Gase spielen in Wien nur eine untergeordnete Rolle
- zum anderen ist Kohlendioxid deutlich einfacher zu bilanzieren als die übrigen Treibhausgase

Kohlendioxidemissionen lassen sich unmittelbar auf den bei der Verbrennung freigesetzten Kohlenstoffgehalt fossiler Energieträger zurückführen. Das bedeutet, dass über bekannte Emissionsfaktoren die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Energieeinsatz (Verbrennung der Energieträger) ermittelt werden können. [75/]

Kohlendioxid verursacht zwar im Gegensatz zu anderen Emissionen klassischer Luftschadstoffe keine unmittelbaren Beeinträchtigungen der Gesundheit von Mensch und Lebewesen. Es bringt aber die Problematik der globalen und langfristigen Klimaerwärmung mit sich. Aus diesem Grund sind nicht so sehr der Ort der Emission von Bedeutung, sondern viel mehr die Verursacher. Nicht immer entstehen diese Emissionen direkt am Ort des Endverbrauchers. So verursachen beispielsweise Elektrizität, Fernwärme oder auch Erdölprodukte an anderen Standorten einen Kohlendioxidausstoß.

Bild 3-8 zeigt, dass der Verwendungszweck „Raumwärme und Warmwasser“ von besonderer Bedeutung ist. Für über 50% der Wiener CO<sub>2</sub>-Emissionen ist dieser Bereich verantwortlich. Daher hat es oberste Priorität, in diesem Sektor für Maßnahmen zu sorgen und Akzente zu setzen. Alle Möglichkeiten, die eine Senkung des Energieeinsatzes (vor

allem die thermische Althausanierung) mit sich bringen oder zu einer Umstellung auf weniger kohlenstoffintensive Energieträger führen, müssen in Betracht gezogen werden und zu einer Umsetzung führen.

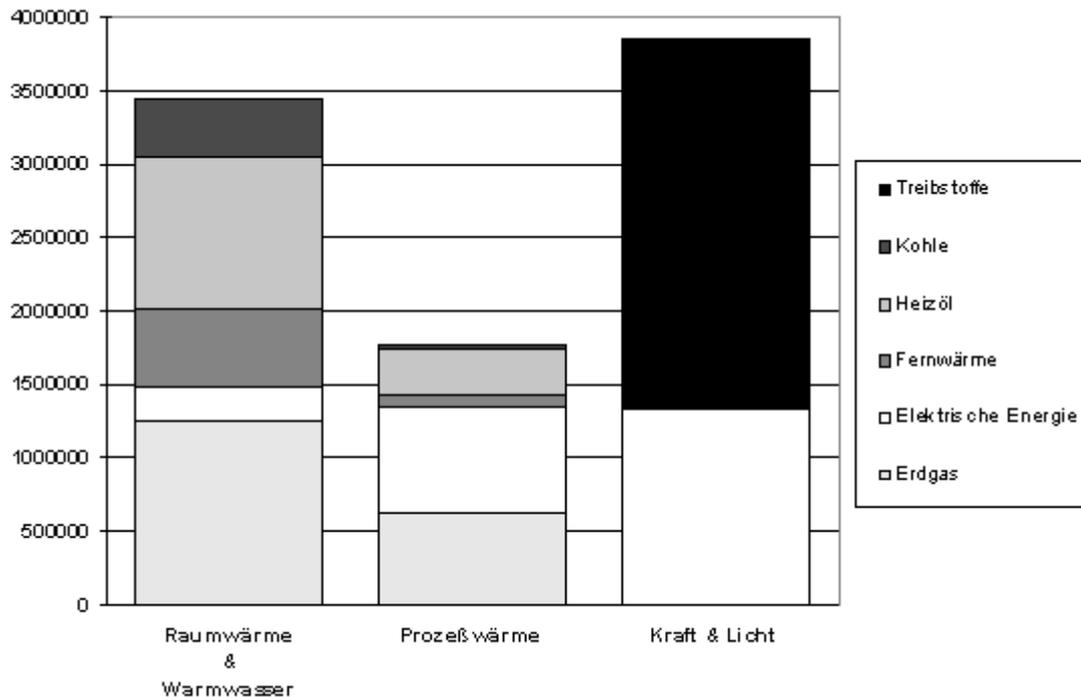


Bild 3-8: Kohlendioxidemissionen (in Tonnen) nach Verwendungszwecken und Energieträgern (1995), (Quelle: Perspektiven- Klimaschutz in Wien: Kohlendioxidemissionen in Wien – 1998)

Da durch die thermische Sanierung eine meist deutliche Reduktion des Heizwärmebedarfs zu erzielen ist und damit eine Verringerung der Heizkosten verbunden ist, soll in diesem Abschnitt untersucht werden, welche CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch das Aufbringen eines Vollwärmeschutzes möglich sind.

Im Prinzip soll eine Verbindung zwischen dem Heizwärmebedarf und dem Brennstoffbedarf entstehen. Aus dem Brennstoffbedarf lässt sich dann auf die ausgeschiedenen Kohlendioxidemissionen schließen.

Da bereits für alle vorhandenen 38 Objekte der Heizwärmebedarf vor und nach einer möglichen Sanierung vorhanden ist, ist eine nochmalige Berechnung des Heizwärmebedarfs nicht mehr notwendig. Folgende Rechenschritte führen zu den zu ermittelnden Kohlendioxidausstößen [9/, /10/]:

**(98) Heizwärmebedarf  $Q_H$ :**

Wärmeverluste –  
(Nutzbare solare Wärmegewinne über Gebäudehülle + interne Wärmequellen)

**(2) Heizenergiebedarf  $Q_B$ :**

Heizwärmebedarf -  
(Erträge von Solaranlagen + nutzbare Energie aus Wärmerückgewinnung)

$$Q_B = (Q_H - Q_{\text{sol,aktiv}} - Q_{\text{WRG}}) / \eta_{\text{Heiz}}$$

$\eta_{\text{Heiz}}$  = Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage

**(3) Brennstoffbedarf  $B$ :**

$$B = Q_B / \text{Heizwert}$$

**(4) Kohlendioxidemission:**

$$E_{\text{CO}_2} = B * \text{Emissionskennwert für Brennstoff}$$

Der Faktor Heizwert sowie der Emissionskennwert für die unterschiedlichen Brennstoffe ist aus Tabelle 3-10 zu entnehmen.

Tabelle 3-10: Kenndaten von Heizungsanlagen (Quelle: G.Faninger, Energieausweis der Gebäude)

<b>TAFEL 9: KENNDATEN VON HEIZUNGSANLAGEN (NEUANLAGEN)</b>			
HEIZUNGSSYSTEM	JAHRES-NUTZUNGSGRAD %	HEIZWERT kWh/Mengeneinheit	CO <sub>2</sub> -Emission kg/kWh
Ölkessel	85	10,0/Liter	0,300
Gaskessel	90	9,5/m <sup>3</sup>	0,210
Kohlekessel	70	3,5/kg	0,360
Stückholz-Kessel	70	2.200/rm	0,008
Biomasse-Kessel (Hackgut, Rinde)	70	1.600/fm	0,014
Pellets-Kessel	70	4,9/kg	0,010
Fernwärme (objektbezogen)	98	1,0/kWh	0,220
Wärmepumpe (monovalent)	350	350/kWh	0,360
Elektro-Warmwasserheizung	95	0,95/kWh	0,360
Elektro-Direktheizung	98	1,0/kWh	0,360

Auf Grund dieser Formeln soll nun auf den jährlichen Emissionsausstoß eines jeden einzelnen Objekts geschlossen werden. Eine neuerliche Berechnung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses nach einer durchgeführten Sanierung zeigt dann das Einsparungspotenzial, welches die Sanierung mit sich bringt.

Welche Einsparung ist bei allen 38 Objekten insgesamt zu erreichen und was kostet die Stadt Wien jede eingesparte Tonne CO<sub>2</sub>? Weiters soll ein Vergleich zu den Strafzahlungen auf Grund der Nichteinhaltung der Kyoto-Ziele angestellt werden.

### 3.2.5 Restlebensdauer und Amortisationszeit

Gebäude altern durch Nutzung und äußere Umwelteinflüsse (z.B. Bewitterung, Luftverschmutzung,...). Die Nutzungen können beispielsweise auf Grund veränderter Lebens- oder Wohnsituationen der Bewohner, durch Umwelt- und Gesundheitsschutzmaßnahmen oder durch wirtschaftliche Veränderungen wechseln. Dadurch sind neue Techniken und Qualitäten gefragt, die der Bestand aber nicht im Stande ist, alleine zu erfüllen.

In diesem Sinne spricht man immer wieder von Instandhaltungsarbeiten bzw. auch von Instandsetzungsarbeiten an einem Gebäude. Diese beiden Worte klingen recht ähnlich, besitzen aber eine sehr unterschiedliche Bedeutung.

Die Instandhaltung eines Gebäudes dient der Substanz- und Werterhaltung. Sie erfordert kontinuierliche Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der festgelegten Nutzung. Die Instandsetzung eines Gebäudes ist hingegen eine einmalige werterhaltende Maßnahme [12].

Die Zeitspannen, in denen es zu Veränderungen des Gebäudes kommt, werden immer kürzer. Das hat natürlich auch Auswirkungen auf die wirtschaftliche Lebensdauer und auf die Nutzung des Gebäudes. Heutzutage beträgt der Zyklus einer Nutzungsperiode nur noch an die 30 Jahre. Aus diesem Grund müssen bei einer soliden Außenkonstruktion und bei guter Qualität der Außenbauteile immer wieder im Inneren des Hauses Anpassungen an die neuen Nutzungen stattfinden.

Modernisierung beschreibt eben diesen Umstand. Modernisierung bedeutet eine Verbesserung des Gebäudes durch bauliche und ausstattungsmäßige Maßnahmen, die die allgemeinen Nutzungs- und Wohnverhältnisse auf Dauer verbessern und den Gebrauchswert nachhaltig erhöhen. [2]

Die Zeitspanne, in der Sanierungen, Instandhaltungsarbeiten oder Wartungen durchgeführt werden müssen bzw. sollen, sorgt unter den beteiligten Experten noch immer für Diskussionen. So hat man sich unter anderem darauf geeinigt, dass rund alle 40 Jahre eine Sanierung durchgeführt werden muss. Dieses Zeitintervall ist allerdings heftig umstritten. Andere Experten gehen davon aus, dass alle 10 Jahre Wartungen und Instandhaltungsarbeiten notwendig sind. Laut Zulassungsrichtlinie der Stadt Wien hat eine Wärmedämmung eine Lebensdauer von ca. 20-25 Jahren [84]. Bis man jedoch zu einer einheitlichen Aussage über die Lebensdauer der einzelnen Bauteile kommt, sind noch viele Diskussionen und Forschungsarbeiten nötig.

Neben der Frage nach der Lebensdauer von Gebäuden, taucht auch immer wieder die Frage nach der Amortisationszeit von Sanierungen und Instandhaltungen auf.

Der Begriff Amortisation (von französisch: amortir, tilgen) bezeichnet den Prozess, in dem anfängliche Aufwendungen für ein Objekt durch dadurch entstehende Erträge gedeckt werden. Die Dauer dieses Prozesses wird Amortisationszeit genannt. Amortisation wird sowohl in wirtschaftswissenschaftlichen als auch in energietechnischem Kontext gebraucht. [82].

Als Amortisationsdauer wird jener Zeitraum angesehen, nachdem sich eine Investition samt allen Nebenkosten und Zinsbelastungen „gerechnet“ hat. Das heißt, die aus der Investition

resultierenden Einsparungen oder Auszahlungen sind größer als das investierte Kapital (die Einzahlung) samt Kapitalkosten (Zinsendienst)

Wann sich eine Investition amortisiert hat, lässt sich wie folgt berechnen [/82/]:

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Anschaffungskosten}}{\text{jährliche Abschreibungen} + \text{durchschnittl. Gewinn} + \text{kalkulatorische Zinsen}}$$

Häuser sind die langlebigsten Wirtschaftsgüter, die wir in der Volkswirtschaft nützen

In diesem Kapitel soll die Amortisationszeit der in Planung stehenden Sanierungen bzw. der bereits durchgeführten Sanierungen berechnet werden. Dazu werden zwei unterschiedliche Verfahren angewandt.

Bei der ersten Berechnung werden die Gesamtsanierungskosten in Rechnung gestellt, um zu sehen, wann sich das gesamte Gebäude amortisiert. Bei der zweiten Variante werden nur die Kosten für die aufgebrachte Wärmedämmung in die Rechnung mit einbezogen. Davon ausgegangen wird, dass Erneuerungen der Fenster, sowie Ausbesserungsarbeiten des Putzes an der Außenfassade sowieso nötig sind, werden die Kosten für diese Arbeiten nicht in Rechnung gestellt.

### 3.2.6 Wärmebrücken

Zunehmende Ansprüche an die thermische Qualität von Gebäuden haben zur Folge, dass neben dem „flächenhaften Wärmeschutz“ der Gebäudehülle die z.T. nicht unerheblichen Auswirkungen von „thermischen Schwachstellen“ (wie Balkonragplatten, Attiken, Deckeneinbindungen, etc.) bei der Dimensionierung zu beachten sind.

Wärmebrücken sind Schwachstellen des Gebäudes, bei denen an örtlich begrenzten Stellen mehr Wärme verloren geht als durch andere, gut gedämmte Flächen. Es ergeben sich somit lokal niedrigere Temperaturen an der Innenseite des betroffenen Bauteils. Dies führt zu

- höherem Energieverbrauch,
- Feuchtigkeitsproblemen (Tauwasser oder sogar Schimmelbildung),
- Gefährdung der Bausubstanz.

Typischerweise treten Wärmebrücken bei Bauteilübergängen auf. Man unterscheidet

- geometrische Wärmebrücken (z.B. Ecken)
- konstruktiv bedingte Wärmebrücken (z.B. Betonüberleger beim Fenster)
- Wärmebrücken durch unsachgemäße Ausführung (Lücken in der Dämmung)

Relevant sind nur die linienförmigen Wärmebrücken. Punktförmige Wärmebrücken sind praktisch immer bedeutungslos, außer in ganz wenigen Sonderfällen (wenn Metall die Dämmebene durchdringt und an sehr gute Wärmeleiter wie z.B. Bleche anschließt).

Wärmebrücken können von Expert/Innen festgestellt werden, aber auch durch eine thermographische Aufnahme des Gebäudes mit einer Wärmebildkamera sichtbar gemacht werden. Die durch Fugen und Ritzen einströmende Außenluft weist eine andere Temperatur auf als die Raumluft. Diese Temperaturänderung kann mit der Thermographie sehr gut sichtbar gemacht werden.

Erfahrungsgemäß stellen Balkone und Loggien besondere Wärmebrücken dar. Im Zuge des Thewosan Sanierungskonzepts ist aber eine Dämmung der Balkonplatten bis jetzt nicht vorgesehen. Doch zur Vermeidung solcher Wärmebrücken wäre die Dämmung einer solchen auskragenden Balkonplatte an der Unterseite empfehlenswert.

Ein Objekt im speziellen wird nun genauer auf Wärmebrücken untersucht. Es handelt sich um die Wohnhausanlage in der Geiselbergstraße 27-31 im 11. Wiener Gemeindebezirk. Die Wohnhausanlage besteht aus 18 Stiegen, die zu 7 Blöcken zusammengefasst wurden. Bei Stiege Nummer 6 befindet sich an der Südfassade ein Steinmosaik über beinahe die gesamte Gebäudehöhe (23,01m). Bei der Aufbringung eines Vollwärmeschutzes soll das Mosaik erhalten bleiben, das bedeutet, dass auf einer Höhe von ca. 18m und einer Breite von ca. 2m örtlich keine Wärmedämmung vorhanden sein wird. Deshalb soll für diesen Bereich ein örtlicher Wärmebrückennachweis erfolgen.

Im Bereich der auskragenden Balkonplatten ist ebenfalls mit Wärmebrücken zu rechnen. Zu diesem Zweck werden zwei unterschiedliche Varianten der Balkonplattendämmung untersucht. Bei der ersten Variante handelt es sich um ein beinahe vollständiges „Einpacken“ der Balkonplatte. An der Oberseite werden auf die Stahlbetonplatte Gefällebeton mit 2% Gefälle und eine 4cm dicke XPS-Dämmung aufgebracht. Als Bodenbelag werden Steinplatten angenommen. Die Plattenunterseite wird genauso wie die Außenfassade mit einer 10 cm dicken EPS-Dämmung ausgestattet. Bild 3-10 stellt den genaueren Schichtaufbau graphisch dar.



Bild 3-9: Südansicht (Stiege 6); Darstellung der Punkte für eine Wärmebrückenberechnung

Bei der zweiten Variante wird lediglich die Plattenoberseite mit XPS in einer Stärke von 4cm gedämmt. Als Bodenbelag dienen wieder Steinplatten. Bild 3-11 stellt den Schichtaufbau graphisch dar.

Ziel dieser Untersuchung ist festzustellen, welche der beiden Varianten thermisch günstiger und in der Lage ist eine vorhandene Wärmebrücke wirkungsvoller zu beseitigen. Ein Vergleich mit dem Bestand, der noch keinerlei Dämmung vorweisen kann, soll Klarheit darüber schaffen. Die Außenfassade besteht aus unterschiedlichen Bauteilen. Auch die verschiedenen Materialien und Wandstärke werden berücksichtigt und sollen auch hier die thermischen Unterschiede der beiden Dämmvarianten veranschaulichen.

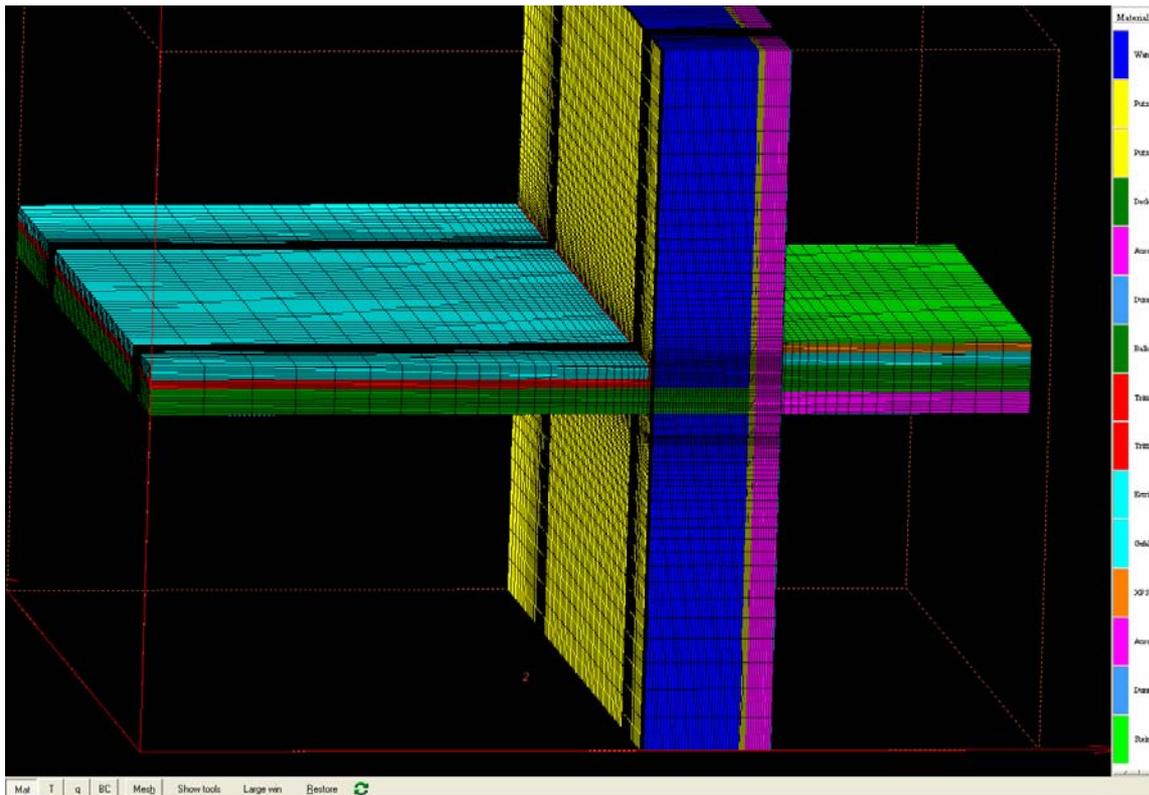


Bild 3-10: Graphische Darstellung des Schichtaufbaus für eine Balkondämmung mit XPS

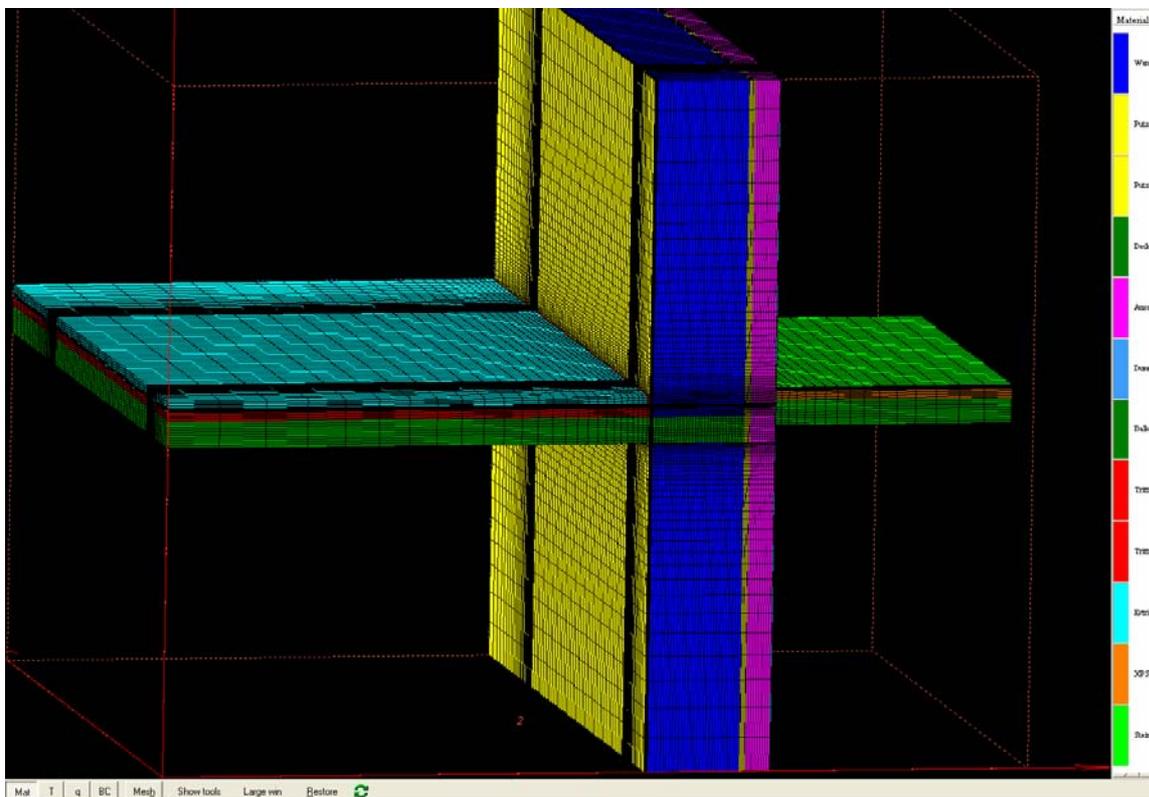


Bild 3-11: Graphische Darstellung des Schichtaufbaus mit einer Dämmung an der Plattenoberseite

### 3.2.7 Befragung der Mieter

Eine theoretische Verbesserung der Lebensqualität nach einer durchgeführten Sanierung ist leicht beschrieben und durchaus vorstellbar. Doch was sagen die Mieter, die in diesen Wohnhausanlagen leben, zu den durchgeführten Sanierungen? Zu diesem Zweck wurde ein Fragebogen erstellt, der an die Mieter bereits sanierter Objekte ausgeteilt werden sollte.

Da aus den 38 genannten Wohnhausanlagen erst eine einzige vollständig saniert und abgerechnet ist, wurde der Fragebogen an die Mieter der Anlage in der Schlachthausgasse 38 ausgeteilt. Die Anlage besteht aus sechs Stiegen mit jeweils ungefähr derselben Anzahl an Wohnungen.

Es soll festgestellt werden ob es beispielsweise durch die Erneuerung der Fenster und einer eventuell nicht optimalen Fensterlüftung zu einer Schimmelpilzbildung kommt. Da die neuen Holz-Alu-Fenster nicht mehr so luftdurchlässig sind wie die alten Holz-Kasten-Fenster besteht die Gefahr, sofern die Bewohner nicht ausreichend lüften, einer Bildung von Schimmelpilz. Durch den Austausch der Fenster wird es auch zu schalltechnischen Veränderungen gekommen sein. Es soll in Erfahrung gebracht werden, inwiefern sich dieser Tausch auf die Einwohner ausgewirkt hat oder ob sie in diese Richtung vielleicht gar nichts wahrgenommen haben. Weiters soll darüber Kenntnis gewonnen werden, inwieweit sich die Sanierung des Gebäudes auf die Heizkosten ausgewirkt hat. Es wird davon ausgegangen, dass eine Senkung der Kosten erfolgt ist.

Mieterbefragung im Objekt Schlachthausgasse 39 am 23. November 2006 im Zuge der Durchführung der Diplomarbeit am Institut für Bauphysik an der TU Wien

### Schimmelpilz

War **vor** der Sanierung Schimmelpilz vorhanden?

ja                       nein

wenn ja, wie stark war der Schimmelpilz vorhanden (1...kaum, 5 sehr stark)

1               2               3               4               5

Ist **nach** der Sanierung Schimmelpilz aufgetreten?

ja                       nein

wenn ja, wie stark war der Schimmelpilz vorhanden (1...kaum, 5 sehr stark)

1               2               3               4               5

### Fensterlüftung

haben Sie das Gefühl, dass **nach** der Sanierung öfter gelüftet werden muss, nachdem neue Fenster eingebaut wurden?

ja                       nein

wenn ja, wie sehr hat sich Ihr Lüftungsverhalten geändert (1...kaum, 5 sehr stark)

1               2               3               4               5

### Sommerliche Überhitzung

Haben Sie das Gefühl, dass sich das Klima bzw. die Temperatur **nach** der Sanierung in den Sommermonaten verändert hat, im Vergleich zu vor der Sanierung?

ja                       nein

wenn ja, wie hat sich die Temperatur verändert?

wurde wärmer               ist gleich geblieben               wurde kühler

anderes:.....

.....

### Schalltechnische Veränderungen

Hat sich **nach** der Sanierung die Lärmbelästigung (beispielsweise durch Straßen- und Verkehrslärm) verändert?

ja                       nein

wenn ja, wie sehr hat sich die Belästigung verändert

wurde besser               ist gleich geblieben               wurde schlechter

anderes:.....

Mieterbefragung im Objekt Schlachthausgasse 39 am 23.November 2006 im Zuge der Durchführung der Diplomarbeit am Institut für Bauphysik an der TU Wien

**Allgemeine Behaglichkeit**

Hat sich **nach** der Sanierung die allgemeine Behaglichkeit (Raumklima, Luftfeuchtigkeit, etc.) in den Wohnräumen verändert?

ja                       nein

wenn ja, inwiefern hat es Änderungen gegeben

wurde besser               ist gleich geblieben               wurde schlechter

anderes:.....  
.....  
.....  
.....

**Heizkosten**

Was hatten Sie **vor** der Sanierung für monatliche Heizkosten (ungefähre Werte reichen aus)?

Vor der Sanierung: € .....

Was haben Sie jetzt **nach** der Sanierung für monatliche Heizkosten?

Nach der Sanierung: €.....

**Allgemeines**

Was war Ihrer Meinung nach **vor** der Sanierung besser, als nach der durchgeführten Sanierung? Kurze Stichworte reichen aus.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Was hat sich in Ihren Augen **nach** der Sanierung deutlich verbessert?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Bild 3-12: Fragebogen für eine Mieterbefragung im Objekt Schlachthausgasse 39

### 3.2.8 Typische Bauschäden

Um bauliche Beeinträchtigungen bei Gebäuden aus den 50er bis 70er Jahren im Ist-Zustand zu betrachten und zu analysieren, ist zuvor eine genaue Begriffsbestimmung notwendig. Bei Bauwerksbeeinträchtigungen handelt es sich im Wesentlichen um folgende drei Ursachen: [Pfeifer]

- Eine der Ursachen liegt unter Umständen im vorausgegangenen Baugeschehen im Erstellungszeitraum der Gebäude. In der Planung und bei der Ausführung entstehen eventuell Baumängel, die in der Folge zu Beeinträchtigungen führen können
- Eine weitere Ursache, die das Bauwerk beeinträchtigen kann, sind äußere Einflussfaktoren, die auf das Bauwerk einwirken und das Gebäude schädigen können
- Ein letzter Ursachenbereich entsteht bei jedem Bauwerk regelmäßig durch die Nutzung und Alterung.

Gebäude aus oben genanntem Zeitraum weisen immer wieder dieselben, für diese Zeit typischen, Bauschäden auf. Bei Bauten aus den 60er Jahren sind dies beispielsweise unter anderem folgende [/31/]:

#### Außenwände

- unzureichende oder beschädigte Wärmedämmung
- Kellerwände durchflutet
- Fensterbrüstungen mit Wärmebrücken

#### Innenwände

- fehlender Schallschutz durch schlanke Innenwände

#### Dächer

- unzureichende Wärmedämmung
- Undichte Stellen bei Flachdächern

#### Decken

- unzureichende Schalldämmung

### Fenster

- großformatige und verzogene Fensterrahmen
- unzureichender Schall- und Wärmeschutz

### Heizung

- überwiegend veraltete Zentralheizungen
- mangelhafte Steuerungsmöglichkeiten

Mögliche Maßnahmen wären zum Beispiel:

- Verbesserung des Wärmeschutzes
- Nachträgliches bzw. zusätzliches Dämmen von geneigten Dächern
- Fassadensanierung, Betonsanierung, Fugensanierung
- Sanierung der Flachdächer
- Erneuerung bzw. Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen

Bei Gebäuden aus den 70er Jahren sind manche Mängel bereits aus dem Jahrzehnt davor bekannt, manche treten aber erst in diesem Jahrzehnt in Erscheinung.

### Außenwände

- Betonabplatzungen
- unzureichender Schall- und Wärmeschutz
- zu geringe Dimensionierung
- Korrosionsschäden
- Feuchteschäden

### Dächer

- Flachdächer mit undichten Anschlüssen
- Flachdächer mit unzureichender Wärmedämmung
- Materialermüdung

Decken

- Wärmebrücken bei auskragenden Teilen

Heizung

- ungenügende Steuerungsmöglichkeiten
- veraltete Wärmeerzeuger

Mögliche Maßnahmen für Schäden dieser Art wären unter anderem:

- Verbesserung der äußeren Erscheinungsbildes
- Verbesserung des Wärmeschutzes
- Fassadensanierung, Betonsanierung, Fugensanierung
- Sanierung der Flachdächer
- Erneuerung bzw. Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen

Es wird nun im Zuge dieser Arbeit auch bei den bekannten 38 Objekten nach Bauschäden gesucht. Etliche dieser Wohnhausanlagen weisen den einen oder anderen Baumangel/Bauschaden auf. Allerdings werden nur wesentliche und für diese Bauzeit typische Schäden aufgezeigt und in Kapitel 5 (Auswertung) genauer betrachtet und Sanierungsmöglichkeiten erarbeitet. Es handelt sich dabei um folgende Objekte:

Tabelle 3-11: Schadensbilder an auserwählten Objekten

<b>Objekt</b>	<b>Schadensbild</b>
Schlachthausgasse 3	Algenbildung und Verschmutzungen an der Außenfassade;
Pantucekgasse 9-11	Kantenausbruch an der Balkonunterseite
	Freiliegende Bewehrung an der Außenfassade
Kärchergasse 2	Wasserfahnen und Verschmutzung der Fassade; gerissene Balkonplatten
Rochusgasse 3-5	Abplatzungen an den Kragenscheiben, die zur Auflagerung der Balkon-Brüstungsplatten dienen

## 4 Bestandsanalyse

Zusammenfassend sollen hier alle vorhandenen wärmetechnischen und energetischen sowie die wirtschaftlichen Daten in einer Tabelle aufgelistet werden. Tabelle 4-1 liefert einen generellen Überblick über die bereits vorhandenen Daten.

Die in der Tabelle angeführten Eurobeträge für die Gesamtsanierungskosten stellen zum größten Teil nur Abschätzungen aus Kostenvoranschlägen dar. Lediglich ein Projekt ist bereits fertig gestellt, wobei auch eine Endabrechnung vorliegt. Zwei weitere Projekte sind ebenfalls fertig saniert, eine genaue Endabrechnung liegt allerdings in diesen Fällen zum Zeitpunkt der Fertigstellung der Arbeit noch nicht vor.

Weiters ist der Status der Sanierung bzw. der geplanten Sanierung aufgelistet. Leider ist nicht zu allen Objekten eine genaue Angabe möglich, da viele von ihnen noch nicht bearbeitet worden sind und keine Anträge vorliegen.

Ebenso sind die Werte für den Heizwärmebedarf des Bestandes sowie nach den geplanten Sanierungen angeführt. Die Reduktion soll einen Einblick geben, welche Einsparungspotenziale möglich sind.

Außerdem findet man in der Tabelle noch das Baujahr für jedes einzelne Objekt sowie die Bauweise. Daraus kann man sehr gut erkennen, wie vielfältig gebaut wurde und welche unterschiedlichen Bauweisen zum Tragen kommen.

Tabelle 4-1: Überblick über die wärmetechnischen, energetischen und wirtschaftlichen Daten

Objekt	Baujahr	HWB <sub>vorh.</sub> [kWh/m²a]	HWB <sub>neu.</sub> [kWh/m²a]	ΔHWB [kWh/m²a]	Bauweise	Status	Gesamtsanierungskosten [€]
Schlachthausgasse 39	1954	116,59	63,05	53,54	Vollziegel	Fertig mit EA	320.300
Muhrhoferweg 1-5	1971	76,41	37,66	38,75	Betonfertigteile	Fertig ohne EA	5.325.683
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	1976-1979	94,06	60,77	33,29	Unimax-Ziegel (Hochlochziegel)	Fertig ohne EA	425.500
Schlachthausgasse 3	1963	120,67	49,87	70,8	Schüttdeton	Zusicherung	1.552.400
Muhrhoferweg 13-19	1970-1972	81,16	47,6	33,56	Beton	k.A.	k.A.
Muhrhoferweg 7-11	1970-1972	76,93	43,54	33,39	Leichtbeton	k.A.	k.A.
Studenygasse 7-11	1966-1968	84,96	37,81	47,15	Betonfertigteile (Lecabeton)	k.A.	k.A.
Rohrfergasse 2-6	1966-1968	77,24	34,15	43,09	Betonfertigteile (Lecabeton)	Zusicherung	2.905.600
Unter der Kirche 24-32	1966-1968	76,51	33,23	43,28	Betonfertigteile (Lecabeton)	Zusicherung	3.177.100
Mitterweg 8-18	1970-1972	76,69	33,56	43,13	Mischbauweise	Baubeginn	2.809.096
Kopalgasse 1	1957	146,93	59,21	87,72	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Florian Hedorfer-Straße 28-44	1968-1969	70,66	37,58	33,08	Sandwichbauweise	k.A.	k.A.
Koblicekgasse 2-8	1968-1970	80,5	39,11	41,39	Betonfertigteile (Lecabeton)	Zusicherung	3.372.200
Baumgasse 43	1954	100,12	39,14	60,98	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Sebastianplatz 5-6	1953	98,78	39,41	59,37	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Gratian-Marx-Straße 5	1953	148,82	60,02	88,8	Vollziegel	k.A.	k.A.
Wilhelm-Otto-Straße 3-5	1958	97,99	42,91	55,08	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Thürnhofstraße 21-23	1969-1970	74,6	39,76	34,84	Sandwichbauweise	Baubeginn	3.544.300
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	1959	160,92	60,82	100,1	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Gratian-Marx-Straße 12-14	1954	123,31	47,92	75,39	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Aspangstraße 11-13	1961	101,87	36,37	65,5	Mischbauweise	Zusicherung	298.800
Molitorgasse 5-9	1955-1957	116,46	52,9	63,56	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	1960-1961	110,38	40,56	69,82	Vollziegel	Zusicherung	813.000
Margaretenstraße 31	1970-1972	77,3	52,97	24,33	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Lorystraße 54-60	1964-1966	104,9	47,74	57,16	Beton	Prüfbericht	1.303.600
Erdbergstraße 16-28	1961-1963	119,54	44,46	75,08	Mischbauweise	Baubeginn	1.138.400
Zippererstraße 16-22	1951-1953	107,14	51,6	55,54	Vollziegel	Baubeginn	4.798.600
Simmeringer Hauptstraße 136-140	1960-1961	117,36	46,93	70,43	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Strohgasse 14f	1949-1950	117,63	52,27	65,36	Vollziegel	Zusicherung	544.100
Thürnhofstraße 20-24	1970-1972	72,37	33,25	39,12	Mischbauweise	Baubeginn	6.003.100
Eisteichstraße 17-27	1976-1982	68,08	51,89	16,19	Sandwichbauweise	Antrag	k.A.
Pantucekgasse 9-11	1972-1974	67,55	39,25	28,3	Betonfertigteile	k.A.	k.A.
Geiselbergstraße 27-31	1955	109,85	42,04	67,81	Mischbauweise	Zusicherung	4.957.800
Kleingasse 2	1960-1961	114,2	43,16	71,04	Mischbauweise	Zusicherung	657.100
Markhofgasse 6	1959-1961	120,85	47,18	73,67	Mischbauweise	Zusicherung	494.600
Gestettengasse 17	1959-1961	123,63	53,1	70,53	Mischbauweise	Zusicherung	1.122.000
Kärchergasse 2	1951-1952	96,01	38,75	57,26	Mischbauweise	k.A.	k.A.
Rochusgasse 3-5	1976-1978	75,57	48,48	27,09	Beton	k.A.	k.A.

## 5 Auswertung

### 5.1 Einfluss des Baujahres und der Bauweise auf die EKZ

Die Art der Außenaufbauten hat einen wesentlichen Einfluss auf das „Wärmeverhalten“ und somit auf die Energiekennzahlen bzw. den Heizwärmebedarf der Wohnhausanlagen. Bei den vorliegenden Objekten kann man 7 verschiedene Typen an Aufbauten unterscheiden:

- Mischbauweise
- Schüttnbeton
- Beton
- Leichtbeton
- Betonfertigteil
- Sandwichbauweise
- Vollziegel

Die betrachteten 4 Jahrzehnte weisen ganz unterschiedliche Tendenzen für Aufbauten auf. In den Jahren von 1950 bis 1959 überwiegt ganz deutlich die Mischbauweise. An die 66% der Wohnanlagen zu dieser Zeit wurden auf diese Art erbaut. Während mit 27% die Vollziegelbauweise die zweithäufigste Bauart war, bildet in diesem Jahrzehnt die Betonbauweise das Schlusslicht.

Die 60er Jahre unterscheiden sich von der Art der Bauweise deutlich von dem Jahrzehnt zuvor. Es gibt keine dominierende Bauweise mehr, vielmehr eine Vielzahl an unterschiedlichen Aufbauten. Die Mehrheit bilden hier Betonfertigteile (34%), gefolgt von der Mischbauweise (25%) und der Sandwichbauweise (17%). Eine untergeordnete Rolle spielen Vollziegel, Beton und Schüttnbeton.

Ab 1970 liegt die Mischbauweise wieder klar voran (37%). Auch Betonfertigteile kommen häufig zur Anwendung – ca. 24% der Wohnhausanlagen sind aus ebensolchen Fertigteilelementen errichtet worden. Beton, Ziegel und Leichtbeton finden bei jeweils 13% der ausgewählten Projekte Verwendung. Bild 5-1, Bild 5-2 und Bild 5-3 zeigen die unterschiedliche Aufteilung der Aufbauten abhängig vom Baujahrzehnt.

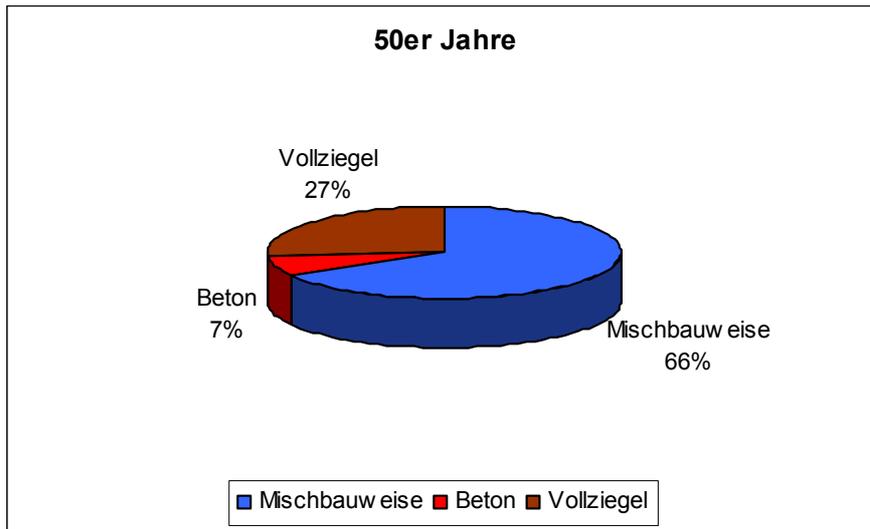


Bild 5-1: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1950-59

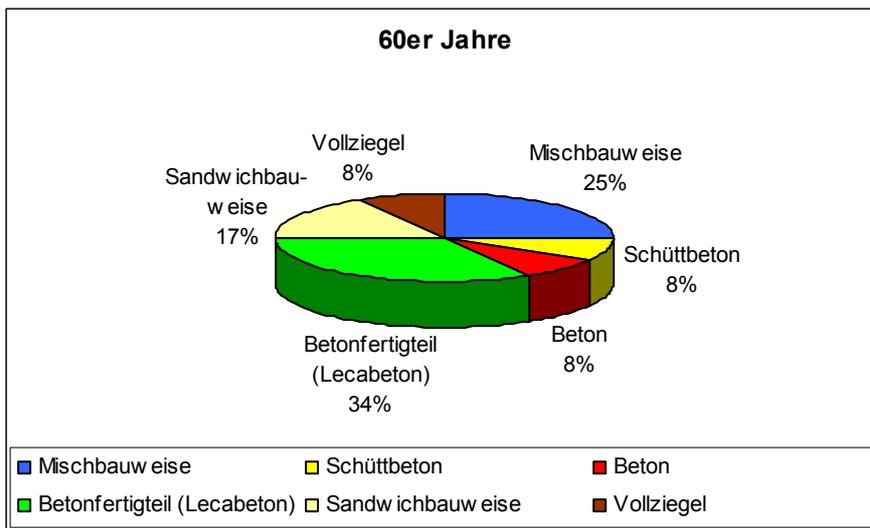


Bild 5-2: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1960-69

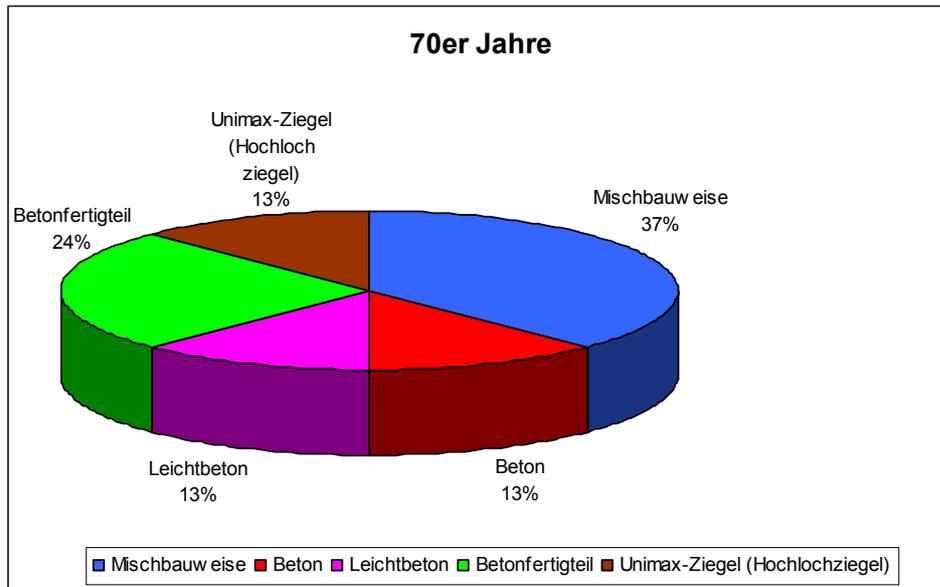


Bild 5-3: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1970-79

Doch wie lässt es sich erklären, dass in diesen drei Jahrzehnten eine solch unterschiedliche Aufteilung der Aufbauten vorliegt?

Während man in den 50er Jahren beinahe ausschließlich Ziegel (NF-Ziegel) zum Bauen verwendet hat, kommen in den 60er und 70er Jahren neue Bauprodukte zum Einsatz. Nach dem Ende des ersten Weltkrieges herrschte Wohnungsnot und ein großer Bedarf an Neubauten, da viele Gebäude durch Bombenangriffe zerstört wurden. Baustoffe waren rar und man bediente sich an Ziegel und Material das vorhanden war.

Seit den frühen 60er Jahren kam es zu einem deutlichen Anstieg der Materialvielfalt. Neue Bauprodukte und Technologien wurden entwickelt und eingesetzt. Immer häufiger wurden Bauten aus Beton oder bewehrtem Beton sowie Betonfertigteile errichtet. Im Zuge dessen reduzierte man die Wanddicken, was wiederum Einfluss auf den Wärmedurchgang und das thermische Verhalten des Gebäudes hatte. Wiesen Ziegelbauten noch Wanddicken von 51 cm auf, verringerten sich diese bei Konstruktionen aus Mantelbeton oder Beton auf 25-38 cm.

Die Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs von der Bauweise und dem Baujahr wird in Bild 5-4 deutlich.

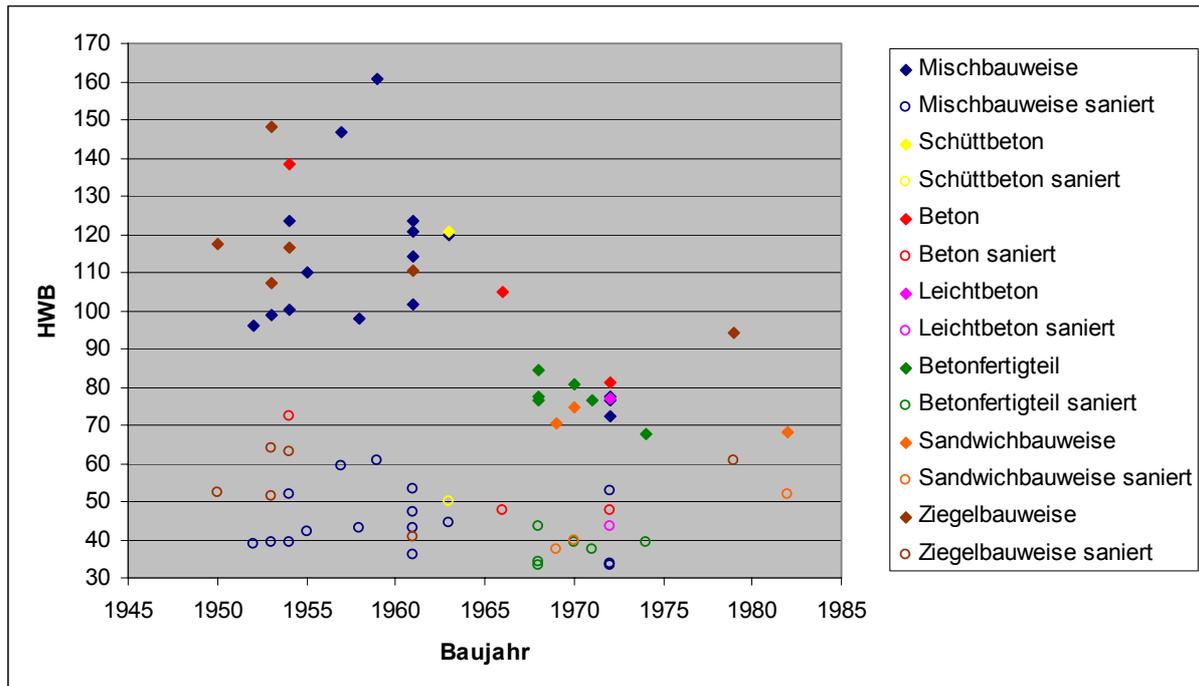


Bild 5-4: Abhängigkeit des HWB von Baujahr und Bauweise

Es ist klar zu erkennen, dass im Laufe der Jahrzehnte eine deutliche Reduzierung des Heizwärmebedarfs erzielt wird. In den 50er Jahren, aber auch Anfang der 60er Jahre, bewegen sich die Energiekennzahlen zwischen 96 und 161 kWh/m<sup>2</sup>a. Die Werte der untersuchten Wohnhausanlagen streuen zu dieser Zeit erheblich und weisen sehr unterschiedliche Zahlenwerte auf. In den 60er und 70er Jahren liegen die Werte für die Energiekennzahlen viel enger beieinander. Die minimalen Werte betragen 67,55 kWh/m<sup>2</sup>a und die maximalen Werte „nur“ bei 84,46 kWh/m<sup>2</sup>a. Alle diese Zahlenwerte beziehen sich allerdings auf den Ist-Zustand.

Die Werte für die Energiekennzahlen nach der durchgeführten Sanierung streuen bei weitem nicht so, wie es noch im Bestand der Fall war. In den 50er Jahren sind die Werte zwar immer noch höher als in den zwei Jahrzehnten später, jedoch ist der Unterschied nicht mehr so groß. Der Heizwärmebedarf liegt für das Jahrzehnt zwischen 38,75 kWh/m<sup>2</sup>a und 72,51 kWh/m<sup>2</sup>a. Die 60er und 70er Jahre weisen sehr ähnliche Energiekennzahlen auf, welche sich zwischen 33,25 kWh/m<sup>2</sup>a und 60,77 kWh/m<sup>2</sup>a bewegen.

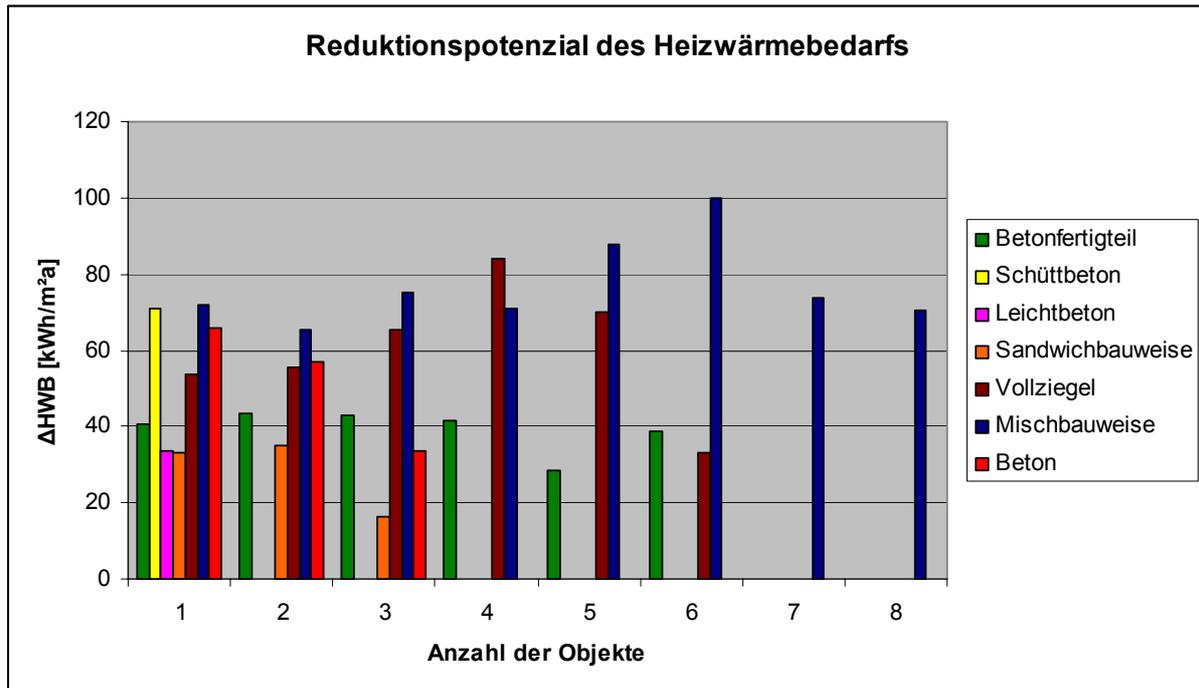


Bild 5-5: Reduktionspotenzial des Heizwärmebedarfs bei verschiedenen Bauweisen

An Hand des Bild 5-5 kann man das Einsparungspotenzial verschiedener Bauweisen betrachten. Man erkennt, dass bei Sandwichbauweisen die geringsten Reduktionen möglich sind. Die Mischbauweise weist bei den gewählten Objekten das größte Einsparungspotenzial auf. Hier betragen die durchschnittlichen Einsparungen ca. 80 kWh/m<sup>2</sup>a. Ebenso sind bei Konstruktionen aus Vollziegelmauerwerk erhebliche Einsparungen möglich, die sich um die 60 kWh/m<sup>2</sup>a belaufen. Bei den restlichen Bauweisen variiert das Potenzial enorm.

## 5.2 Einfluss der Dämmstoffdicke auf die EKZ

Wie bereits in Kapitel 3.2.2 erwähnt, soll in diesem Abschnitt untersucht werden, inwieweit die Dicke des Dämmmaterials in Bezug auf die Energiekennzahl eine Rolle spielt bzw. in welchem Ausmaß sie diese beeinflussen kann. Es wurde überprüft, ob sich die EKZ ab einer gewisser Dämmdicke überhaupt noch ändert und in welchem Ausmaß.

So wurden die laut Thewosan-Sanierungskonzept vorgeschlagenen Sanierungsvarianten herangenommen, wobei zusätzliche Dämmungen rechnerisch aufgebracht oder bestehende variiert wurden.

Aus Erfahrungswerten hat man bestimmte Dicken als gängige Dämmdicken herausgefiltert, bei denen normalerweise ohne große Berechnungen davon ausgegangen werden kann,

dass die Forderungen des Wärmeschutzes erfüllt werden. Es wurde nun aber überprüft und untersucht, ob nicht auch geringere Dicken ausreichen würden, um die die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Dafür wurde die Energiekennzahl sieben ausgewählter Objekte neuerlich berechnet, indem unterschiedliche Dämmstoffdicken angenommen wurden. So liegen die ausgesuchten Stärken zum Teil weit unter bzw. über den „normalen“ und gängigen Stärken. Das war allerdings Absicht, denn so sind genauere Aufschlüsse möglich und klarere Ergebnisse vorhanden.

Zuerst wurde untersucht, inwieweit eine Kellerdeckendämmung, die normalerweise im Rahmen der Thewosan-Sanierung nicht zum Tragen kommt, einen Einfluss auf eine mögliche Reduktion des Heizwärmebedarfs hat und die Energiekennzahl senken kann.

Tabelle 5-1: Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Kellerdeckendämmung auf die EKZ [kWh/m<sup>2</sup>a]

Objekt	HWB		HWB Sanierung + zusätzliche KG-Decken Dämmung						
	Bestand	nach Sanierung	4cm	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm	16cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	49,65	49,09	48,72	48,46	48,30	48,18	48,07
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	52,02	51,86	51,73	51,64	51,54	51,48	51,45
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	36,04	35,50	35,14	34,87	34,69	34,56	34,42
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	46,97	46,62	46,39	46,21	46,08	45,97	45,88
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	52,66	50,68	49,77	49,07	48,61	48,26	48,03
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	56,95	56,35	55,95	55,67	55,45	55,29	55,16
Kopalgasse 1	146,93	59,21	55,85	55,17	54,73	54,42	54,17	53,99	53,86

Laut Tabelle 5-1 ist zu erkennen, dass einen Kellerdeckendämmung von 4 cm Stärke eine Reduzierung der Energiekennzahl von 3 kWh/m<sup>2</sup>a mit sich bringt. Eine Erhöhung der Dämmung kann die EKZ nur noch minimal verringern. Bild 5-6 verdeutlicht diesen Trend. So erreicht man beispielsweise bei einer Dämmstoffdicke von 16 cm nur noch eine Verringerung um 4 kWh/m<sup>2</sup>a.

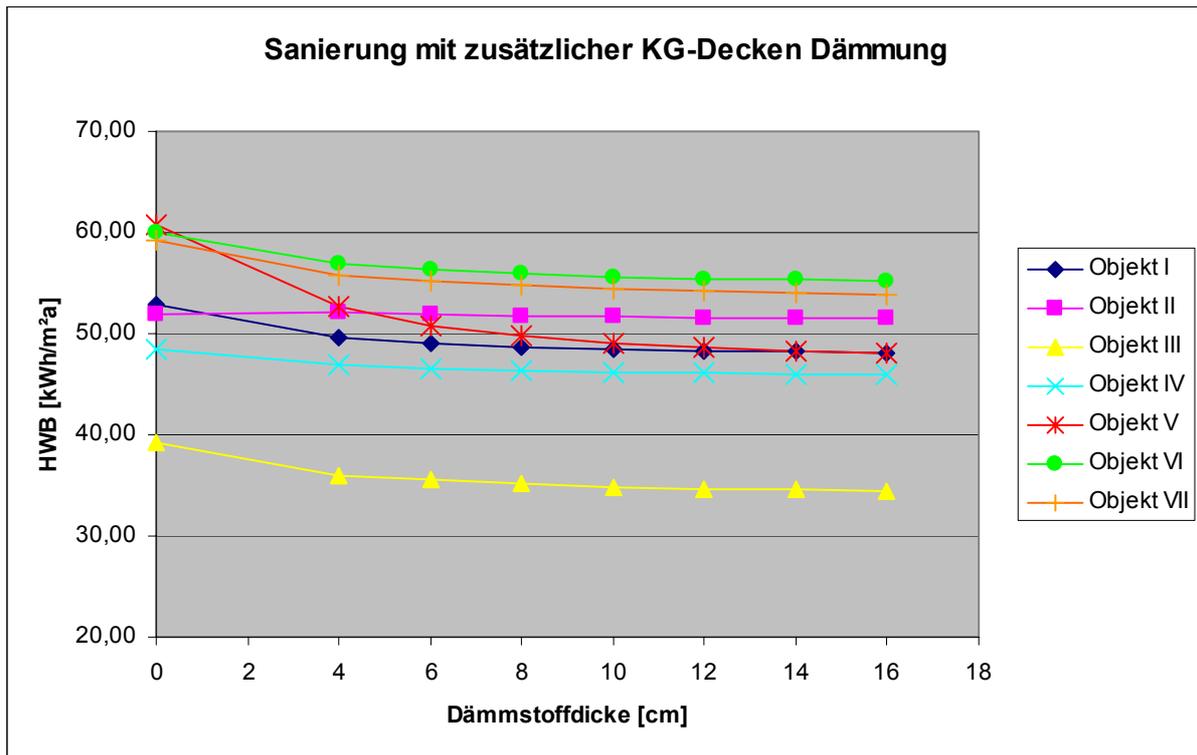


Bild 5-6: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei vorhandener Kellerdeckendämmung

Aus dem vorliegenden Diagramm kann man gut erkennen, dass allein schon das Vorhandensein einer Kellerdeckendämmung eine Reduktion der Energiekennzahl mit sich bringt, auch wenn nur eine Dämmstärke von 4 cm aufgebracht wird. Denn bis zu dieser Stärke kann man eine deutliche Verringerung des Heizwärmebedarfs feststellen, bei größerer Dämmung flacht die Linie immer mehr ab und es kann kaum noch eine Minimierung stattfinden. Die deutlichste Einsparung mit Hilfe einer Kellerdeckendämmung kann bei Objekt 5 erreicht werden.

Daher ist es in diesem Fall sinnlos, mehr als 4 cm Dämmung aufzutragen. Der einzige Unterschied liegt dann nur noch im Preis. Dieses Thema wird im folgenden Kapitel 5.3 noch für sich allein behandelt.

Im nächsten Schritt wurde die Stärke der Außendämmung variiert, um auch hier Untersuchungen anstellen zu können. Bei Vollwärmeschutzsystemen kommen meist 8-10 cm dicke EPS-Platten zum Einsatz. Hier wurde allerdings nicht nur mit diesen beiden gängigen Stärken gerechnet, sondern auch unübliche 6, 12, 14 und 16 cm in die Rechnung miteinbezogen, um brauchbare Vergleiche anstellen zu können. Tabelle 5-2 zeigt das Ergebnis in Zahlenwerten.

Tabelle 5-2: Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Erhöhung der Außendämmung auf die EKZ [kWh/m²a]

Objekt	HWB		HWB Sanierung + Erhöhung der Außendämmung					
	Bestand	nach Sanierung	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm	16cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	52,97	50,99	49,80	48,61	47,92	47,27
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	42,74	41,22	39,70	38,93	38,16	37,39
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	42,02	39,23	36,88	35,44	34,00	33,03
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	48,22	45,88	44,10	42,72	41,63	40,78
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	67,11	63,53	60,82	58,98	57,60	56,68
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	64,08	60,02	57,28	55,23	53,67	52,64
Kopalgasse 1	146,93	59,21	59,21	56,25	53,99	52,08	50,93	50,15

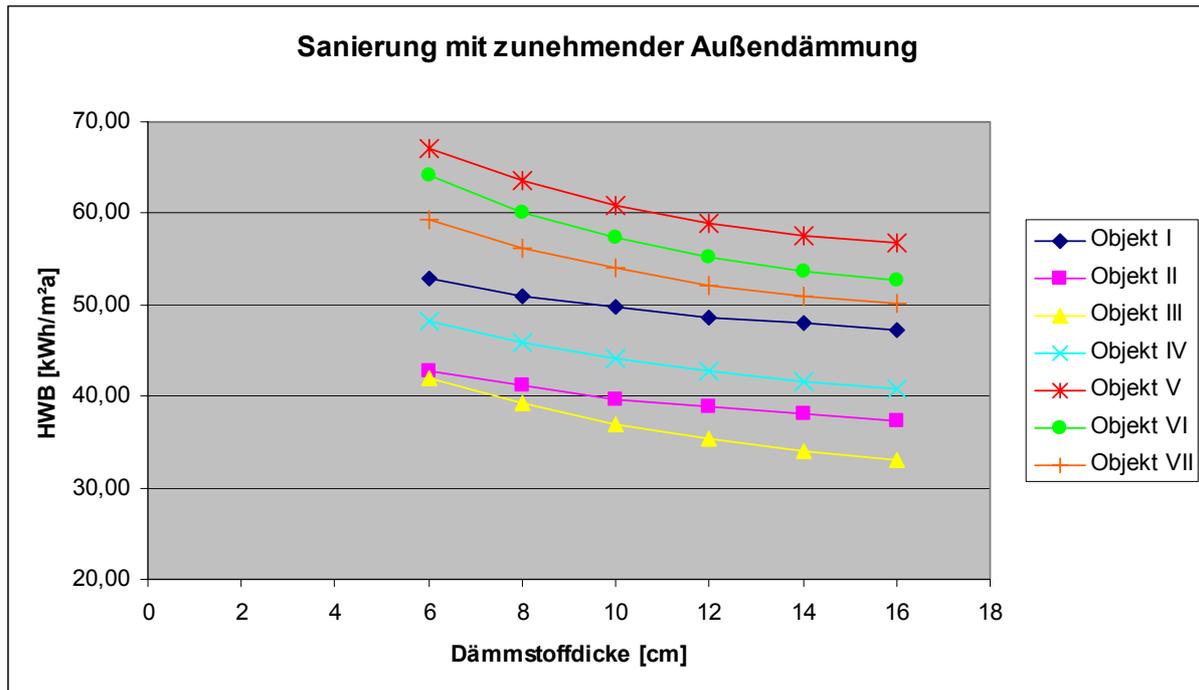


Bild 5-7: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei zunehmender Außendämmung

Das Diagramm in Bild 5-7 veranschaulicht die stetige Verringerung der Abnahme der EKZ bei zunehmender Dämmstoffdicke. Jedoch ist nur bis zu einer Dicke von 12-14 cm eine deutliche Reduktion zu erkennen. Danach wird bei allen Objekten die Linie flacher.

Zu bemerken ist auch, dass die Objekte 5, 6 und 7 einen nahezu parallelen Verlauf der HWB-Werte aufweisen, obwohl sie in unterschiedlichen Bauweisen (Mischbauweise bzw. Vollziegelbauweise) errichtet wurden.

Eine Dämmung der obersten Geschoßdecke erfolgte in diesem Fall nicht bei allen Objekten. Daher wurden nur jene fünf berechnet, die auch laut Sanierungskonzept mit einer solchen versehen wurden.

Tabelle 5-3: Variation der Dämmstoffdicke bei einer Erhöhung der Dämmung der obersten Geschoßdecke

Objekt	HWB		HWB Sanierung + Erhöhung der Dämmung ob. Geschoßdecke				
	Bestand	nach Sanierung	12cm	16cm	20cm	24cm	30cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	51,75	51,56	51,47	51,28	51,28
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	-	-	-	-	-
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	38,85	38,62	38,48	38,34	38,20
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	-	-	-	-	-
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	62,84	61,59	60,82	60,23	59,65
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	60,96	60,39	60,02	59,75	59,48
Kopalgasse 1	146,93	59,21	59,87	59,43	59,21	59,00	58,78

Zahlenwert mäßig kann man aus Tabelle 5-3 lesen, dass eine Erhöhung der Dämmstoffdicke bei den obersten Geschoßdecken kaum Verbesserungen mit sich bringt. Das Wichtigste ist, dass überhaupt eine vorhanden ist. So erreicht man beispielsweise bei einer Erhöhung von 16 auf 20 cm nur eine durchschnittliche Verbesserung von 0,2 – 0,3 kWh/m²a.

Bild 5-8 verdeutlicht dies und stellt die Zahlenwerte graphisch dar. Man kann in diesem Fall gut erkennen, dass kaum eine Steigung der Geraden erkennbar ist. Das ist auf eine kaum sichtbare Verbesserung der Energiekennzahl zurückzuführen.

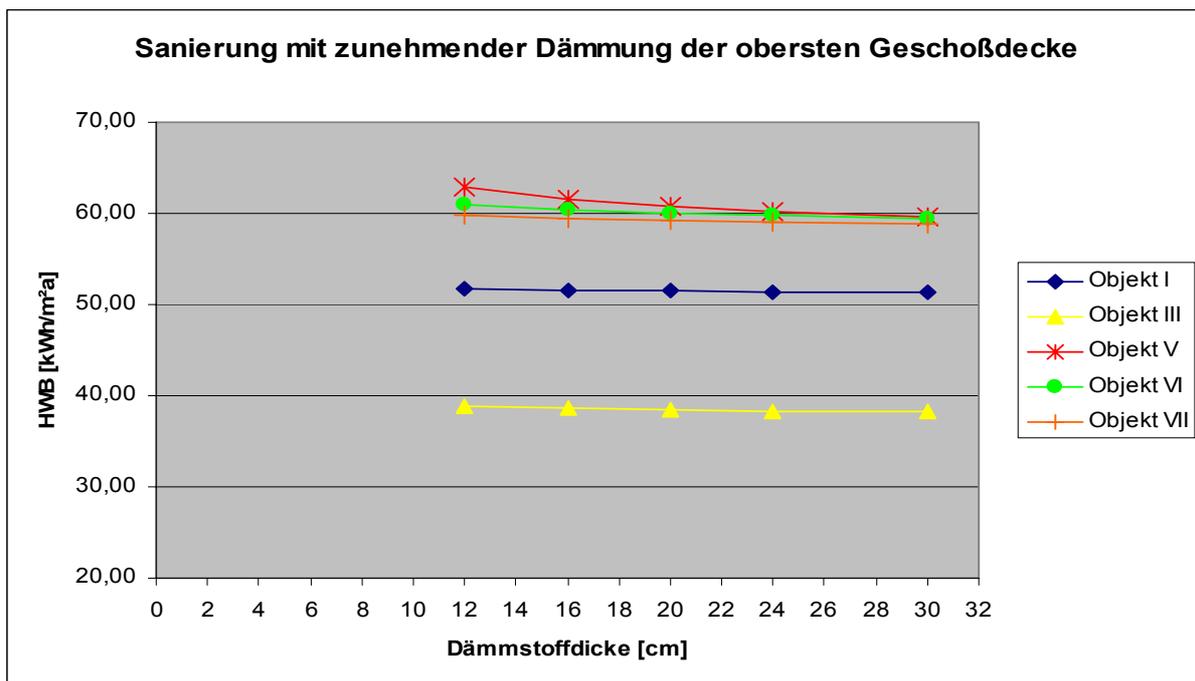


Bild 5-8: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei zunehmender Dämmung der obersten Geschoßdecke

Zuletzt wurde eine gegebene Kellerdeckendämmung angenommen und schließlich die Außendämmung in unterschiedlichen Varianten angebracht.

Tabelle 5-4: Variation der Außendämmung mit konstanter Kellerdeckendämmung

Objekt	HWB		HWB Sanierung + KG-Decke (8cm) + Erhöhung Außendämmung					
	Bestand	nach Sanierung	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm	16cm
Margaretenstraße 31	77,30	52,97	48,72	47,00	45,98	44,94	44,25	43,55
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	41,77	40,25	38,72	37,95	37,17	36,40
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	37,99	34,97	32,72	31,26	29,79	28,80
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	-	-	-	-	-	-
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	56,34	52,60	49,76	47,85	46,41	45,44
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	60,10	55,95	53,15	51,05	49,46	48,23
Kopalgasse 1	146,93	59,21	54,73	51,69	49,37	47,42	46,23	45,44

Das in Bild 5-9 dargestellte Diagramm verdeutlicht die Aussage der Tabelle. In diesem Fall kann bis zu einer Dämmdicke von 16 cm ein stetiger Fall der Kurve beobachtet werden. Das bedeutet, dass bis zum Schluss Verbesserungen möglich sind.

Objekt 6 zeigt diesen Trend besonders deutlich. Lediglich die Objekte 1 und 2 weisen das geringste Verbesserungspotenzial bei dieser Variantenuntersuchung auf.

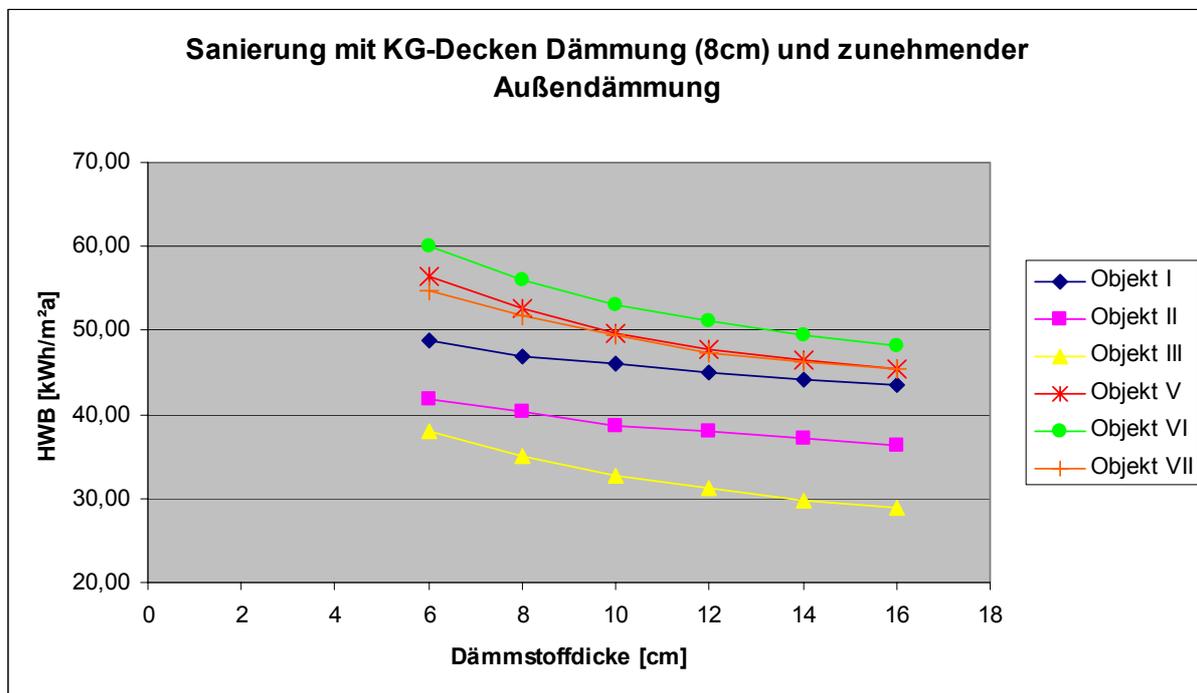


Bild 5-9: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei gegebener Kellerdeckendämmung und variierender Außendämmung

### 5.3 Wirtschaftlichkeit der Dämmung

Die Wirtschaftlichkeit energiesparenden Maßnahmen ist in der Fachwelt Gegenstand von Diskussionen. Obwohl schon einige Studien über die Rentabilität des Wärmeschutzes vorliegen, sind nach wie vor höchst unterschiedliche Meinungen betreffend der optimalen Dämmstoffdicke vorhanden.

In diesem Kapitel soll an Hand von sieben ausgewählten Objekten eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit des Wärmeschutzes erfolgen. Dazu sollen die aus Kapitel 5.2 erlangten Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Dämmstoffdicke auf die Energiekennzahl der Untersuchung zu Grunde gelegt werden. Dabei wurden die EKZ für unterschiedliche Dämmstoffdicken berechnet und die Ergebnisse graphisch dargestellt (vergleiche: Bild 5-6, Bild 5-7, Bild 5-8 und Bild 5-9).

Um zu überprüfen, welche Dämmstoffstärke für die gewählten Objekte am wirtschaftlichsten (in Bezug auf Reduktion des Heizwärmebedarfs) ist, müssen die Preise für das Dämmmaterial bekannt sein. Bei der Nachfrage bei verschiedenen Firmen wurde klar, dass sich die Listenpreise, welche im Internet bzw. auch in Katalogen zu finden sind, von den marktkonformen Preisen stark unterscheiden. Auch bei einem Vergleich unter den Firmen variierten die Tarife zum Teil beträchtlich. Für die Berechnung der Kosten von Dämmstoff und Zubehör wurden die Preise eines Herstellers herangezogen.

Tabelle 5-5: Übersicht über die Dämmstoffpreise

EPS [cm]	Gesamt- kosten [€]	Zusatzkosten <sup>*)</sup> [€]	reine Dämmstoff- kosten [€]	Mineralwolle [cm]	Gesamt- kosten [€]	Zusatzkosten <sup>*)</sup> [cm]	reine Dämmstoff- kosten [€]
6	39,60	20,00	19,60	4	72,80	20,00	52,80
8	40,80	20,00	20,80	6	75,20	20,00	55,20
10	42,00	20,00	22,00	8	77,60	20,00	57,60
12	43,20	20,00	23,20	10	80,00	20,00	60,00
14	44,40	20,00	24,40	12	82,40	20,00	62,40
16	45,60	20,00	25,60	14	84,80	20,00	64,80
18	46,80	20,00	26,80	16	87,20	20,00	67,20
20	48,00	20,00	28,00	20	92,00	20,00	72,00
				24	96,80	20,00	76,80
				30	104,00	20,00	84,00
				24	96,80	20,00	76,80
				30	104,00	20,00	84,00

Diese Preise gelten für Gebäude ab 10.000m<sup>2</sup> Fassadenfläche und beinhalten die reinen Kosten des Materials, sowie Kosten, die unabhängig von der thermischen Sanierung anfallen. Darunter fallen Gerüstkosten, Kosten für das Reinigen der Fassade bzw. obersten Geschoßdecke, kleine Ausbesserungsarbeiten sowie das Aufbringen eines neuen Anstriches.

Bei Wiener Wohnen wurde ebenfalls nach den Kosten für das Aufbringen der Dämmungen nachgefragt. Die erhaltenen Werte sind allerdings nur grob abgeschätzte Preise und streuen sehr. Bei einem Wärmedämmverbundsystem ist der m<sup>2</sup> zwischen 40 und 90€ anzunehmen, 6-12 cm EPS an der Außenfassade wurde auf 45-55 €/m<sup>2</sup> eingeschränkt. Für die Dämmung der obersten Geschoßdecke (22 cm Mineralwolle, begehbar) sind rund 30 €/m<sup>2</sup> vorgesehen.

Um zu untersuchen, welche Stärke des Dämmstoffes bei den ausgewählten Objekten am wirtschaftlichsten ist, wurden die Diagramme Bild 5-6 bis Bild 5-9 mit den Diagrammen aus Bild 5-10 und Bild 5-11 miteinander verglichen.

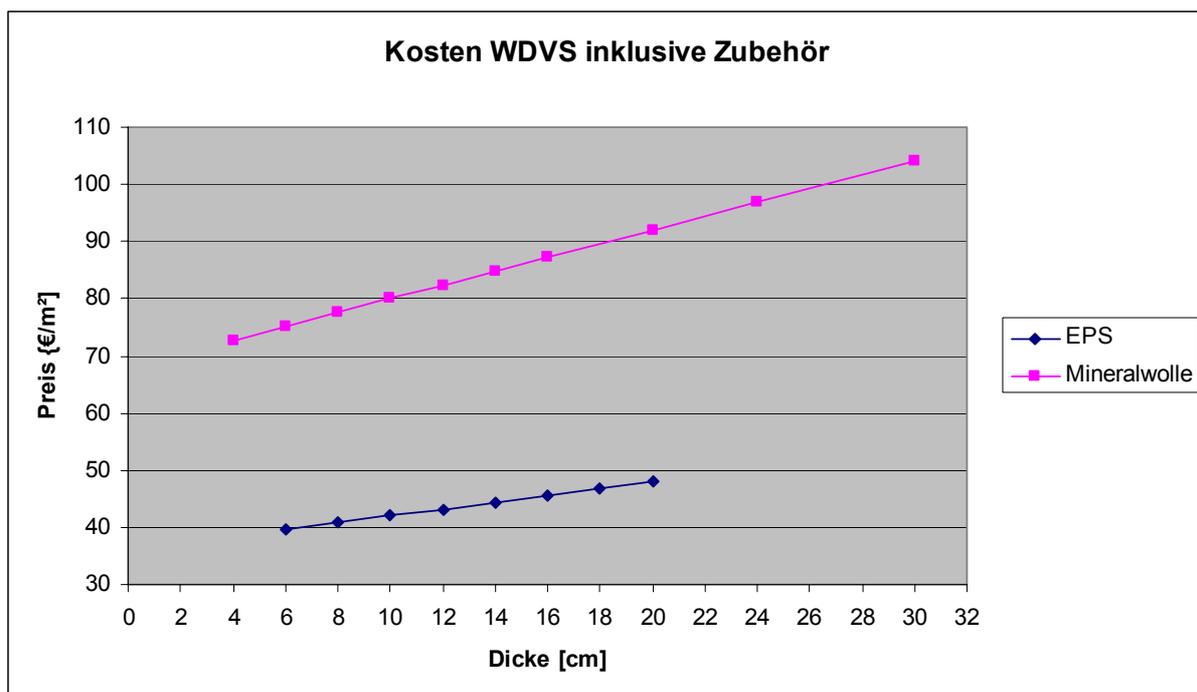


Bild 5-10: Kosten für Dämmmaterial (Dämmstoff + Material) in €/m<sup>2</sup>

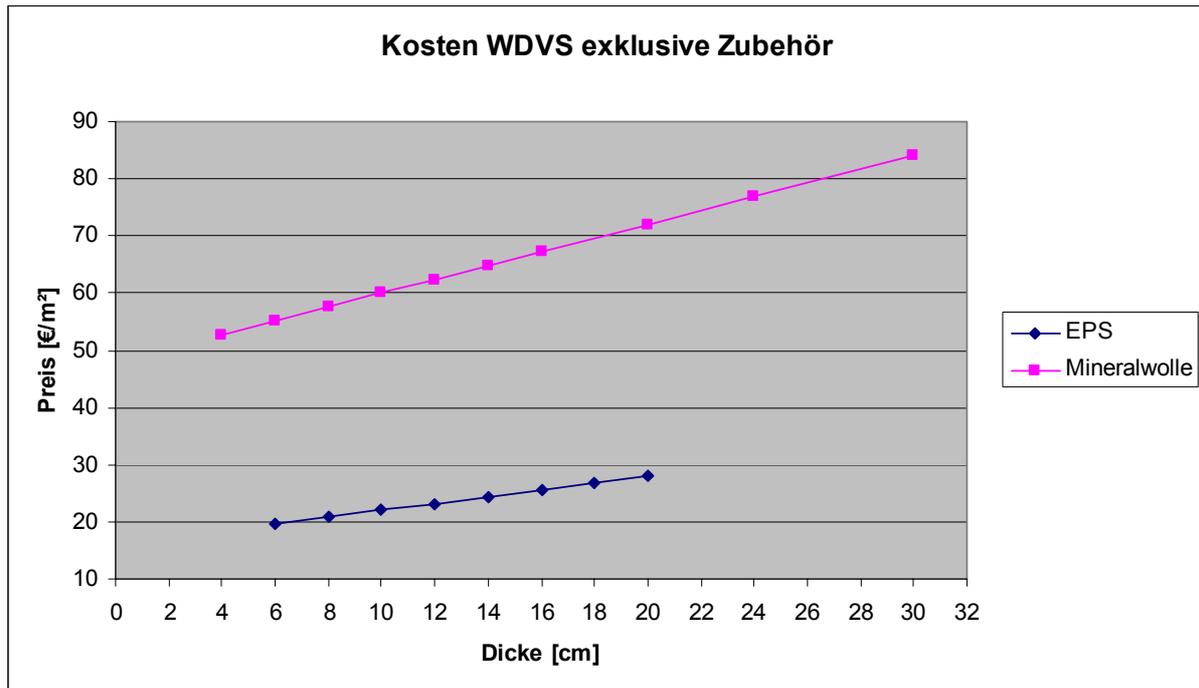


Bild 5-11: Reine Dämmstoffkosten (nach Abzug der Kosten, die unabhängig von der thermischen Sanierung anfallen) in €/m<sup>2</sup>

Bezüglich der Kellerdeckendämmung haben alle Objekte gezeigt, dass ab 4 cm Dämmung kaum noch eine Reduktion des Heizwärmebedarfs möglich ist. Dem gegenüber steht ein linearer Verlauf der Dämmstoffpreise mit ansteigender Dämmstoffdicke.

Bei der Außendämmung variieren die Anforderungen der Objekte geringfügig. Während bei den Objekten 1 und 2 10 cm EPS-Dämmung am sinnvollsten erscheinen, sind bei den restlichen fünf Wohnhausanlagen das Aufbringen von 12 cm Dämmung noch im wirtschaftlichen Rahmen.

Bei der Dämmung der obersten Geschoßdecke ist wiederum ein sehr einheitliches Bild anzutreffen. Das Aufbringen einer Dämmung von mehr als 20 cm ist bei allen Objekten wirtschaftlich nicht vertretbar. Bei allen Anlagen fand Mineralwolle als Dämmstoff der obersten Geschoßdecke Verwendung. Ob es sich bei dem verwendeten Material um EPS oder Mineralwolle handelt, spielt dabei keine Rolle, da beide Dämmstoffe ähnliche  $\lambda$ -Werte aufweisen. Lediglich die Preisunterschiede für EPS und MW sind hier zu beachten. 24 cm EPS kosten zwar um einiges weniger als 20 cm MW, doch vom energetischen Standpunkt aus betrachtet, bringen die 4 cm mehr Dämmung kaum noch eine Reduktion des Heizwärmebedarfs mit sich.

## 5.4 CO<sub>2</sub>-Einsparung durch thermische Sanierung

Durch eine richtige Sanierung und eine damit verbundene Reduzierung des Heizwärmebedarfs lässt sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoss, der durch das Heizen verursacht wird, deutlich reduzieren. Es sind dabei Einsparungen von bis zu 65% möglich, was wiederum sehr positive Auswirkungen auf unsere Umwelt hätte [73].

Es wurde im folgenden Abschnitt versucht herauszufinden, welches Einsparungspotenzial durch thermische Sanierungen tatsächlich vorhanden ist. Dazu wurde einerseits die Berechnungsmethode nach Faninger [9/, /10/] herangezogen, die bereits in Kapitel 3.2.4 genauer beschrieben und dessen Rechnungsschritte angeführt wurden. Dabei bezieht sich die CO<sub>2</sub>-Einsparung auf den Heizwärmebedarf des Bestandes und auf den der Sanierung. Da keine Erträge von Solaranlagen und keine nutzbare Wärme aus einer Wärmerückgewinnung vorhanden sind, wurde der Heizenergiebedarf  $Q_B$  gleich dem Heizwärmebedarf  $Q_H$  gesetzt (vergleiche Seite 57). Es wurde aus diesem Grund nur die Heizung und kein Warmwasser in die Berechnung miteinbezogen.

Tabelle 5-6: Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung bei einem Anschluss an die Fernwärme

Objekt	Brennstoffbedarf B Bestand	Brennstoffbedarf B Sanierung	CO <sub>2</sub> -Emission [kg/m <sup>2</sup> a] Bestand	CO <sub>2</sub> -Emission [kg/m <sup>2</sup> a] Sanierung	m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> -Emission [t/a] Bestand	CO <sub>2</sub> -Emission [t/a] Sanierung	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [%]
Schlachthausgasse 39	116,59	63,05	25,65	13,87	5.644,00	144,77	78,29	66,48	45,92
Muhrhoferweg 1-5	76,41	37,66	16,81	8,29	42.884,91	720,90	355,31	365,59	50,71
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	94,06	60,77	20,69	13,37	2.571,00	53,20	34,37	18,83	35,39
Schlachthausgasse 3	120,67	49,87	26,55	10,97	6.615,00	175,61	72,58	103,04	58,67
Muhrhoferweg 13-19	81,16	47,6	17,86	10,47	30.890,00	551,55	323,48	228,07	41,35
Muhrhoferweg 7-11	76,93	43,54	16,92	9,58	33.598,00	568,63	321,83	246,80	43,40
Studenygasse 7-11	84,96	37,81	18,69	8,32	15.796,00	295,25	131,39	163,85	55,50
Rohrhofgasse 2-6	77,24	34,15	16,99	7,51	21.910,00	372,31	164,61	207,70	55,79
Unter der Kirche 24-32	76,51	33,23	16,83	7,31	23.601,88	397,27	172,54	224,73	56,57
Mitterweg 8-18	76,69	33,56	16,87	7,38	13.501,91	227,80	99,69	128,11	56,24
Kopalgasse 1	146,93	59,21	32,32	13,03	2.776,00	89,73	36,16	53,57	59,70
Florian Hedorfer-Straße 28-44	70,66	37,58	15,55	8,27	26.083,00	405,47	215,64	189,82	46,82
Koblicekgasse 2-8	80,5	39,11	17,71	8,60	26.938,83	477,09	231,79	245,30	51,42
Baumgasse 43	100,12	39,14	22,03	8,61	964,00	21,23	8,30	12,93	60,91
Sebastianplatz 5-6	98,78	39,41	21,73	8,67	7.225,80	157,03	62,65	94,38	60,10
Gratian-Marx-Straße 5	148,82	60,02	32,74	13,20	778,00	25,47	10,27	15,20	59,67
Wilhelm-Otto-Straße 3-5	97,99	42,91	21,56	9,44	1.496,00	32,25	14,12	18,13	56,21
Thümlhofstraße 21-23	74,6	39,76	16,41	8,75	24.759,00	406,34	216,57	189,77	46,70
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	160,92	60,82	35,40	13,38	5.471,00	193,69	73,20	120,48	62,20
Gratian-Marx-Straße 12-14	123,31	47,92	27,13	10,54	2.534,00	68,74	26,71	42,03	61,14
Aspangstraße 11-13	101,87	36,37	22,41	8,00	1.546,03	34,65	12,37	22,28	64,30
Molitorgasse 5-9	116,46	52,9	25,62	11,64	2.455,00	62,90	28,57	34,33	54,58
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	110,38	40,56	24,28	8,92	4.197,00	101,92	37,45	64,47	63,25
Margaretenstraße 31	77,3	52,97	17,01	11,65	2.078,00	35,34	24,22	11,12	31,47
Lorystraße 54-60	104,9	47,74	23,08	10,50	6.519,00	150,45	68,47	81,98	54,49
Erdbergstraße 16-28	119,54	44,46	26,30	9,78	5.502,56	144,71	53,82	90,89	62,81
Zippererstraße 16-22	107,14	51,6	23,57	11,35	14.137,26	333,23	160,49	172,74	51,84
Simmeringer Hauptstraße 136-140	117,36	46,93	25,82	10,32	2.996,00	77,35	30,93	46,42	60,01
Strohgasse 14f	117,63	52,27	25,88	11,50	1.943,03	50,28	22,34	27,94	55,56
Thümlhofstraße 20-24	72,37	33,25	15,92	7,32	44.594,63	710,01	326,21	383,80	54,06
Eisteichstraße 17-27	68,08	51,89	14,98	11,42	12.318,00	184,49	140,62	43,87	23,78
Pantucekgasse 9-11	67,55	39,25	14,86	8,64	33.495,00	497,77	289,23	208,54	41,89
Geiselbergstraße 27-31	109,85	42,04	24,17	9,25	18.276,90	441,70	169,04	272,66	61,73
Kleingasse 2	114,2	43,16	25,12	9,50	2.408,00	60,50	22,86	37,63	62,21
Markhofgasse 6	120,85	47,18	26,59	10,38	1.574,00	41,85	16,34	25,51	60,96
Gestettengasse 17	123,63	53,1	27,20	11,68	3.793,70	103,18	44,32	58,87	57,05
Kärchergasse 2	96,01	38,75	21,12	8,53	1.780,00	37,60	15,17	22,42	59,64
Rochusgasse 3-5	75,57	48,48	16,63	10,67	3.380,10	56,20	36,05	20,14	35,85

Anhand Tabelle 5-6 lässt sich erkennen, dass es nach einer durchgeführten Sanierung möglich ist, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss um bis zu 65% zu reduzieren. Bei einer Wohnhausanlage mit beispielsweise knappen 45.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche ist eine Einsparung von 383 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr möglich, was einer Reduktion von ca. 54% gegenüber dem Bestand entspricht.

Als zweite Berechnungsvariante wurde eine vereinfachte Version der Methode von Herrn Faninger angewandt.

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg/m<sup>2</sup>a zu berechnen sind folgende Parameter notwendig:

- $\Delta$  HWB
- Jahresnutzungsgrad der Heizanlage
- Emissionskennwert der Heizanlage

$$\Delta CO_2 - Emission = \frac{\Delta HWB}{Jahresnutzungsgrad} * Emissionskennwert [kg/m^2a]$$

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung erfolgt für jede Wohnhausanlage im einzelnen und zusätzlich mit einem Mittelwert. Dazu sind die genauern m<sup>2</sup> Angaben für jedes Wohnhaus nötig.

$$\Delta CO_2 = CO_2 - Emission * m^2 [t/a]$$

Vergleicht man die Ergebnisse aus Tabelle 5-6 mit den Ergebnissen aus Tabelle 5-7, so lässt sich erkennen, dass die beiden Berechnungsvarianten sehr ähnliche Ergebnisse liefern und daher dieselbe Aussagekraft besitzen.

Laut der Aussage eines Referenten von Wiener Wohnen sind alle Mieter an die Fernwärme angeschlossen. Es ist jedoch interessant zu wissen, welches Einsparungspotenzial bei Verwendung eines Gaskessels oder aber auch bei der Nutzung einer Ölheizung vorliegen. Aus diesem Grund wurde auch für diese beiden Heizungsvarianten der CO<sub>2</sub>-Ausstoss in kg/m<sup>2</sup>a berechnet und schließlich die Einsparung für jedes Objekt in Tonnen pro Jahr angegeben. Die Zahlenwerte dafür sind in Tabelle 5-8 sowie in Tabelle 5-9 aufgelistet.

Tabelle 5-7: Vereinfachte Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung und des CO<sub>2</sub>-Ausstosses bei Verwendung von Fernwärme

Einsparung der CO <sub>2</sub> -Emissionen - FERNWÄRME						
Objekt	ΔHWB	Jahresnutzungs- grad Fernwärme in %	Emissionskenn- wert kg/kWh	CO <sub>2</sub> -Emission kg/m <sup>2</sup> a	m <sup>2</sup>	Δ CO <sub>2</sub> - Emission t/a
Schlachthausgasse 39	53,54	98	0,22	12,02	5.644,00	67,84
Muhrhoferweg 1-5	38,75	98	0,22	8,70	42.884,91	373,05
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	33,29	98	0,22	7,47	2.571,00	19,21
Schlachthausgasse 3	70,8	98	0,22	15,89	6.615,00	105,14
Muhrhoferweg 13-19	33,56	98	0,22	7,53	30.890,00	232,72
Muhrhoferweg 7-11	33,39	98	0,22	7,50	33.598,00	251,84
Studenygasse 7-11	47,15	98	0,22	10,58	15.796,00	167,20
Rohrhofgasse 2-6	43,09	98	0,22	9,67	21.910,00	211,94
Unter der Kirche 24-32	43,28	98	0,22	9,72	23.601,88	229,31
Mitterweg 8-18	43,13	98	0,22	9,68	13.501,91	130,73
Kopalgasse 1	87,72	98	0,22	19,69	2.776,00	54,67
Florian Hedorfer-Straße 28-44	33,08	98	0,22	7,43	26.083,00	193,70
Koblitzgasse 2-8	41,39	98	0,22	9,29	26.938,83	250,31
Baumgasse 43	60,98	98	0,22	13,69	964,00	13,20
Sebastianplatz 5-6	59,37	98	0,22	13,33	7.225,80	96,31
Gratian-Marx-Straße 5	88,8	98	0,22	19,93	778,00	15,51
Wilhelm-Otto-Straße 3-5	55,08	98	0,22	12,36	1.496,00	18,50
Thürnhofstraße 21-23	34,84	98	0,22	7,82	24.759,00	193,65
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	100,1	98	0,22	22,47	5.471,00	122,94
Gratian-Marx-Straße 12-14	75,39	98	0,22	16,92	2.534,00	42,89
Aspangstraße 11-13	65,5	98	0,22	14,70	1.546,03	22,73
Molitorgasse 5-9	63,56	98	0,22	14,27	2.455,00	35,03
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	69,82	98	0,22	15,67	4.197,00	65,78
Margaretenstraße 31	24,33	98	0,22	5,46	2.078,00	11,35
Lorystraße 54-60	57,16	98	0,22	12,83	6.519,00	83,65
Erdbergstraße 16-28	75,08	98	0,22	16,85	5.502,56	92,74
Zippererstraße 16-22	55,54	98	0,22	12,47	14.137,26	176,27
Simmeringer Hauptstraße 136-140	70,43	98	0,22	15,81	2.996,00	47,37
Strohgasse 14f	65,36	98	0,22	14,67	1.943,03	28,51
Thürnhofstraße 20-24	39,12	98	0,22	8,78	44.594,63	391,63
Eisteichstraße 17-27	16,19	98	0,22	3,63	12.318,00	44,77
Pantucekgasse 9-11	28,3	98	0,22	6,35	33.495,00	212,80
Geiselbergstraße 27-31	67,81	98	0,22	15,22	18.276,90	278,22
Kleingasse 2	71,04	98	0,22	15,95	2.408,00	38,40
Markhofgasse 6	73,67	98	0,22	16,54	1.574,00	26,03
Gestettengasse 17	70,53	98	0,22	15,83	3.793,70	60,07
Kärchergasse 2	57,26	98	0,22	12,85	1.780,00	22,88
Rochusgasse 3-5	27,09	98	0,22	6,08	3.380,10	20,56

Tabelle 5-8: CO<sub>2</sub>-Ausstoss und CO<sub>2</sub>-Einsparung bei Verwendung eines Gaskessels als Heizungssystem

Einsparung der CO <sub>2</sub> -Emissionen - GAS						
Objekt	ΔHWB	Jahresnutzungsgrad Gas in %	Emissionskennwert kg/kWh	CO <sub>2</sub> -Emission kg/m <sup>2</sup> a	m <sup>2</sup>	Δ CO <sub>2</sub> -Emission t/a
Schlachthausgasse 39	53,54	90	0,21	12,49	5.644,00	70,51
Muhrhoferweg 1-5	38,75	90	0,21	9,04	42.884,91	387,75
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	33,29	90	0,21	7,77	2.571,00	19,97
Schlachthausgasse 3	70,8	90	0,21	16,52	6.615,00	109,28
Muhrhoferweg 13-19	33,56	90	0,21	7,83	30.890,00	241,89
Muhrhoferweg 7-11	33,39	90	0,21	7,79	33.598,00	261,76
Studenygasse 7-11	47,15	90	0,21	11,00	15.796,00	173,78
Rohrhofergasse 2-6	43,09	90	0,21	10,05	21.910,00	220,29
Unter der Kirche 24-32	43,28	90	0,21	10,10	23.601,88	238,35
Mitterweg 8-18	43,13	90	0,21	10,06	13.501,91	135,88
Kopalgasse 1	87,72	90	0,21	20,47	2.776,00	56,82
Florian Hedorfer-Straße 28-44	33,08	90	0,21	7,72	26.083,00	201,33
Koblicekgasse 2-8	41,39	90	0,21	9,66	26.938,83	260,17
Baumgasse 43	60,98	90	0,21	14,23	964,00	13,72
Sebastianplatz 5-6	59,37	90	0,21	13,85	7.225,80	100,10
Gratian-Marx-Straße 5	88,8	90	0,21	20,72	778,00	16,12
Wilhelm-Otto-Straße 3-5	55,08	90	0,21	12,85	1.496,00	19,23
Thürlhofstraße 21-23	34,84	90	0,21	8,13	24.759,00	201,27
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	100,1	90	0,21	23,36	5.471,00	127,78
Gratian-Marx-Straße 12-14	75,39	90	0,21	17,59	2.534,00	44,58
Aspangstraße 11-13	65,5	90	0,21	15,28	1.546,03	23,63
Molitorgasse 5-9	63,56	90	0,21	14,83	2.455,00	36,41
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	69,82	90	0,21	16,29	4.197,00	68,37
Margaretenstraße 31	24,33	90	0,21	5,68	2.078,00	11,80
Lorystraße 54-60	57,16	90	0,21	13,34	6.519,00	86,95
Erdbergstraße 16-28	75,08	90	0,21	17,52	5.502,56	96,40
Zippererstraße 16-22	55,54	90	0,21	12,96	14.137,26	183,21
Simmeringer Hauptstraße 136-140	70,43	90	0,21	16,43	2.996,00	49,24
Strohgasse 14f	65,36	90	0,21	15,25	1.943,03	29,63
Thürlhofstraße 20-24	39,12	90	0,21	9,13	44.594,63	407,06
Eisteichstraße 17-27	16,19	90	0,21	3,78	12.318,00	46,53
Pantucekgasse 9-11	28,3	90	0,21	6,60	33.495,00	221,18
Geiselbergstraße 27-31	67,81	90	0,21	15,82	18.276,90	289,18
Kleingasse 2	71,04	90	0,21	16,58	2.408,00	39,92
Markhofgasse 6	73,67	90	0,21	17,19	1.574,00	27,06
Gestettengasse 17	70,53	90	0,21	16,46	3.793,70	62,43
Kärchergasse 2	57,26	90	0,21	13,36	1.780,00	23,78
Rochusgasse 3-5	27,09	90	0,21	6,32	3.380,10	21,37

Tabelle 5-9: CO<sub>2</sub>-Ausstoss und CO<sub>2</sub>-Einsparung bei Verwendung eines Ölkessels als Heizungssystem

Einsparung der CO <sub>2</sub> -Emissionen - ÖL						
Objekt	ΔHWB	Jahresnutzungsgrad Öl in %	Emissionskennwert kg/kWh	CO <sub>2</sub> -Emission kg/m <sup>2</sup> a	m <sup>2</sup>	Δ CO <sub>2</sub> -Emission t/a
Schlachthausgasse 39	53,54	85	0,30	18,90	5.644,00	106,65
Muhrhoferweg 1-5	38,75	85	0,30	13,68	42.884,91	586,51
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	33,29	85	0,30	11,75	2.571,00	30,21
Schlachthausgasse 3	70,8	85	0,30	24,99	6.615,00	165,30
Muhrhoferweg 13-19	33,56	85	0,30	11,84	30.890,00	365,88
Muhrhoferweg 7-11	33,39	85	0,30	11,78	33.598,00	395,94
Studenygasse 7-11	47,15	85	0,30	16,64	15.796,00	262,86
Rohrhofergasse 2-6	43,09	85	0,30	15,21	21.910,00	333,21
Unter der Kirche 24-32	43,28	85	0,30	15,28	23.601,88	360,53
Mitterweg 8-18	43,13	85	0,30	15,22	13.501,91	205,53
Kopalgasse 1	87,72	85	0,30	30,96	2.776,00	85,94
Florian Hedorfer-Straße 28-44	33,08	85	0,30	11,68	26.083,00	304,53
Koblitzgasse 2-8	41,39	85	0,30	14,61	26.938,83	393,53
Baumgasse 43	60,98	85	0,30	21,52	964,00	20,75
Sebastianplatz 5-6	59,37	85	0,30	20,95	7.225,80	151,41
Gratian-Marx-Straße 5	88,8	85	0,30	31,34	778,00	24,38
Wilhelm-Otto-Straße 3-5	55,08	85	0,30	19,44	1.496,00	29,08
Thürnhofstraße 21-23	34,84	85	0,30	12,30	24.759,00	304,45
Kaiser Ebersdorfer Straße 332	100,1	85	0,30	35,33	5.471,00	193,29
Gratian-Marx-Straße 12-14	75,39	85	0,30	26,61	2.534,00	67,43
Aspangstraße 11-13	65,5	85	0,30	23,12	1.546,03	35,74
Molitorgasse 5-9	63,56	85	0,30	22,43	2.455,00	55,07
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	69,82	85	0,30	24,64	4.197,00	103,42
Margaretenstraße 31	24,33	85	0,30	8,59	2.078,00	17,84
Lorystraße 54-60	57,16	85	0,30	20,17	6.519,00	131,52
Erdbergstraße 16-28	75,08	85	0,30	26,50	5.502,56	145,81
Zippererstraße 16-22	55,54	85	0,30	19,60	14.137,26	277,12
Simmeringer Hauptstraße 136-140	70,43	85	0,30	24,86	2.996,00	74,47
Strohgasse 14f	65,36	85	0,30	23,07	1.943,03	44,82
Thürnhofstraße 20-24	39,12	85	0,30	13,81	44.594,63	615,72
Eisteichstraße 17-27	16,19	85	0,30	5,71	12.318,00	70,39
Pantucekgasse 9-11	28,3	85	0,30	9,99	33.495,00	334,56
Geiselbergstraße 27-31	67,81	85	0,30	23,93	18.276,90	437,42
Kleingasse 2	71,04	85	0,30	25,07	2.408,00	60,38
Markhofgasse 6	73,67	85	0,30	26,00	1.574,00	40,93
Gestettengasse 17	70,53	85	0,30	24,89	3.793,70	94,44
Kärchergasse 2	57,26	85	0,30	20,21	1.780,00	35,97
Rochusgasse 3-5	27,09	85	0,30	9,56	3.380,10	32,32

Nach der Berechnung dreier unterschiedlicher Heizungsvarianten ist nun der Vergleich derselben möglich. Es wird untersucht, welche dieser Heizarten den höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoss in kg/m<sup>2</sup>a verursacht und wie sie sich zueinander verhalten

Das Diagramm in Bild 5-12 stellt diesen Zusammenhang graphisch dar. Es ist zu erkennen, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoss bei Fernwärme und Gaskessel als Heizungssystem nahezu ident ist. Die Emissionen auf Grund des Gases sind nur unwesentlich höher als die der Fernwärme und der prozentuelle Unterschied variiert kaum. Bei Öl sieht das etwas anders aus. Ein Ölkessel, der als Heizungssystem verwendet wird, weist weitaus höhere Kohlendioxidemissionen auf, als Fernwärme oder Gas. Die blauen Spitzen im Diagramm, die für den Ölkessel als Heizungsart stehen, stellen diesen groben Unterschied bezüglich des CO<sub>2</sub>-Ausstosses deutlich dar. Im Durchschnitt werden durch Ölkessel zwischen 51 und 57% mehr CO<sub>2</sub> der Umwelt zugeführt. Im Vergleich dazu atmet ein Mensch jährlich ca. 350 kg CO<sub>2</sub> aus (pro Tag also ca. 1 kg) und gibt es an diese ab. [82/] Eine andere

Vergleichsmöglichkeit liefern auch Autos und Flugzeuge. So liegen die Emissionen pro Passagier und Kilometer bei rund 43% von denen eines durchschnittlichen Autos. Was sich auf längeren Strecken drastisch auswirkt: Einmal Urlaub auf den Kanaren produziert so viel CO<sub>2</sub> wie ein Mittelklasse-PKW auf 12.000 km, einmal nach Bali und retour entspricht sogar 50.000 km. Für einen Flug nach Hong Kong benötigt eine Person etwa genauso viel Energie wie zur Beheizung einer Vier-Zimmer-Wohnung ein ganzes Jahr lang [84].

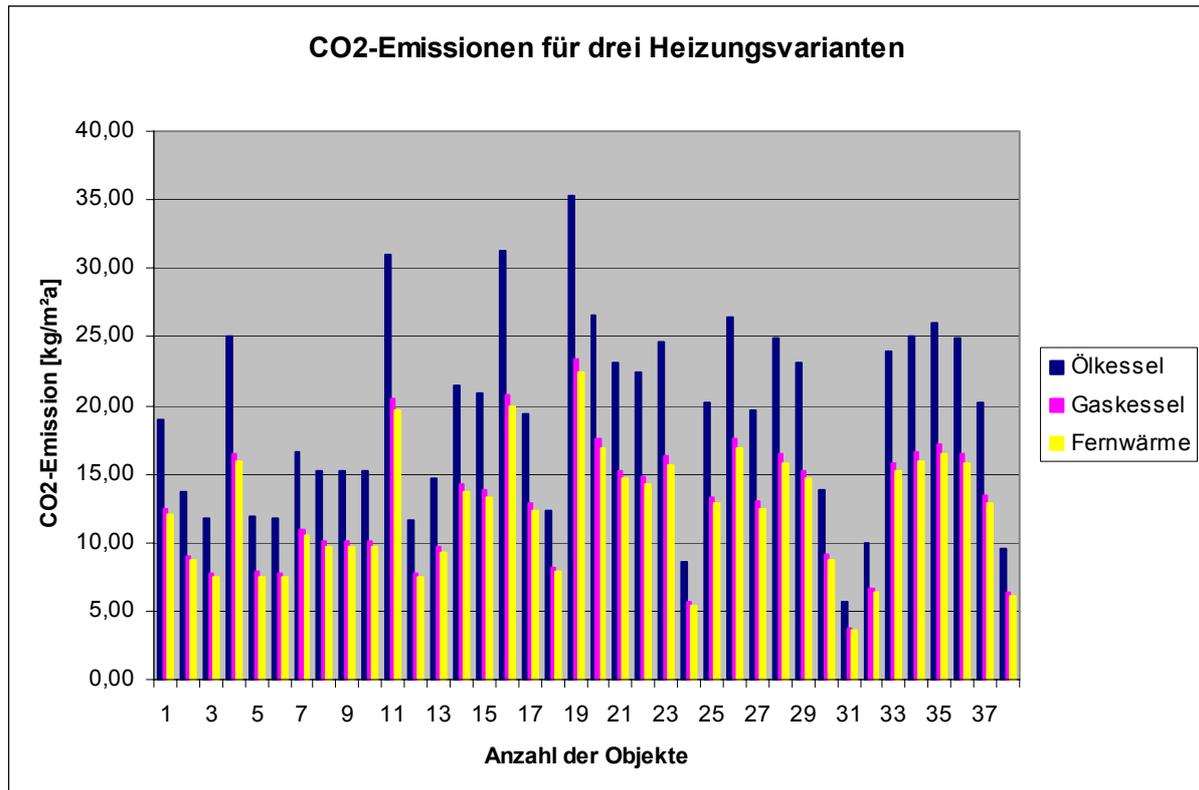


Bild 5-12: CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Objekte für drei Heizungsvarianten

Auch im Hinblick auf das Einsparungspotenzial (t/a) unterscheiden sich die drei Heizmöglichkeiten. Fernwärme und Gas weisen wieder sehr ähnliche Werte auf und besitzen annähernd dasselbe Potenzial. Öl unterscheidet sich wiederum deutlich von den anderen und auf Grund seiner höheren Emissionswerte, weist Heizöl auch ein höheres Einsparpotenzial auf. Im Durchschnitt handelt es sich dabei um 51% gegenüber dem Gas und rund 57% gegenüber der Fernwärme. Bild 5-13 stellt diesen „Trend“ graphisch dar. Die blauen Säulen stehen wie zuvor für einen Ölkessel und zeigen den enormen Unterschied bezüglich des Einsparungspotenzials gegenüber der Fernwärme (gelbe Säulen) und einem Gaskessel (rosa Säulen).

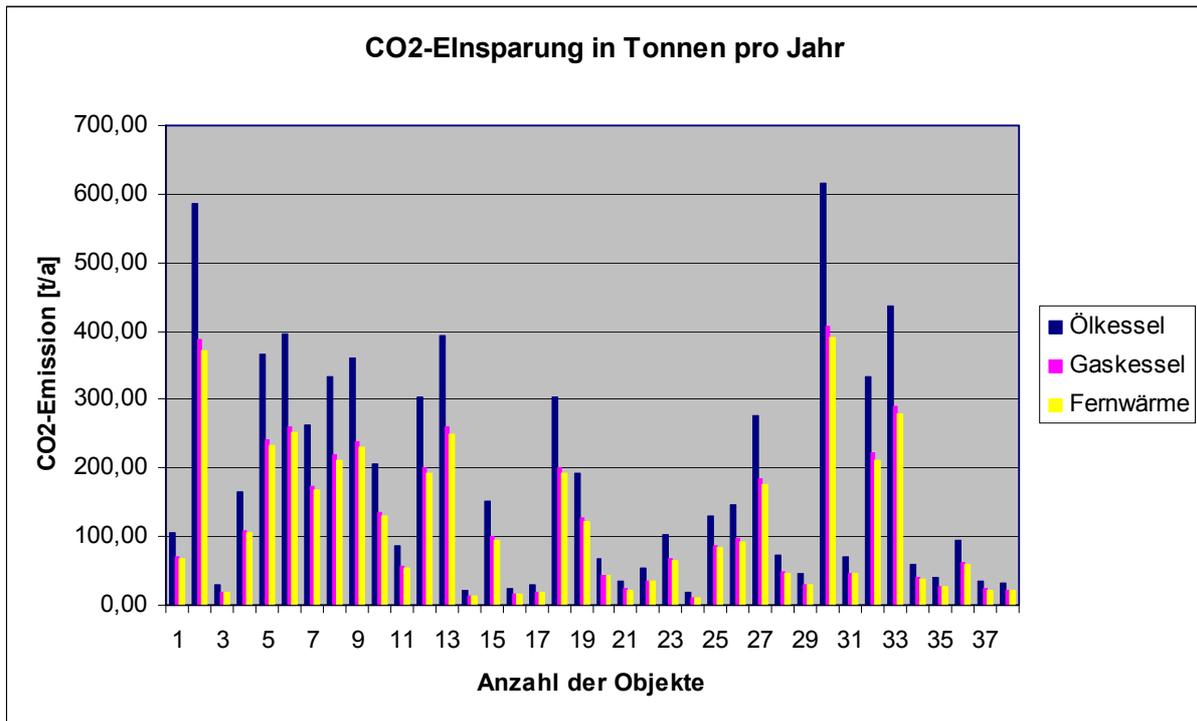


Bild 5-13: CO<sub>2</sub>-Einsparung in t/a dreier Heizungsvarianten

Tabelle 5-10: Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> bei einem Anschluss an die Fernwärme

<b>Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> - FERNWÄRME</b>			
<b>Objekt</b>	<b>geförderte Kosten</b>	<b>Δ CO<sub>2</sub>-Emission t/a</b>	<b>Kosten je eingesparter t CO<sub>2</sub> [€/t]</b>
Aspangstraße 11-13	92.762,00	22,73	4.080,51
Erdbergstraße 16-28	247.615,00	92,74	2.669,88
Gestettengasse 17	170.717,00	60,07	2.842,13
Kleingasse 2	144.480,00	38,40	3.762,29
Markhofgasse 6	70.830,00	26,03	2.720,98
Schlachthausgasse 3	297.675,00	105,14	2.831,28
Schlachthausgasse 39	106.766,00	67,84	1.573,88
Strohgasse 14f	87.436,00	28,51	3.066,92
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	251.820,00	65,78	3.828,03
Geiselbergstraße 27-31	1.096.614,00	278,22	3.941,49
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	77.442,00	19,21	4.030,55
Koblicekgasse 2-8	1.124.066,00	250,31	4.490,77
Lorystraße 54-60	391.140,00	83,65	4.675,87
Mitterweg 8-18	784.977,00	130,73	6.004,62
Muhrhoferweg 1-5	1.775.227,00	373,05	4.758,62
Rohrhofergasse 2-6	968.533,00	211,94	4.569,82
Thürnlhofstraße 20-24	2.001.033,00	391,63	5.109,47
Thürnlhofstraße 21-23	1.114.155,00	193,65	5.753,57
Unter der Kirche 24-32	1.059.033,00	229,31	4.618,27
Zippererstraße 16-22	636.177,00	176,27	3.609,19
Kärchergasse 2	106.800,00	22,88	4.667,70
Summe	12.605.298,00	2.868,10	
Mittelwert	600.252,29	136,58	4.395,00

Tabelle 5-11: Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> bei Verwendung eines Gaskessels

<b>Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> - GAS</b>			
<b>Objekt</b>	<b>geförderte Kosten</b>	<b>Δ CO<sub>2</sub>-Emission t/a</b>	<b>Kosten je eingesparter t CO<sub>2</sub> [€/t]</b>
Aspangstraße 11-13	92.762,00	23,63	3.925,85
Erdbergstraße 16-28	247.615,00	96,40	2.568,69
Gestetengasse 17	170.717,00	62,43	2.734,41
Kleingasse 2	144.480,00	39,92	3.619,69
Markhofgasse 6	70.830,00	27,06	2.617,85
Schlachthausgasse 3	297.675,00	109,28	2.723,97
Schlachthausgasse 39	106.766,00	70,51	1.514,23
Strohgasse 14f	87.436,00	29,63	2.950,68
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	251.820,00	68,37	3.682,94
Geiselbergstraße 27-31	1.096.614,00	289,18	3.792,11
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	77.442,00	19,97	3.877,79
Koblicekgasse 2-8	1.124.066,00	260,17	4.320,57
Lorystraße 54-60	391.140,00	86,95	4.498,65
Mitterweg 8-18	784.977,00	135,88	5.777,04
Muhrhoferweg 1-5	1.775.227,00	387,75	4.578,26
Rohrhofergasse 2-6	968.533,00	220,29	4.396,62
Thürnlhofstraße 20-24	2.001.033,00	407,06	4.915,82
Thürnlhofstraße 21-23	1.114.155,00	201,27	5.535,51
Unter der Kirche 24-32	1.059.033,00	238,35	4.443,23
Zippererstraße 16-22	636.177,00	183,21	3.472,40
Kärchergasse 2	106.800,00	23,78	4.490,79
Summe	12.605.298,00	2981,09	
Mittelwert	600.252,29	141,96	4.228,43

Tabelle 5-12: Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> bei Verwendung eines Ölkessels

<b>Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> - ÖL</b>			
<b>Objekt</b>	<b>geförderte Kosten</b>	<b>Δ CO<sub>2</sub>-Emission t/a</b>	<b>Kosten je eingesparter t CO<sub>2</sub> [€/t]</b>
Aspangstraße 11-13	92.762,00	35,74	2.595,43
Erdbergstraße 16-28	247.615,00	145,81	1.698,19
Gestetengasse 17	170.717,00	94,44	1.807,75
Kleingasse 2	144.480,00	60,38	2.393,02
Markhofgasse 6	70.830,00	40,93	1.730,69
Schlachthausgasse 3	297.675,00	165,30	1.800,85
Schlachthausgasse 39	106.766,00	106,65	1.001,07
Strohgasse 14f	87.436,00	44,82	1.950,73
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	251.820,00	103,42	2.434,83
Geiselbergstraße 27-31	1.096.614,00	437,42	2.507,00
Kaiser Ebersdorfer Straße 290-292	77.442,00	30,21	2.563,65
Koblicekgasse 2-8	1.124.066,00	393,53	2.856,38
Lorystraße 54-60	391.140,00	131,52	2.974,11
Mitterweg 8-18	784.977,00	205,53	3.819,27
Muhrhoferweg 1-5	1.775.227,00	586,51	3.026,74
Rohrhofergasse 2-6	968.533,00	333,21	2.906,65
Thürnlhofstraße 20-24	2.001.033,00	615,72	3.249,90
Thürnlhofstraße 21-23	1.114.155,00	304,45	3.659,59
Unter der Kirche 24-32	1.059.033,00	360,53	2.937,47
Zippererstraße 16-22	636.177,00	277,12	2.295,64
Kärchergasse 2	106.800,00	35,97	2.968,91
Summe	12.605.298,00	4.509,20	
Mittelwert	600.252,29	214,72	2.795,46

Die Stadt Wien investiert viel Geld in die thermische Sanierung städtischer Wohnhausanlagen. Es wurde bereits erwähnt, dass die Gesamtsanierungskosten zu einem Teil von der Stadt Wien gefördert werden und zum anderen Teil von den Mietern selbst aufzubringen sind. Im Durchschnitt betragen die Kosten, die von der Stadt übernommen werden, ein Drittel der Gesamtkosten. Im Zuge der Förderung wird zwischen den Kosten für die thermische Sanierung, den Kosten für den Ein- bzw. Umbau von Personenaufzügen und den Kosten für die Erhöhung des Wohnkomforts unterschieden. Im folgenden Abschnitt soll berechnet werden, wie viel die Stadt Wien für jede Tonne CO<sub>2</sub>, die auf Grund der thermischen Sanierung eingespart werden konnte, aufbringen muss. Dafür wurden nur jene Kosten herangezogen, die ausschließlich dieser Sanierungsmaßnahme dienen.

Dabei wurden die Kohlendioxideinsparungen pro Jahr aus den Berechnungen zuvor herangenommen und lediglich durch die von der Stadt Wien getragenen Kosten für eine thermische Sanierung dividiert. Die Tabelle 5-10, Tabelle 5-11, Tabelle 5-12 zeigt die Ergebnisse, getrennt nach Fernwärme, Öl und Gas, in Zahlenwerten.

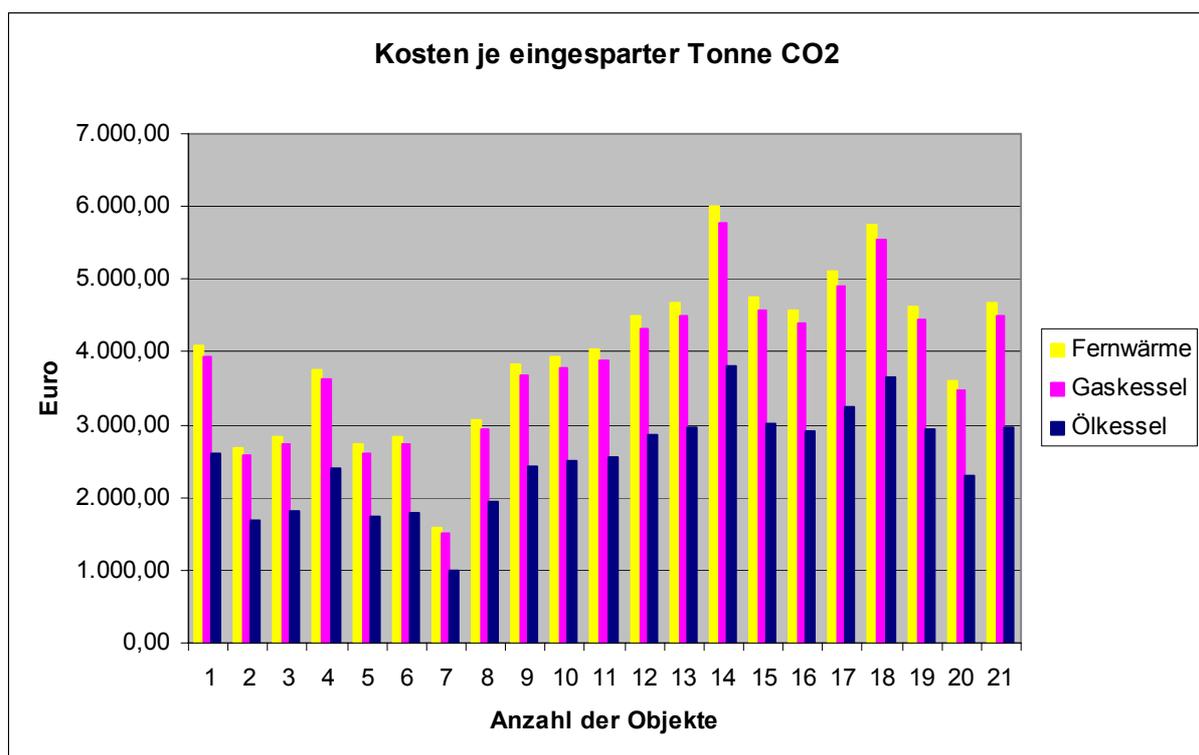


Bild 5-14: Kosten je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> unterteilt in Fernwärme, Gas und Öl

Bild 5-14 stellt die Tabellenwerte graphisch dar. Da wie schon vorhin erwähnt, viel mehr CO<sub>2</sub> bei einer Ölheizung eingespart werden kann als bei der Verwendung von Fernwärme oder

Gaskesseln, ist auch der Preis je eingesparter Tonne des Treibhausgases um einiges billiger als bei den beiden anderen Heizvarianten. Fernwärme und Gaskessel verhalten sich, wie schon bei den Untersuchungen zuvor, sehr ähnlich. Nur Ölkessel weisen wieder deutliche Unterschiede auf. Die Stadt Wien kostet die eingesparte Tonne CO<sub>2</sub> bei Verwendung der Fernwärme rund 57% mehr als bei Verwendung von Ölkessel. Bei Gaskessel liegen die Kosten rund 51% über denen bei Ölkessel.

Dem muss aber hintangestellt werden, dass Öl bei weitem, mehr schädliches Treibhausgas verursacht und für die Umwelt weitaus gefährlicher werden kann.

## 5.5 Amortisationszeit

Die Sanierung bestehender Gebäude kostet viel Geld. Oft stellt sich die Frage, ob es überhaupt wirtschaftlich Sinn macht energetische Sanierungen durchzuführen, bzw. wann sich die Investitionen rentieren. Aus diesem Grund werden häufig vor dem Tätigen der Sanierungsprojekte Amortisationsberechnungen durchgeführt.

In Kapitel 3.2.5 wurde bereits erwähnt, dass im Zuge dieser Arbeit zwei unterschiedliche Berechnungen der Amortisationszeit angestellt wurden. Die erste Methode wird in der Praxis nicht angewandt. Es wurden die Gesamtsanierungskosten, d.h. Kosten für Dämmungen, Fenster, Anstriche, Ausbesserungen bei Außenlagen, Verblechungen, etc., in die Berechnung eingebunden. Da davon ausgegangen wird, dass einige Instandhaltungsarbeiten und Maßnahmen in bestimmten Zeitperioden unumgänglich und durchzuführen sind, ist es eigentlich nicht richtig, diese in die Amortisationsberechnung mit einzubeziehen. Solche Arbeiten sind beispielsweise Ausbesserungsarbeiten an der Putzfassade, ein Fenstertausch (ca. alle 30 Jahre notwendig), kleinere Instandhaltungsarbeiten am Gebäude und dergleichen.

Trotzdem wurden bei dieser Berechnung die gesamten anfallenden Kosten angenommen. um zu untersuchen, ob in diesem Fall eine Amortisation überhaupt stattfinden kann. In Tabelle 5-13 sind die Amortisationsjahre berechnet. Nach dieser Methode würde sich eine durchgeführte Sanierung nie amortisieren und hätte daher auch wirtschaftlich gesehen keinen Sinn. Es liegen so Amortisationszeiten von bis zu 160 Jahren vor.

Tabelle 5-13: Amortisationsjahre unter Verwendung der Gesamtsanierungskosten

Objekt	Status der Sanierung	Gesamt-sanierungs-kosten	$\Delta$ HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	Fernwärme €/kWh	Fernwärme €/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> Nutzfläche	Amortisations-jahre
Aspangstraße 11-13	Zusicherung	298.800,00	65,5	0,0318	471,79	1.546,03	80,93
Erdbergstraße 16-28	Baubeginn	1.138.400,00	75,08	0,0318	1.679,16	5.502,56	76,83
Gestetengasse 17	Zusicherung	1.122.000,00	70,53	0,0318	1.157,69	3.793,70	116,07
Kleingasse 2	Zusicherung	657.100,00	71,04	0,0318	734,83	2.408,00	106,42
Kärchergasse 2	Zusicherung	700.100,00	57,26	0,0318	548,68	1.798,00	183,15
Markhofgasse 6	Zusicherung	494.600,00	73,67	0,0318	480,32	1.574,00	118,67
Schlachthausgasse 3	Zusicherung	1.552.400,00	70,8	0,0318	2.018,63	6.615,00	91,79
Schlachthausgasse 39	Frtg mit EA	320.300,00	53,54	0,0318	1.722,32	5.644,00	28,27
Strohgasse 14f	Zusicherung	544.100,00	65,36	0,0318	592,94	1.943,03	117,48
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	Zusicherung	813.000,00	69,82	0,0318	1.280,76	4.197,00	76,70
Eisteichstraße 17-27	Antrag	k.A.	k.A.	0,0318	3.758,96	12.318,00	k.A.
Geiselbergstraße 27-31	Zusicherung	4.957.800,00	67,81	0,0318	5.577,38	18.276,90	110,20
Herbortg. 42	Baubeginn	809.800,00	k.A.	0,0318	k.A.	k.A.	k.A.
Kaiser-Ebersdorfer-Straße 290-292	Frtg ohne EA	425.500,00	33,29	0,0318	784,57	2.571,00	121,35
Koblicekgasse 2-8	Zusicherung	3.372.200,00	41,39	0,0318	8.220,65	26.938,83	77,21
Lorystraße 54-60	Prüfbericht	1.303.600,00	57,16	0,0318	1.989,34	6.519,00	94,20
Mitterweg 8-18	Baubeginn	2.809.096,00	43,13	0,0318	4.120,24	13.501,91	124,08
Muhrhoferweg 1-5	Frtg ohne EA	5.325.683,00	38,75	0,0318	13.086,76	42.884,91	80,78
Rohrhofergasse 2-6	Zusicherung	2.905.600,00	27,09	0,0318	6.686,06	21.910,00	113,67
Römerthalg. 9-17	Baubeginn	1.931.700,00	k.A.	0,0318	k.A.	k.A.	k.A.
Thürnlhofstraße 20-24	Baubeginn	6.003.100,00	39,12	0,0318	13.608,50	44.594,63	86,89
Thürnlhofstraße 21-23	Baubeginn	3.544.300,00	34,84	0,0318	7.555,46	24.759,00	101,31
Unter d. Kirche 24-32	Zusicherung	3.177.100,00	43,28	0,0318	7.202,35	23.601,88	80,06
Zippererstraße 16-22	Baubeginn	4.798.600,00	55,54	0,0318	4.314,13	14.137,26	163,87

Für die zweite Berechnungsmethode wurden die genauen m<sup>2</sup>-Angaben für Fassadenwände und die oberste Geschoßdecken aus den vorhandenen Unterlagen berechnet. Da nicht für alle Objekte diese Angaben detailliert gegliedert werden konnten, wurden die Amortisationszeiten lediglich für 14 Objekte berechnet. Im ersten Schritt wurde der Heizwärmebedarf für den sanierten Zustand erneut berechnet, da in diesem Fall eine Verbesserung der Dämmeigenschaften durch neue Fenster nicht in Rechnung gestellt werden durfte. Wie bereits erwähnt, werden bei dieser Berechnungsmethode Kosten einiger Erhaltungsarbeiten, wie beispielsweise ein Fenstertausch, nicht berücksichtigt. In der Berechnung werden ausgewählten Bauteile (Fassade, oberste Geschoßdecke) gedämmt angenommen, die Fenster sind allerdings mit ihrem alten U-Wert (vor einem Tausch von Holz-Kasten auf Holz-Alu) in die Rechnung mit einzubeziehen. Im Anschluss daran wurde wie schon zuvor die Einsparung des Heizwärmebedarfs  $\Delta HWB$  ( $HWB_{\text{Bestand}} - HWB_{\text{San,o.Fenster}}$ ) ermittelt. Die Fassadenflächen beinhalten auch die Fensterflächen, *denn Öffnungen über 0,5 m<sup>2</sup> bis 4,0 m<sup>2</sup> sind nicht abzuziehen, wenn zumindest eine Leibungsfläche des WDVS mit der Deckschicht versehen ist* [157].

Mit Hilfe dieser Werte und Dateninformationen konnte die Amortisationszeit nach folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Amortisationsjahre} = \frac{\text{Sanierungskosten}}{(\Delta HWB * \text{€ / kWh} * m^2) + \text{€ / m}^2 * m^2}$$

Die Preise je kWh sind laut Fernwärme Arbeitspreise, die Preise je m<sup>2</sup> Nutzfläche sind so genannte Grundpreise und vom Verbrauch unabhängig. Sie verstehen sich als eine Art Grundgebühr.

Tabelle 5-14: Amortisationsberechnung unter Verwendung der reinen Dämmkosten

Objekt	Fassade [m <sup>2</sup> ]	Geschoßdecke [m <sup>2</sup> ]	HWB <sub>san</sub> ohne Fenster	$\Delta HWB$	Fernwärme €/kWh	Fernwärme €/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> Nutzfläche	Sanierungskosten für Dämmung	Amortisationsjahre
Aspangstraße 11-13	1188,68	338,45	47,11	54,76	0,0318	471,79	1546,03	50.519,36	16,0
Erdbergstraße 16-28	5690,05	1161,54	56,21	63,33	0,0318	1.679,16	5502,56	357.482,30	28,0
Gestetengasse 17	3351,25	1486,24	64,54	59,09	0,0318	1.157,69	3793,70	176.715,28	21,3
Kleingasse 2	2306,23	583,25	53,46	60,74	0,0318	734,83	2408,00	89.931,46	16,7
Kärchergasse	1536,63	390,73	48,52	47,49	0,0318	548,68	1798,00	61.938,42	19,0
Schlachthausgasse 3	5431,19	889,48	47,83	72,84	0,0318	2.018,63	6615,00	137.874,19	8,0
Schlachthausgasse 39	6151,86	368,31	70,26	46,33	0,0318	1.722,32	5644,00	120.576,46	12,0
Strohgasse 14f	1854,49	370,23	63,38	54,25	0,0318	592,94	1943,03	63.452,85	16,1
Graf-Starhemberg-Gasse 40-42	3475,19	519,34	51,34	59,04	0,0318	1.280,76	4197,00	105.506,20	11,5
Geiselbergstraße 27-31	18165,88	2557,19	50,34	59,51	0,0318	5.577,38	18276,90	571.492,53	14,2
Kaiser-Ebersdorfer-Straße 290-292	2070,59	1502,38	66,17	27,89	0,0318	784,57	2571,00	130.726,36	42,7
Lorystraße 54-60	4730,08	948,1	47,47	57,43	0,0318	1.989,34	6519,00	162.097,98	11,7
Thürmlhofstraße 21-23	19733,38	4277,15	39,76	34,84	0,0318	7.555,46	24759,00	1.444.597,49	41,3
Zippererstraße 16-22	13927,68	3374,66	59,82	47,32	0,0318	4.314,13	14137,26	499.759,68	19,5

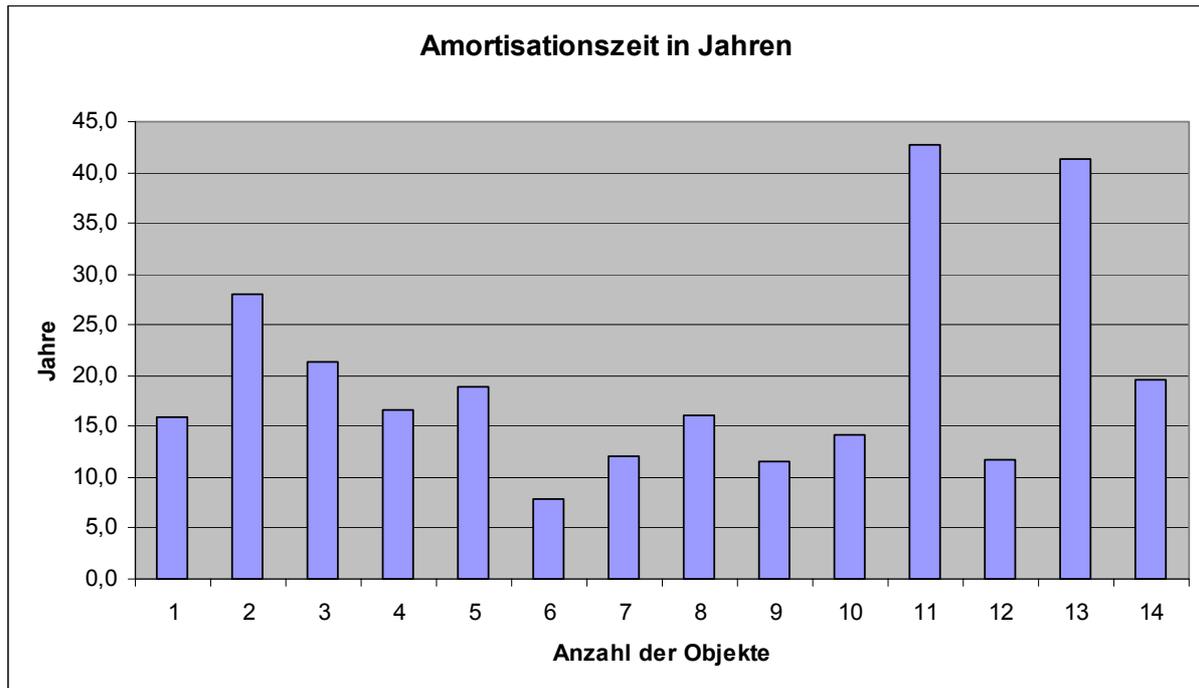


Bild 5-15: Amortisationszeiten 14 ausgewählter Objekte

An Hand der Graphik Bild 5-15 wird deutlich, wie unterschiedlich die Ergebnisse ausfallen. Hier liegen Amortisationsjahre zwischen 8 und 25 Jahren vor. Nur zwei Objekte bilden die Ausnahme und amortisieren sich erst nach ungefähr 40 Jahren.

Eine genaue Berechnung stellt diese Methode allerdings auch nicht dar, da Zinsen und Abschreibungen nicht beachtet wurden.

## 5.6 Wärmebrücken

Bei der Berechnung der Wärmebrücken wurde darauf geachtet, besonders typische und markante Punkte zu wählen, die ein klassisches Beispiel für auftretende Wärmebrücken darstellen. Zum einen sind das auskragende Balkonplatten, zum anderen ein Mosaik an der Außenfassade über beinahe die gesamte Höhe des Wohnhauses. Diese Punkte wurden bereits in Kapitel 3.2.6 an Hand des Bild 3-9 erläutert und dargestellt.

In der ersten Berechnung wurden die Balkone genauer untersucht. Da die Außenfassade an der Südseite unterschiedliche Aufbauten vorweist, wurden diese auch einzeln berechnet. Bei den Aufbauten handelt es sich um einen Vollziegel mit einer Stärke von 38 cm (EG bis inklusive 3.OG), einen Vibrostein mit 38 cm (4.OG) und einem Vibrostein mit 25 cm in den letzten beiden Geschossen (5.-6.OG).

Vollziegel und Vibrosteine weisen sehr unterschiedliche Werte für die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  auf. Während der  $\lambda$ -Wert für Vollziegel bei 0,8 W/mK liegt, beträgt er hingegen für Vibrostein nur 0,367 W/mK. Je höher der Wert der Wärmeleitfähigkeit, desto mehr Wärme kann der Bauteil weiterleiten. Je mehr Wärme weitergeleitet wird, desto weniger Wärme kann in diesem Bauteil gespeichert werden. Einfach gesagt bedeutet das, je höher der  $\lambda$ -Wert ist, desto mehr Wärme geht verloren. Daraus kann man schließen, dass der Vibrostein eigentlich das bessere Wärmeverhalten vorweisen sollte.

Die Balkone besitzen im Bestand keinerlei Dämmung. Es handelt sich im Wesentlichen nur um eine auskragende Stahlbetonplatte mit einem Anstrich und einem eventuell vorhandenen Fußbodenbelag (z.B. Steinplatten). Der Aufbau dieser Konstruktion im Bestand ist in Bild 5-16 graphisch dargestellt. Die Deckenkonstruktion im Inneren des Raumes weist einen herkömmlichen Fußbodenaufbau mit 4cm Trittschalldämmung und 6cm Estrich auf. Die Innenwand sowie die Außenwand sind verputzt.

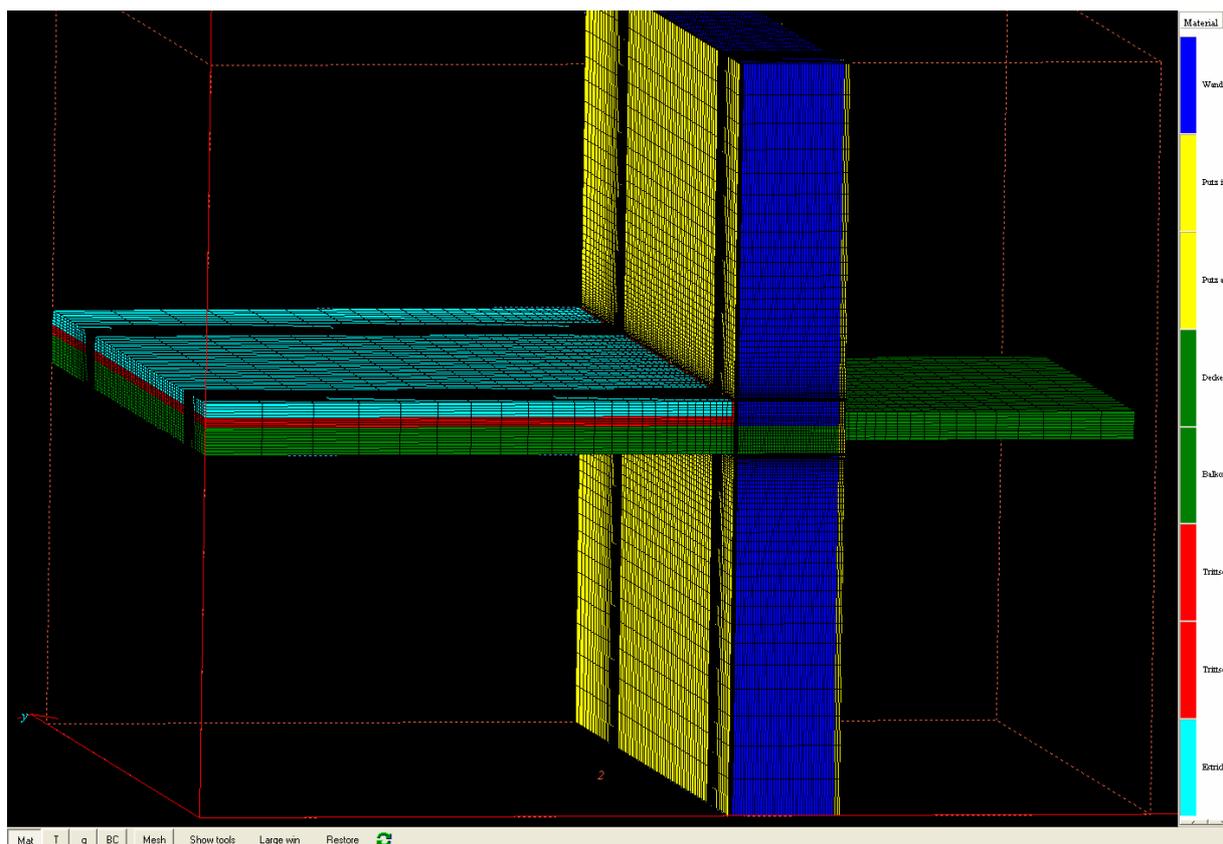


Bild 5-16: Aufbau der Konstruktion mit einer Ziegel-Außenwand

Mittels des Programms Heat 3-c wurde nun untersucht, wo die Konstruktion wärmetechnische Schwachstellen besitzt und Wärmebrücken auftreten. Der gewählte Schichtaufbau wurde in das Programm eingegeben und eine Innentemperatur von  $+20^{\circ}\text{C}$  sowie eine Außentemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  gewählt (Annahme eines stationären Zustandes)

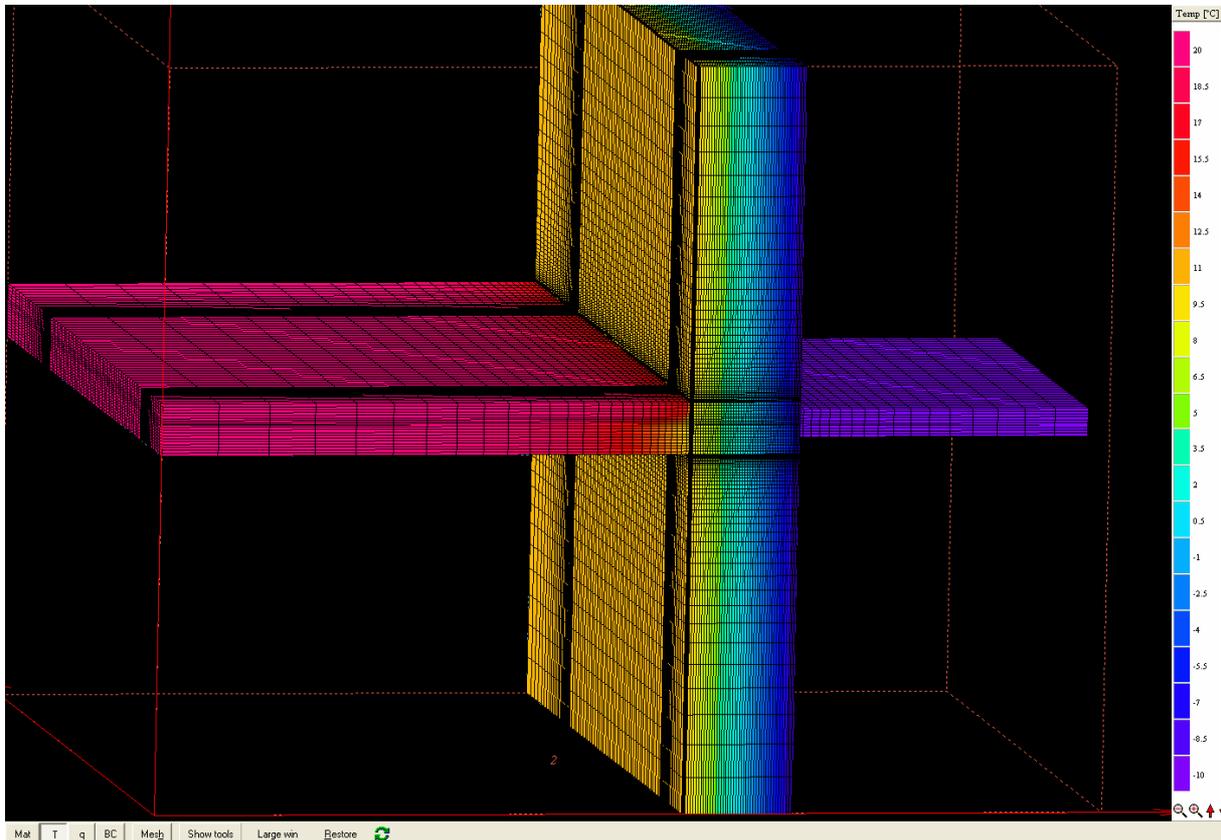


Bild 5-17: Temperaturverlauf an der Innenoberfläche der Wandkonstruktion (Ziegel)

In Bild 5-17 ist sehr schön zu erkennen, dass an der Innenoberfläche deutlich niedrigere Temperaturen auftreten als im Raum selber. Während im Raum eine konstante Temperatur von  $20^{\circ}\text{C}$  angenommen wurde, treten an der Innenwandoberfläche Temperaturen um die  $9,5^{\circ}\text{C}$  auf. Um die Gefahr einer möglichen Schimmelpilzbildung besser einschätzen zu können, wird gemäß ÖNORM B 8110-2 der Temperaturfaktor berechnet, der aussagt ob es bei Norm-Innenraumklima ( $20^{\circ}\text{C}$ ) zu Schimmelbildung kommen kann.

Für die Berechnung ist der Monatsmittelwert der Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$  zu berechnen. Da im Jänner die niedrigsten Werte zu finden sind, wird nur dieser Monat in die Rechnung miteinbezogen.

$$\theta = a + b \cdot H \quad [59]$$

mit

$\theta$ ..... Monatsmittelwert der Temperatur in °C

H..... Seehöhe in 100 m

a,b..... Regressionskoeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells

Für den vorliegenden Fall ergeben sich laut Tabelle 5-15 die gelb unterlegten Werte für die Regressionskoeffizienten. Wien liegt auf einer Seehöhe von 171 m, was wiederum den Wert für H liefert.

Tabelle 5-15: Koeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells zur Bestimmung der Monatsmittel der Lufttemperatur für die Temperaturregion Nord (Quelle: ON B 8110-2)

Region Nord – außerhalb von Föhngebieten (N)		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Schicht 1 (unter 750 m)	a	-0,921	1,114	5,189	10,221	14,881	18,009	19,671	19,232	15,356	9,884	4,782	1,292	9,893	Grad C
	b	-0,423	-0,458	-0,521	-0,613	-0,602	-0,610	-0,597	-0,607	-0,495	-0,413	-0,486	-0,566	-0,532	Grad/100m
Schicht 2 (750 m bis 1499 m)	a	-4,567	-1,251	3,609	8,952	13,836	16,687	17,857	17,076	13,330	7,270	1,568	-3,368	7,583	Grad C
	b	0,063	-0,142	-0,310	-0,443	-0,462	-0,434	-0,355	-0,320	-0,225	-0,065	-0,057	0,056	-0,225	Grad/100m
Schicht 3 (ab 1500 m)	a	4,306	5,056	8,576	12,727	17,504	20,902	23,084	22,546	19,627	15,011	8,872	5,006	13,601	Grad C
	b	-0,528	-0,563	-0,641	-0,695	-0,707	-0,715	-0,704	-0,684	-0,645	-0,581	-0,544	-0,503	-0,626	Grad/100m

Damit ergibt sich als mittlere Monatstemperatur im Jänner  $\theta = -1,64^\circ\text{C}$ .

Anschließend kann jetzt der Temperaturfaktor mit folgender Formel berechnet werden:

$$f^*_{R_{si,k}} = \frac{\theta_{si,k} - \theta_e}{\theta_{i,k} - \theta_e} \quad [59]$$

$f^*_{R_{si,k}}$  ..... Temperaturfaktor für die raumseitige Oberfläche

$\theta_{si,k}$ ..... geringste Innenoberflächentemperatur

$\theta_e$  ..... außenseitige Lufttemperatur

$\theta_{i,k}$  ..... raumseitige Lufttemperatur

$f^*_{R_{si,k}} \geq 0,71$  zur Vermeidung von Schimmelpilz bzw.

$f^*_{R_{si,k}} \geq 0,69$  zur Vermeidung von Kondensation

In diesem Fall liegen nachstehende Temperaturwerte vor:

	Temperatur in °C
Innenoberflächentemperatur $\theta_{si,k}$	9,5
Lufttemperatur außen $\theta_e$	-1,64
Lufttemperatur innen $\theta_{i,k}$	+20

Die Berechnung ergibt einen Temperaturfaktor von  $f^*_{R_{si,k}} = 0,51$ . Da dieser Wert kleiner als die erforderlichen 0,71 bzw. 0,69 ist, tritt neben Schimmelpilz auch Kondensation auf.

Im Vergleich dazu stellt Bild 5-18 den Temperaturverlauf an der Innenwandoberfläche für eine Wandkonstruktion mit 38 cm Vibrostein graphisch dar. Es ist gleich zu erkennen, dass die Temperaturen weit höher sind, als bei der Konstruktion zuvor. In diesem Fall treten Werte um die 14-15,5°C an der Innenoberfläche auf. Ein Schimmelpilzbefall wegen zu geringer Temperaturen an der Oberfläche ist hier auszuschließen, soll aber trotzdem rechnerisch bestätigt werden. Die Gleichungen und Temperaturwerte sind wiederum dieselben wie schon bei der Berechnung zuvor. Lediglich die Innenoberflächentemperatur  $\theta_{si,k}$  besitzt einen anderen Wert. Die Temperatur wird aus Bild 5-18 abgelesen und mit 15°C angesetzt.

	Temperatur in °C
Innenoberflächentemperatur $\theta_{si,k}$	15,0
Lufttemperatur außen $\theta_e$	-1,64
Lufttemperatur innen $\theta_{i,k}$	+20

Die Berechnung liefert einen Temperaturfaktor von  $f^*_{R_{si,k}} = 0,77$ . Da der Wert größer 0,71 ist, besteht hier keine Gefahr für einen möglichen Schimmelbefall.

Ebenso kann beobachtet werden, dass die Nullgrad-Grenze in der Wandkonstruktion bei einer Ziegelwand näher an der Innenoberfläche zu finden ist, als bei einer Wand aus Vibrostein.

Die graphischen Darstellungen für die Wandkonstruktion (im Bestand) mit einem Vibrostein mit der Dicke von 25 cm sind im Anhang A zu finden. Auch für diese Variante erfolgt eine Berechnung, da die Innenoberflächentemperatur in der Mitte der beiden zuvor berechneten Konstruktionen liegt.

	Temperatur in °C
Innenoberflächentemperatur $\theta_{si,k}$	11,0
Lufttemperatur außen $\theta_e$	-1,64
Lufttemperatur innen $\theta_{i,k}$	+20

In diesem Fall erreicht der Temperaturfaktor einen Wert von  $f_{R_{Si,k}}^* = 0,58$ . Auch hier tritt sowohl Schimmelpilz als auch Kondensat auf.

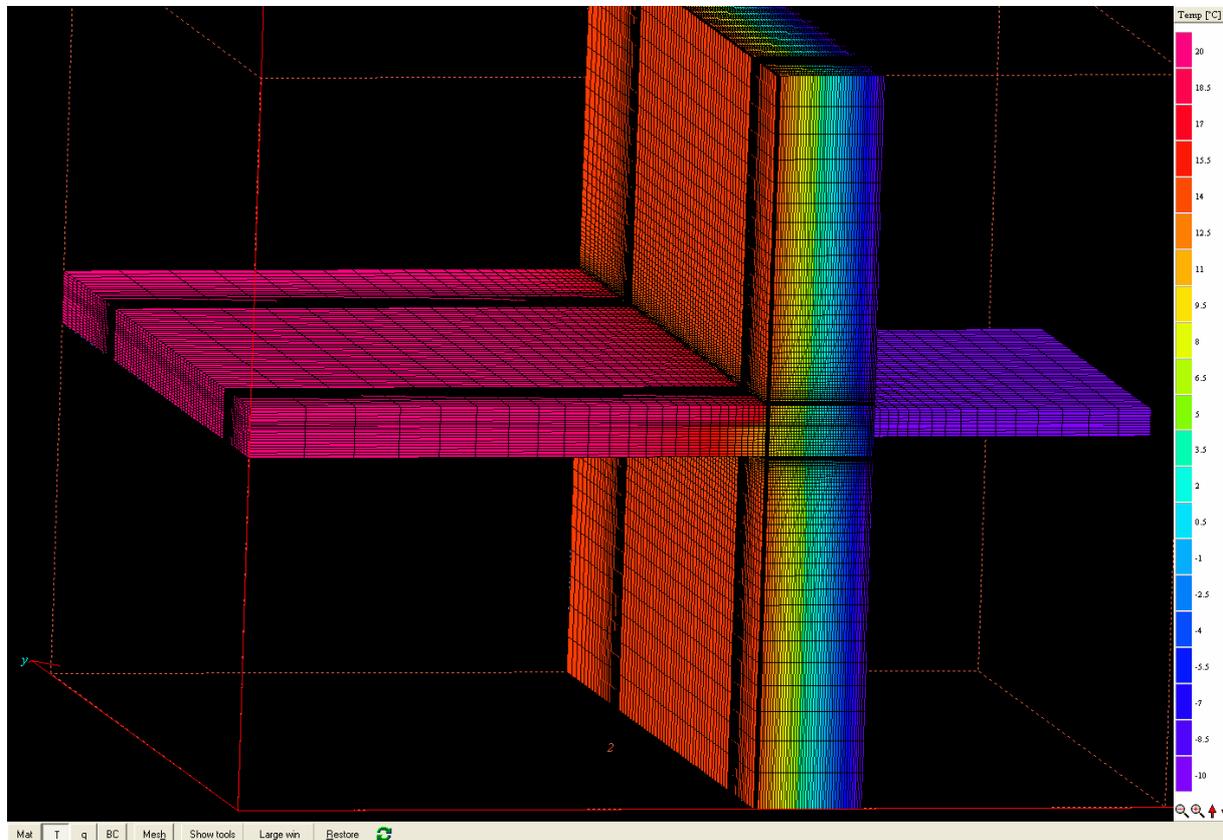


Bild 5-18: Temperaturverlauf an der Innenoberfläche der Wandkonstruktion (Vibrostein 38cm)

Um eine Wärmebrücke im Bereich der auskragenden Balkonplatte zu vermeiden, wurden zwei unterschiedliche Varianten untersucht. Im Zuge der ersten Variante wurde die Balkonplatte nahezu komplett „eingepackt“. An der Unterseite der Stahlbetonplatte wurden 10 cm EPS-Dämmplatten montiert. An der Oberseite der Platte wurde zunächst ein Estrich mit 2% Gefälle aufgebracht. Nach dem Trocknen des Estrichs setzt sich der Aufbau mit 4 cm dicken XPS-Dämmplatten fort. Als Bodenbelag wurden Steinplatten gewählt. Der genaue Schichtaufbau ist im Anhang als Graphik dargestellt.

In Bild 5-19 ist der Temperaturverlauf dieser Konstruktion bei einem Vollziegelmauerwerk graphisch dargestellt. Im Vergleich zu Bild 5-17 ist deutlich zu erkennen, dass eine Dämmung der Ziegelwand sowie der Balkonplatte zu einer deutlichen Verbesserung führt. Die Temperatur an der Innenoberfläche ist nun im Gegensatz zum Bestand klar höher und beträgt um die 17°C. Ein Schimmelpilzbefall kann in diesem Fall ausgeschlossen werden,

was auch rechnerisch bestätigt wird. (Zum Vergleich: im Bestand weist die Innenoberfläche eine Temperatur von  $15^{\circ}\text{C}$  auf. Die Berechnung ergab, dass kein Schimmel auftritt.)

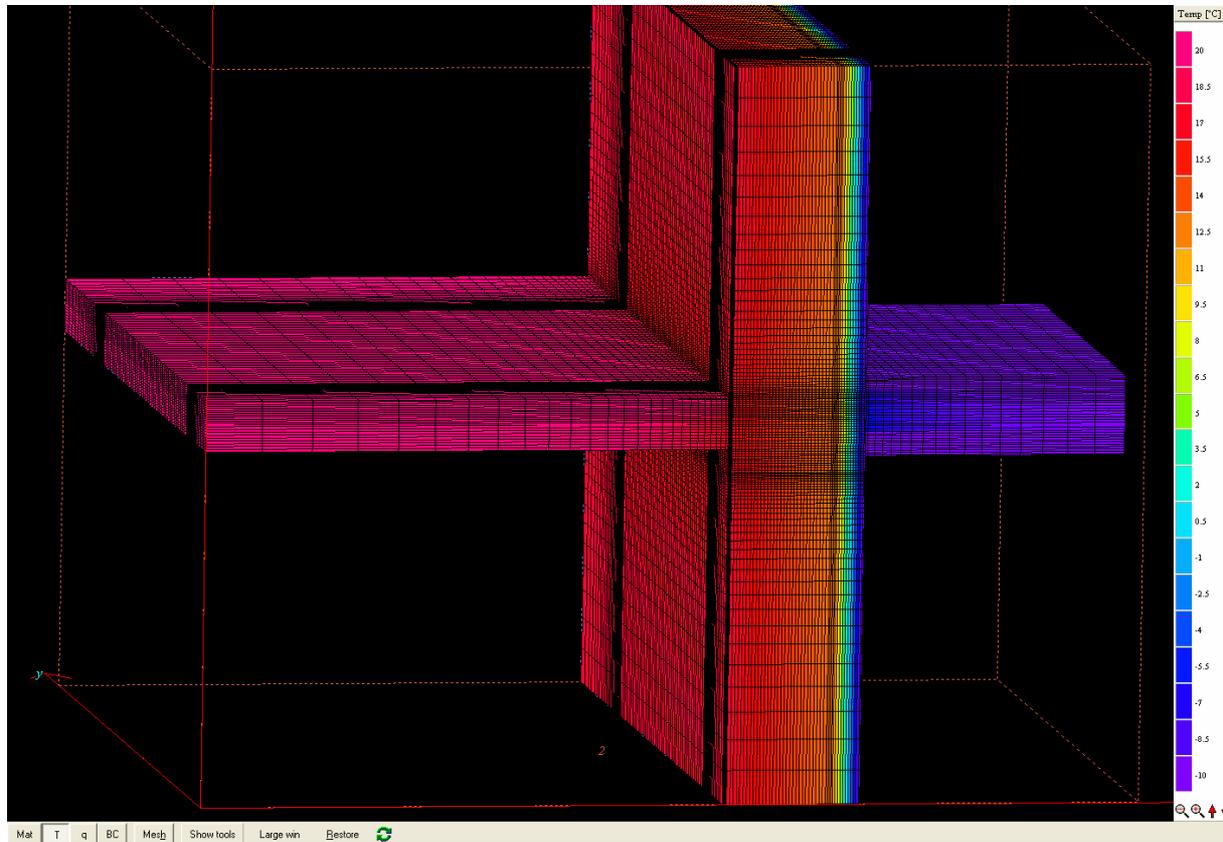


Bild 5-19: Temperaturverlauf an der Innenoberfläche und in der Wandkonstruktion (Ziegel) bei einer Dämmung der Balkonplatte mit XPS

Die graphischen Darstellungen der beiden anderen Wandkonstruktionen (Ziegel und Vibrostein 25) sind im Anhang A zu finden.

Im Zuge der zweiten Variante wurde lediglich eine Dämmung an der Oberseite der Balkonplatte angebracht. Es wurden auf die Stahlbetonplatte 4 cm XPS-Dämmplatten aufgebracht und als Bodenbelag Steinplatten (2 cm) angenommen. Die Unterseite des Balkons bleibt ungedämmt während an die Außenfassade die üblichen 10 cm WDVS montiert werden. Als Dämmmaterial werden wieder EPS-Platten angenommen.

Betrachtet man die beiden Bilder Bild 5-20 und Bild 5-21 sind deutliche Unterschiede im Temperaturverlauf zu beobachten. Die Temperatur an der Innenoberfläche ist zwar bei beiden Aufbauten mit  $17-18^{\circ}\text{C}$  nahezu ident, der Verlauf derselben in der Wandkonstruktionen weist allerdings Unterschiede auf. Bei der Ziegelwand findet man nur im äußeren Viertel kalte Temperaturen zwischen  $-10$  und  $+5^{\circ}\text{C}$ . Der Rest der Wand ist schon

wesentlich wärmer. Bei einer Wand aus Vibrostein (38cm) ist der kalte Bereich größer und man kann erkennen, dass der Größtteil eine Temperatur zwischen 9 und 12°C aufweist.

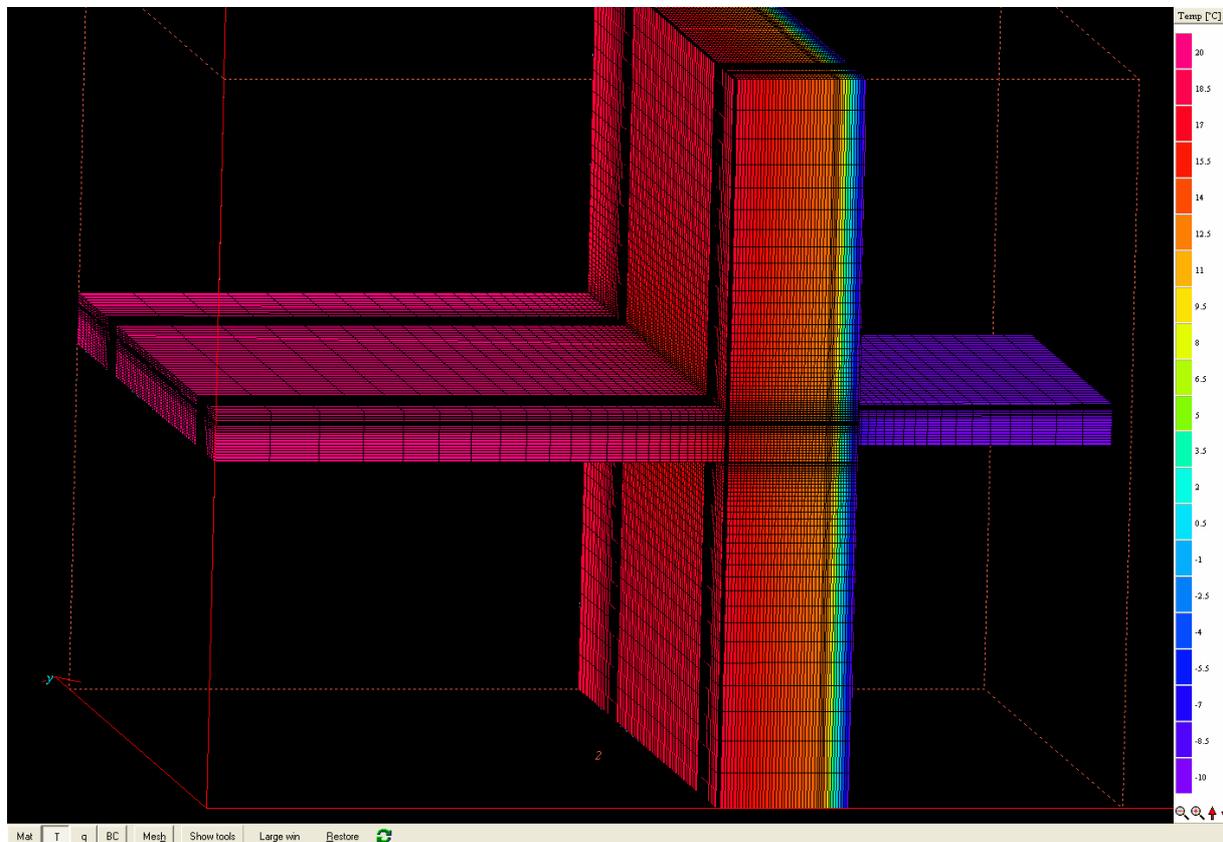


Bild 5-20: Temperaturverlauf in der Konstruktion (Ziegel 38cm) bei einer oberseitigen Dämmung des Balkons

Auf Grund der hohen Innenoberflächentemperaturen kann davon ausgegangen werden, dass es bei beiden Konstruktionen zu keinem Schimmelpilzbefall kommen wird. Die Berechnung mit folgenden Temperatursgangswerten bestätigt diese Annahme, da der ausgerechnete Faktor größer 0,71 ist.

	Temperatur in °C
Innenoberflächentemperatur $\theta_{si,k}$	17,5
Lufttemperatur außen $\theta_e$	-1,64
Lufttemperatur innen $\theta_{i,k}$	+20
Temperaturfaktor $f^*_{R_{Si,k}}$	0,88

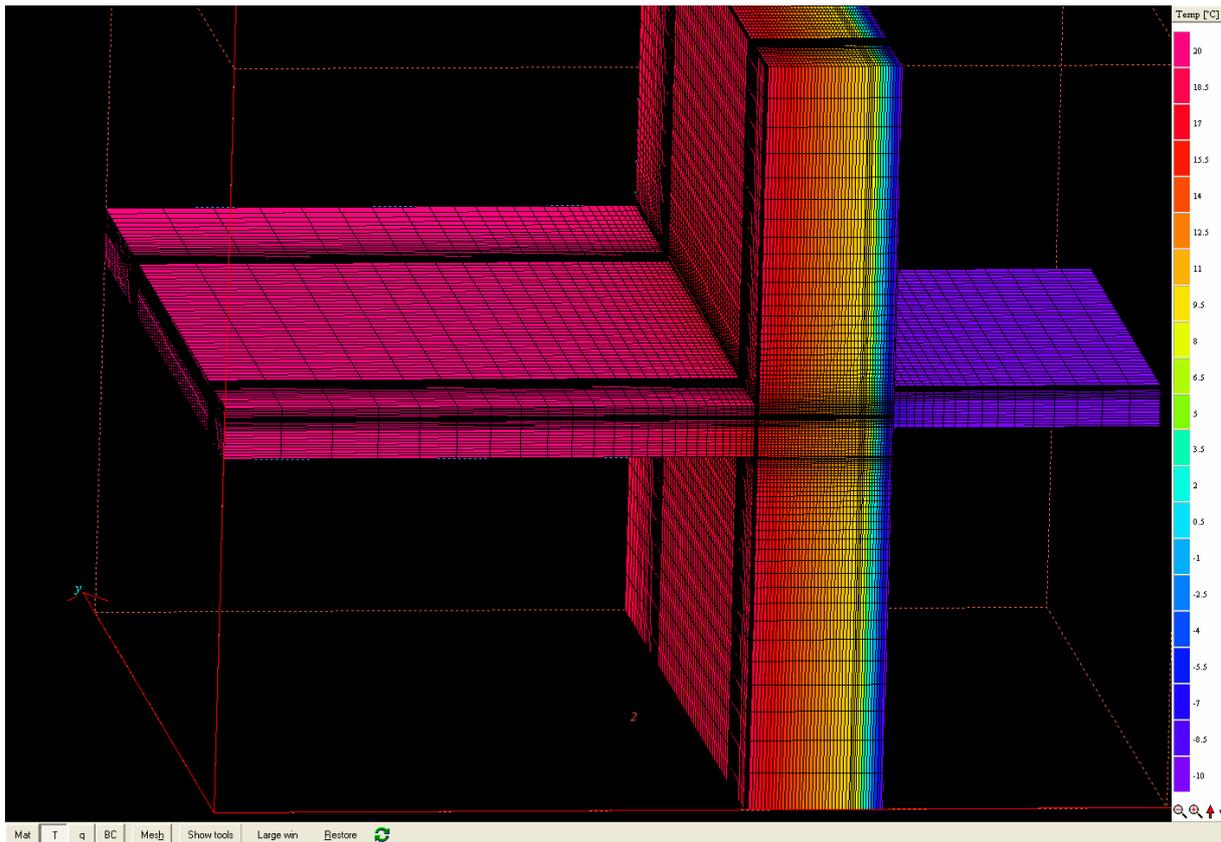


Bild 5-21: Temperaturverlauf in der Konstruktion (Vibrostr. 38cm) bei einer oberseitigen Dämmung des Balkons

An der Südfassade der Stiege 6 des genannten Objekts befindet sich ein Mosaik, welches beinahe über die gesamte Gebäudehöhe reicht. Auch nach der Dämmung der Außenwand soll das Steinmosaik erhalten bleiben – eine Abnahme ist daher nicht erwünscht. Der einzige Weg ist nun, die Dämmung rund um das Mosaik anzubringen. Da sich dieser Bereich nun thermisch von seiner Umgebung unterscheidet, ist hier mit einer Wärmebrücke zu rechnen.

Es wurde daher wieder der Aufbau der Konstruktion in das Programm Heat 3-c eingegeben und auf Wärmebrücken untersucht. Im Bestand sind ähnliche Ergebnisse wie zuvor zu erwarten. Im sanierten Zustand wird es interessant werden zu beobachten, inwieweit sich der ungedämmte Bereich des Mosaiks auf das thermische Verhalten der restlichen Wandkonstruktion auswirken wird.

Da der Vollziegel die bessere Wärmeleitfähigkeit und daher das schlechtere thermische Verhalten vorweist, wurde die Konstruktion mit der Ziegelwand als Beispiel herangezogen. Außentemperatur und Innentemperatur bleiben dieselben, lediglich die Innenoberflächentemperatur wird sich ändern. In Bild 5-22 ist der Temperaturverlauf für diesen Aufbau im Bestand abzulesen.

	Temperatur in °C
Innenoberflächentemperatur	+9,5°C
Außentemperatur	-1,64°C
Innentemperatur	+20°C
Temperaturfaktor $f^*_{R_{si,k}}$	0,51

Der berechnete Temperaturfaktor  $f^*_{R_{si,k}} = 0,51$  erreicht somit einen Wert  $< 0,71$ , was auf das mögliche Auftreten von Schimmelpilz hinweist. Da für die Vermeidung von Kondensat ein Faktor  $> 0,69$  gefordert wird und dieser Wert ebenfalls nicht erreicht wird, ist auch mit Auftreten von Kondensat zu rechnen.

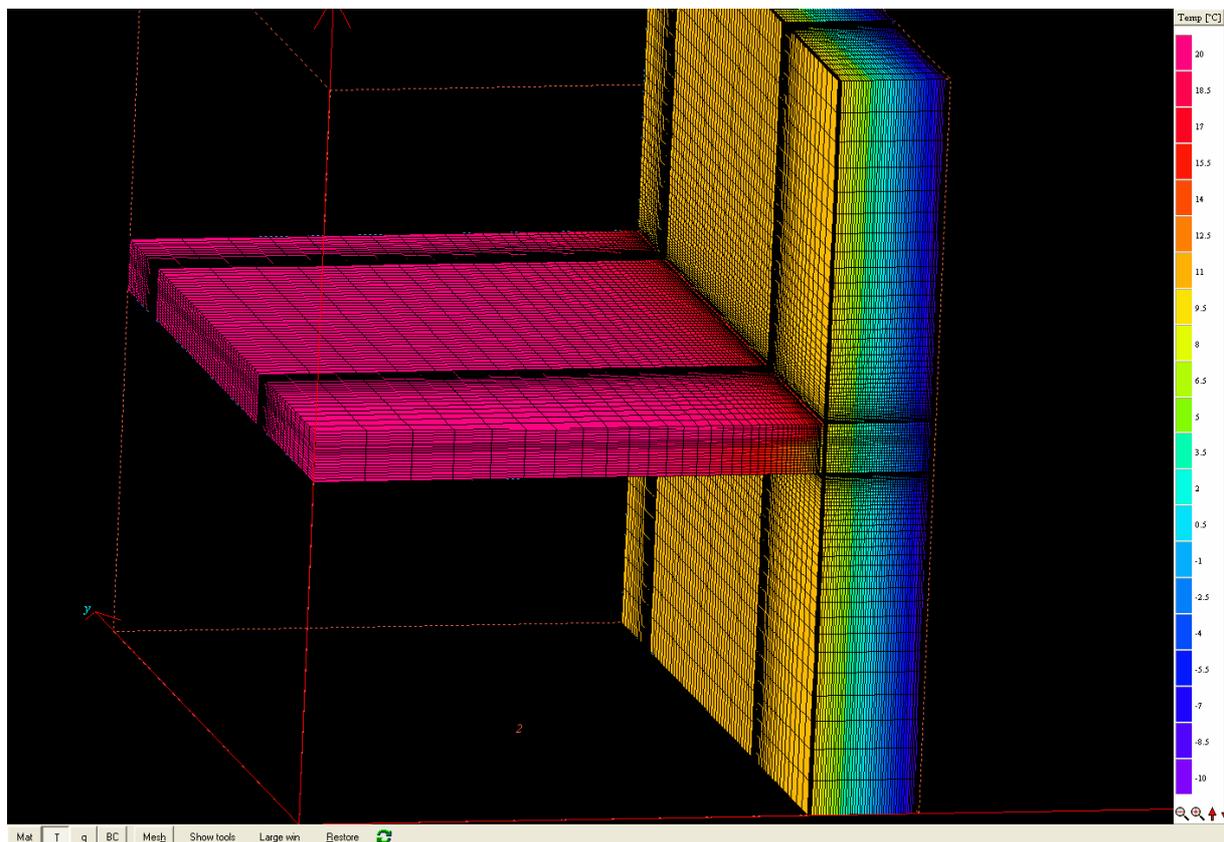


Bild 5-22: Temperaturverlauf in einer Ziegelwand im Bestand

Die Nullgradgrenze ist erst in der Mitte des Bauteils zu finden, die maximale Oberflächentemperatur beträgt gerade einmal ca. 9,5°C. Besonders der Übergang Decke-

Wand ist auf Grund der niedrigen Temperaturen für einen Pilzbefall und Kondensatausfall extrem gefährdet. Die Bilder der beiden Vibrosteinkonstruktionen sind im Anhang A zu finden.

Im Zuge der Sanierung werden 10 cm dicke EPS-Dämmplatten an die Außenfassade angebracht. Da das Mosaik wie bereits erhalten bleiben soll und eine „Demontage“ nicht möglich ist, wird die Fassade um das Mosaik herum gedämmt.

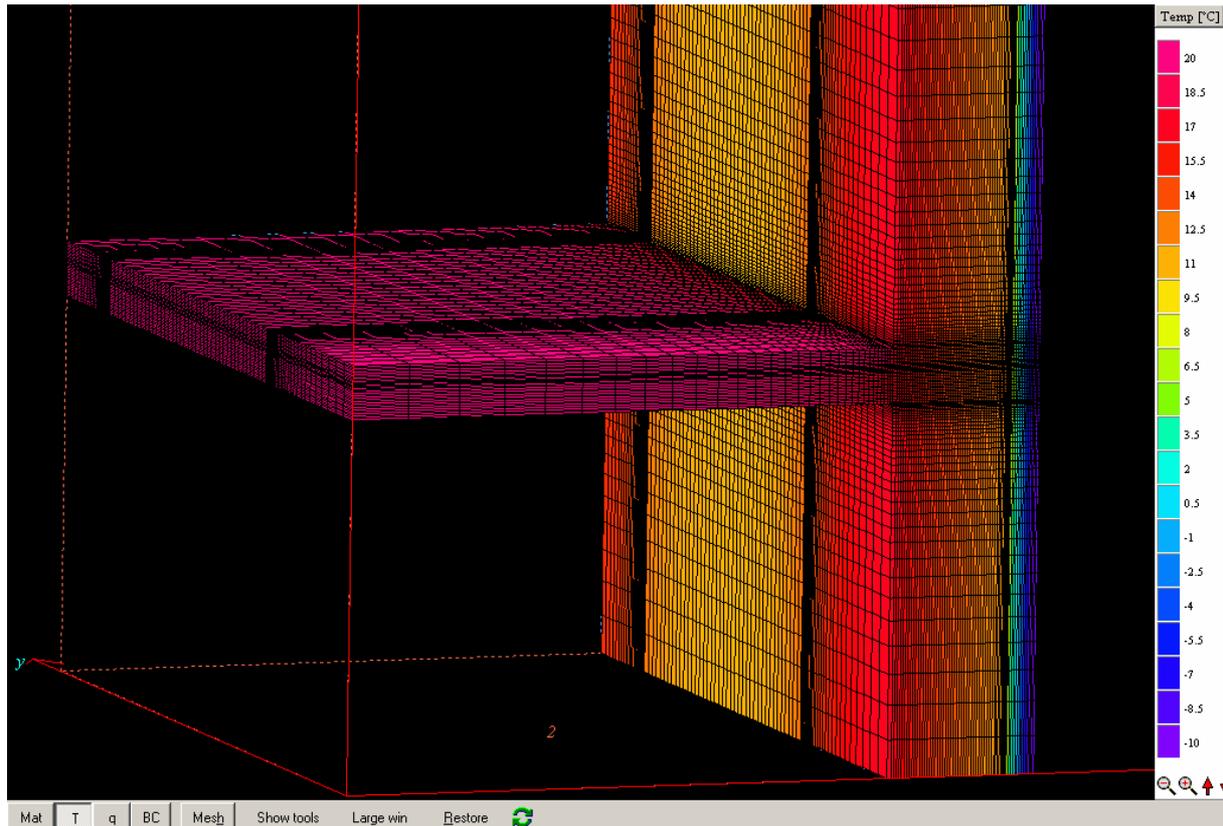


Bild 5-23: Temperaturverlauf in der Wandkonstruktion (Ziegel) mit 10cm Außendämmung und Mosaik

In Bild 5-23 ist der Temperaturverlauf in der Ziegelwand graphisch dargestellt. Es deutlich zu erkennen, dass an der Innenoberfläche im Bereich des Mosaiks weitaus geringere Temperaturen herrschen (ca. 9,5-11°C) als an der Oberfläche „hinter“ der Wärmedämmung (15,5-17°C). Die ungedämmte Stelle hat demnach einen wesentlichen Einfluss auf das thermische Verhalten der Wandkonstruktion, denn bei der Berechnung des Temperaturfaktors in Wärmebrückenbereichen, muss die niedrigste Oberflächentemperatur herangezogen werden. Da es sich in diesem Fall um die 9,5°C handelt (wie schon bei der

Berechnung zuvor), kann es auch hier zu einem Pilzbefall kommen. Wieder ist der Übergang Decke-Wand besonders im Bereich der ungedämmten Stellen stark gefährdet.

## 5.7 Befragung der Mieter

Wie bereits erwähnt, war das Objekt Schlachthausgasse 39 in 1030 Wien Gegenstand einer Mieterbefragung, da es zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit das Einzige war, das vollständig fertig saniert und abgerechnet war.

Folgende Arbeiten wurden im Zuge der Sanierung auch tatsächlich durchgeführt:

- Instandsetzen der Fassade mit 6 cm EPS-Wärmedämmung
- Instandsetzen der Giebelmauern mit 6 cm EPS-Wärmedämmung
- Instandsetzen des Durchgangs Stiege 4-5 mit 6 bzw. 8 cm EPS-Wärmedämmung
- Erneuerung der Anschlussbleche
- Erneuerung des Anstrichs der Fenster
- Einbau von Wärme- und Schallschutzfenstern
- Sanierung der Aufzugschächte
- Sanierung des Innenputzes und anschließendes Ausmalen
- Erneuerung der Asphaltbereiche bei Außenanlagen

Es wurden 41 Fragebögen unter den Mietern verteilt, wobei rund die Hälfte brauchbar ausgefüllt retourniert wurde. Falsch oder unverständlich ausgefüllte Bögen wurden nicht ausgewertet.

Im Großen und Ganzen bilden alle Antworten ein einheitliches Bild und die Aussagen der einzelnen Parteien decken sich. Es wurde darauf geachtet, dass aus jeder Stiege sowie aus besonders interessanten Etagen wie dem Erdgeschoß und dem Dachgeschoß Fragebögen ausgefüllt wurden, die auch in die Auswertung genommen werden können. Gerade die beiden eben erwähnten Bereiche sind besonders genau zu betrachten. Das Erdgeschoß weckt das Interesse, da die Wohnhausanlage unterkellert ist, eine Kellerdeckendämmung aber nicht durchgeführt worden ist. So kann über die ungedämmte Decke viel Wärme verloren gehen.

Die Dachgeschoßwohnungen befinden sich unter dem Giebeldach. Angrenzend an die beheizten Wohnungen befinden sich nicht beheizte Pufferräume wie Trockenböden. Da die

Wände zum Dachboden keine Dämmung erhalten, ist es interessant zu erfahren, wie Mieter solcher Wohnungen die Sanierung empfinden und ob sie mit Verschlechterungen oder Schäden zu kämpfen haben.

Die erste Fragestellung beschäftigt sich mit dem Vorhandensein und dem Auftreten von Schimmelpilz. Da die Mieter einen Fenstertausch (alte Holz-Kasten-Fenster wurden gegen neue Holz-Alu-Fenster ausgetauscht) durchführen ließen, könnte es durchaus aus, dass bei einem gleich bleibend schlechten Lüftungsverhalten durch die neuen und dichtereren Fenstern Schimmelpilz auftritt. Bei alten Holz-Kasten-Fenstern hat zum Teil eine selbständige Lüftung stattgefunden, da durch die undichten Fugen oftmals starke Lüftungsströme durchziehen konnten. Wenn in den Räumen eine zu hohe Luftfeuchtigkeit vorhanden war, ist es aus diesem Grund trotzdem zu keinem Schimmelpilzbefall gekommen.

### Schimmelpilz

War **vor** der Sanierung Schimmelpilz vorhanden?

ja                       nein

wenn ja, wie stark war der Schimmelpilz vorhanden (1...kaum, 5 sehr stark)

1               2               3               4               5

Ist **nach** der Sanierung Schimmelpilz aufgetreten?

ja                       nein

wenn ja, wie stark war der Schimmelpilz vorhanden (1...kaum, 5 sehr stark)

1               2               3               4               5

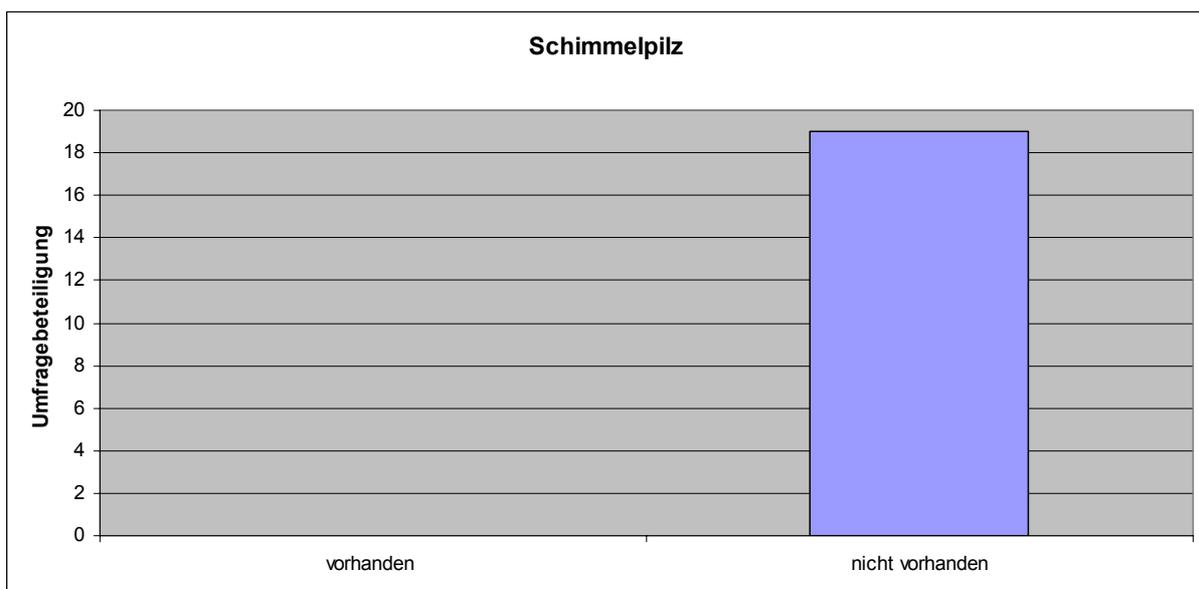


Bild 5-24: Auswertung über das Vorhandensein von Schimmelpilz

Bild 5-24 stellt die Auswertung über das Vorhandensein von Schimmelpilz graphisch dar. Alle der Befragten gaben an, dass sie keinen Schimmelpilzbefall in ihren Wohnungen hätten. Daraus würde man schließen können, dass trotz neuer Fenster eine ausreichende Lüftung gegeben ist, die einen Befall mit Pilzen nicht zulässt.

Die nächste Frage behandelt das Thema der Fensterlüftung. Es wurde gefragt, ob sich das Lüftungsverhalten der Mieter nach dem Einbau neuer Fenster geändert hat. Es sollte auch ermittelt werden, ob die Bewohner das Gefühl haben, dass man nun öfters lüften muss, da sonst die Luft im Inneren der Räume zu stickig oder zu feucht wäre.

### Fensterlüftung

haben Sie das Gefühl, dass **nach** der Sanierung öfter gelüftet werden muss, nachdem neue Fenster eingebaut wurden?

ja             nein

wenn ja, wie sehr hat sich Ihr Lüftungsverhalten geändert (1...kaum, 5 sehr stark)

1             2             3             4             5

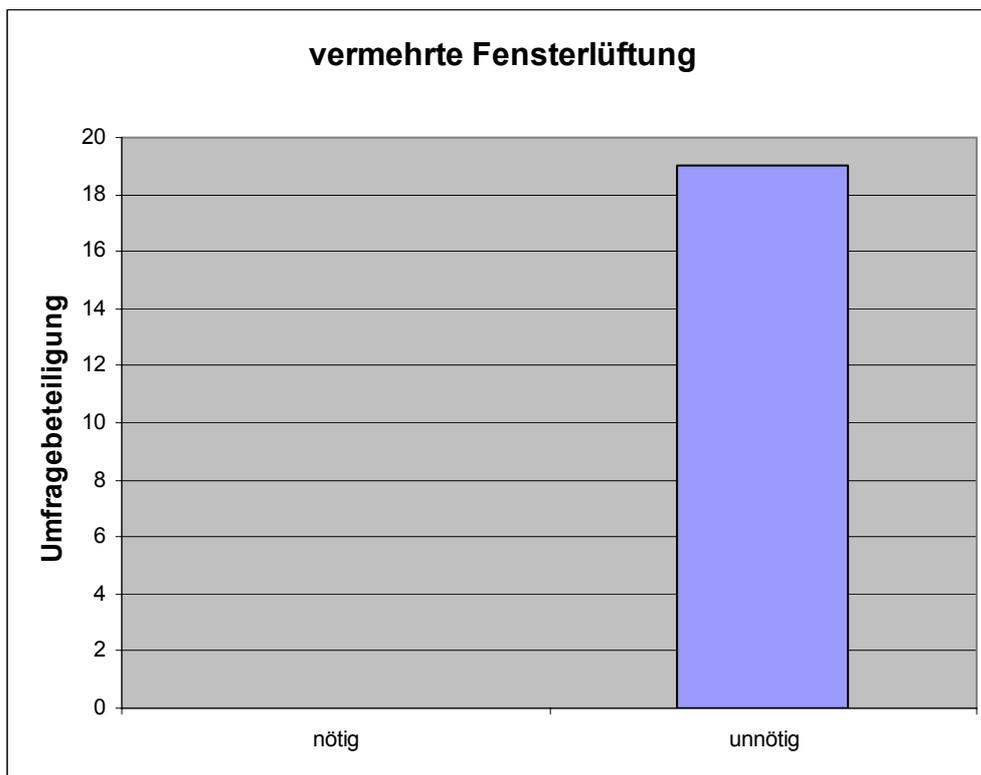


Bild 5-25: Darstellung der Befragung bezüglich einer vermehrten Fensterlüftung

Wie in Bild 5-25 graphisch dargestellt, gaben alle Mieter an, dass sich in ihrem Lüftungsverhalten nichts geändert hat und dass eine vermehrte Lüftung nach dem Einbau der neuen Fenster auch nicht nötig sei. Wie sich aber im nächsten Punkt der Befragung herausgestellt hat, empfindet die Hälfte der befragten Mieter, dass die sommerliche Raumtemperatur im Vergleich zum Zustand vor der Sanierung zugenommen hat. Diese Tatsache würde wiederum einen höheren Lüftungsbedarf fordern und widerspricht der Aussage der Mieter.

Die sommerliche Überhitzung wird immer häufiger zu einem Diskussionspunkt bei bevorstehenden Sanierungsprojekten. Aus diesem Grund sollten die Mieter angeben, inwieweit sich das Raumklima bzw. die Raumtemperatur nach durchgeführter Sanierung in den Sommermonaten geändert hat.

### Sommerliche Überhitzung

Haben Sie das Gefühl, dass sich das Klima bzw. die Temperatur **nach** der Sanierung in den Sommermonaten verändert hat, im Vergleich zu vor der Sanierung?

ja                     nein

wenn ja, wie hat sich die Temperatur verändert?

wurde wärmer             ist gleich geblieben             wurde kühler

anderes:.....  
.....

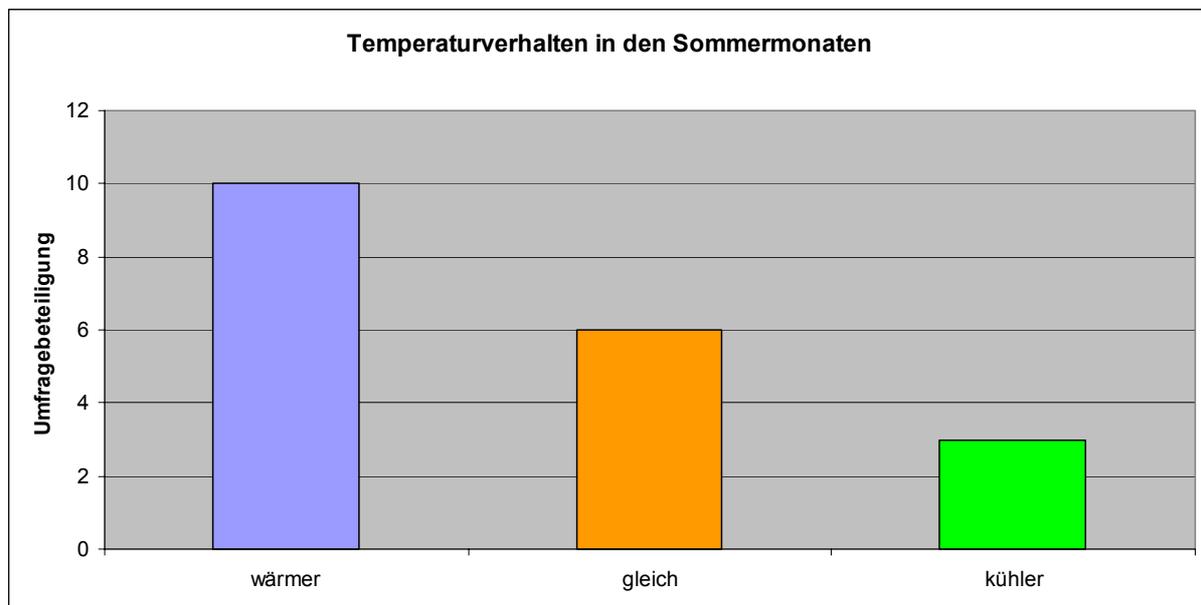


Bild 5-26: Graphische Darstellung des Temperaturverhaltens in den Sommermonaten

Die Auswertung der Befragung bezüglich der sommerlichen Überhitzung ist in Bild 5-26 graphisch dargestellt. Rund 52,6% der Befragten gaben an, dass es nun nach der Sanierung in den Sommermonaten deutlich wärmer wurde als es noch vor der Sanierung der Fall war. 31,6% meinten, dass sie keine Temperaturänderungen feststellen konnten. Nur 15,8% der an der Befragung teilnehmenden Mieter sagten aus, dass es ihrer Meinung nach nun kühler in den Wohnungen sei.

Welche Himmelsrichtungorientierung die einzelnen Wohnungen hatten, wurde allerdings in der Befragung nicht berücksichtigt. In den Sommermonaten wird den Räumen durch transparente Außenbauteile (z.B. Fenster) oder durch die Wärmeleitung der Außenwandkonstruktionen Energie zugeführt. Diese Energie kann zu einer Temperaturerhöhung im Raum führen, die unter Umständen die Behaglichkeit und das Wohlbefinden vermindern kann. Je mehr Wärmemenge ein Gebäude speichern kann, desto geringer wird die Temperaturerhöhung in eben diesem sein. Für den Schutz vor sommerlicher Überhitzung ist daher eine schwere Bauweise gegenüber der leichten Bauweise vorzuziehen und besser geeignet.

Die nächste Frage, die zu beantworten war, behandelte das Thema Schallschutz. Der Einbau neuer Fenster und die Dämmung der Außenfassade hatten sicherlich einen Einfluss auf das schalltechnische Verhalten des Gebäudes. Es ist allerdings nicht so sehr die Dämmung der Fassade als viel mehr die Fensterfläche und der Fenstertyp für das Schalldämmmaß verantwortlich. Ein altes Holz-Kasten-Fenster weist ein Schalldämmmaß von ca. 36 dB auf, ein neues Holz-Alu-Fenster hat ein Schalldämmmaß von ca. 40 dB.

### **Schalltechnische Veränderungen**

Hat sich **nach** der Sanierung die Lärmbelastigung (beispielsweise durch Straßen- und Verkehrslärm) verändert?

ja                       nein

wenn ja, wie sehr hat sich die Belästigung verändert

wurde besser                       ist gleich geblieben                       wurde schlechter

anderes:.....

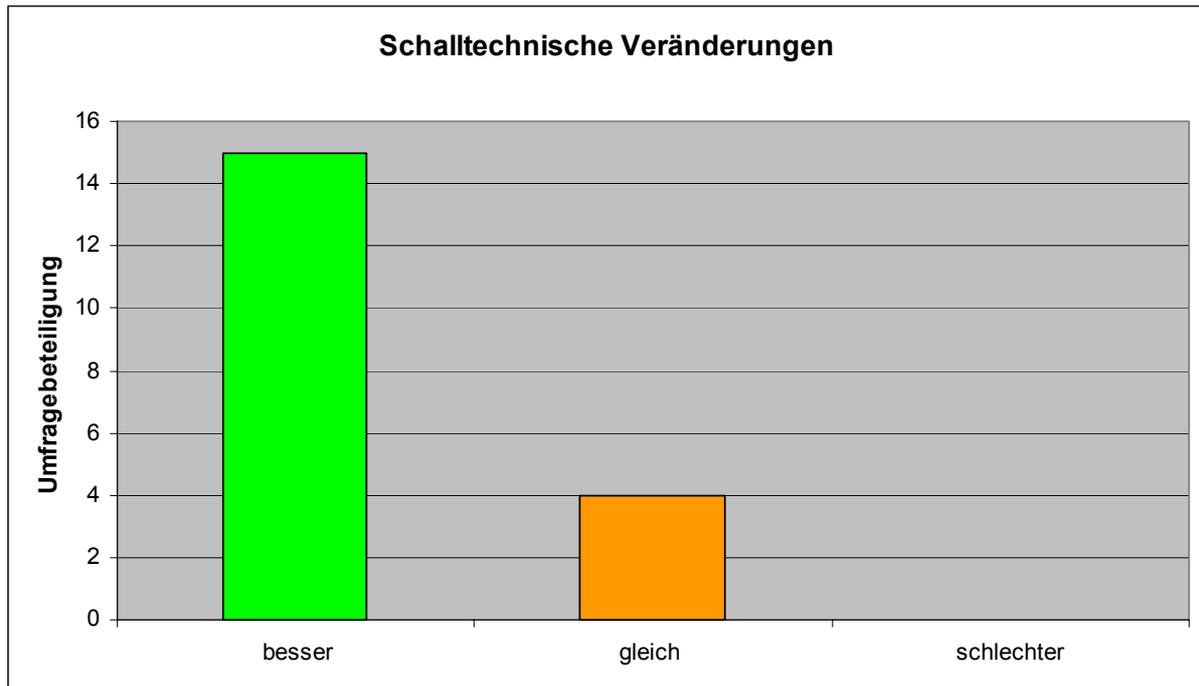


Bild 5-27: Graphische Darstellung der Veränderungen des schalltechnischen Verhaltens nach der Sanierung

Bild 5-27 zeigt, dass eine deutliche Mehrheit (78,9%) der Befragten angab, dass ihrer Meinung nach schalltechnische Verbesserungen nach der Sanierung stattgefunden haben. Dies lässt sich wie bereits erwähnt hauptsächlich auf den Fenstertausch zurückführen. Nur 21,1% meinten, dass sich nicht geändert hätte und sie auch keine Verbesserungen oder Verschlechterungen feststellen konnten. Es konnte allerdings auch kein einziger Mieter eine Verschlechterung zur Kenntnis nehmen.

Die nächste Frage ist ziemlich schwer auszuwerten, da sie nur sehr subjektiv anzusehen ist. Es sollte angegeben werden, inwieweit sich die allgemeine Behaglichkeit nach der Sanierung in den Wohnräumen geändert hat. Die Antworten dazu fielen sehr gemischt aus, was die unterschiedlichsten Gründe haben kann.

### Allgemeine Behaglichkeit

Hat sich **nach** der Sanierung die allgemeine Behaglichkeit (Raumklima, Luftfeuchtigkeit, etc.) in den Wohnräumen verändert?

ja                     nein

wenn ja, inwiefern hat es Änderungen gegeben

wurde besser             ist gleich geblieben             wurde schlechter

anderes:.....  
 .....  
 .....  
 .....

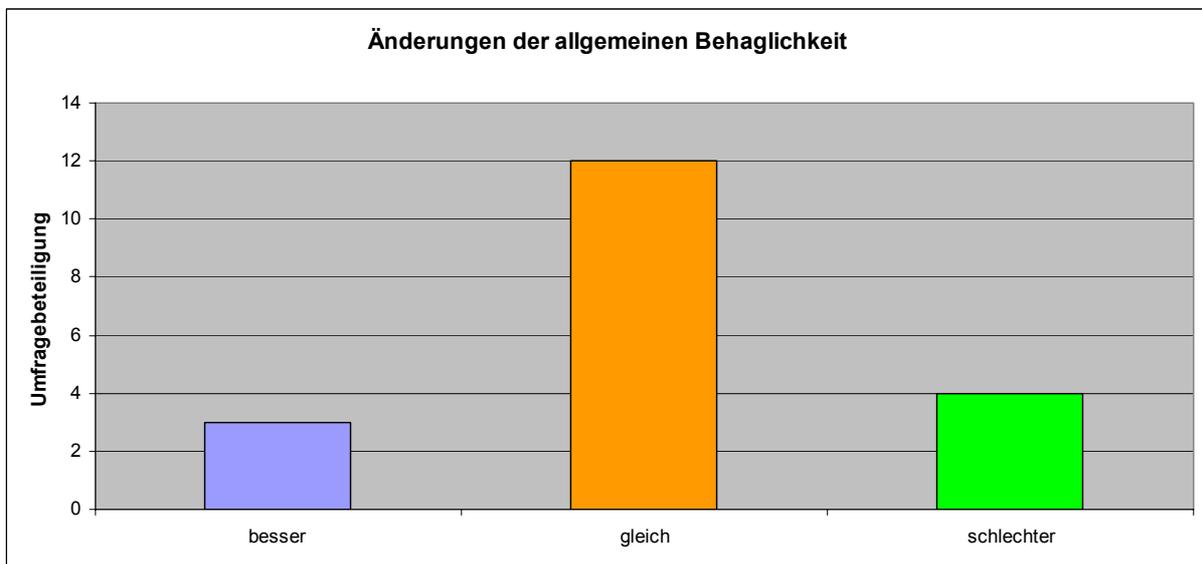


Bild 5-28: Graphische Darstellung von Veränderungen in der allgemeinen Behaglichkeit

Bild 5-28 stellt die Auswertung dieser Frage graphisch dar. Man kann erkennen, dass rund 62,2% meinten, dass sich bezüglich der allgemeinen Behaglichkeit nichts geändert hätte. 15,8% sagten, dass es sehr wohl zu einer Verbesserung gekommen ist und sie sich nun in ihren Wohnräumen wohler fühlen. Das hat einerseits mit einem besseren Wohnklima zu tun, andererseits auch mit einer Verminderung der Lärmbelästigung durch den Straßenverkehr. 21,0% der Befragten waren der Meinung, dass es zu einer Verschlechterung gekommen ist. Dieser Punkt ist allerdings durch die subjektiven Meinungen der Mieter nicht sehr aussagekräftig. So hat sich beispielsweise für 2 Parteien die allgemeine Behaglichkeit verschlechtert, da durch einen großen Neubau auf der anderen Straßenseite, kein Antennenfernsehen mehr möglich ist. Andere gaben an, dass es in der letzten Zeit zu

größeren Luftverschmutzungen gekommen ist. Auch das könnte mit der Baustelle des Neubaus zu tun haben.

Interessant war auch die Frage, wie viel Euro an Heizkosten sich die befragten Parteien durch die Sanierung ersparen können. Es sollte angegeben werden, welche Heizkosten sie vor der Sanierung zu zahlen hatten, und wie viel sie nun nach den durchgeführten Arbeiten zahlen müssen.

### **Heizkosten**

Was hatten Sie **vor** der Sanierung für monatliche Heizkosten (ungefähre Werte reichen aus)?

Vor der Sanierung: € .....

Was haben Sie **jetzt nach** der Sanierung für monatliche Heizkosten?

Nach der Sanierung: €.....

Alle der Befragten konnten eine Reduzierung der Heizkosten feststellen. Leider war es nicht möglich, von allen genaue Beträge in Erfahrung zu bringen. 15,8% konnten immerhin eine Preisersparnis von bis zu 20 € erzielen. Rund ein Viertel der an der Umfrage beteiligten Parteien (26,3%) können sich nun im Monat bis zu 35 € ersparen. 10,5% schaffen sogar eine Ersparnis von 50 € im Monat. Bild 5-29 stellt die Auswertung graphisch dar.

Die Wärmedämmung, die Dichtheit der Fenster sowie thermische Schwachstellen der Gebäudehülle (Wärmebrücken) entscheiden wesentlich über die Höhe der Heizenergie und der Heizkosten. Durch eine fachgerechte Sanierung der Gebäude können die Bewohner bis zu 50% der Heizkosten einsparen.

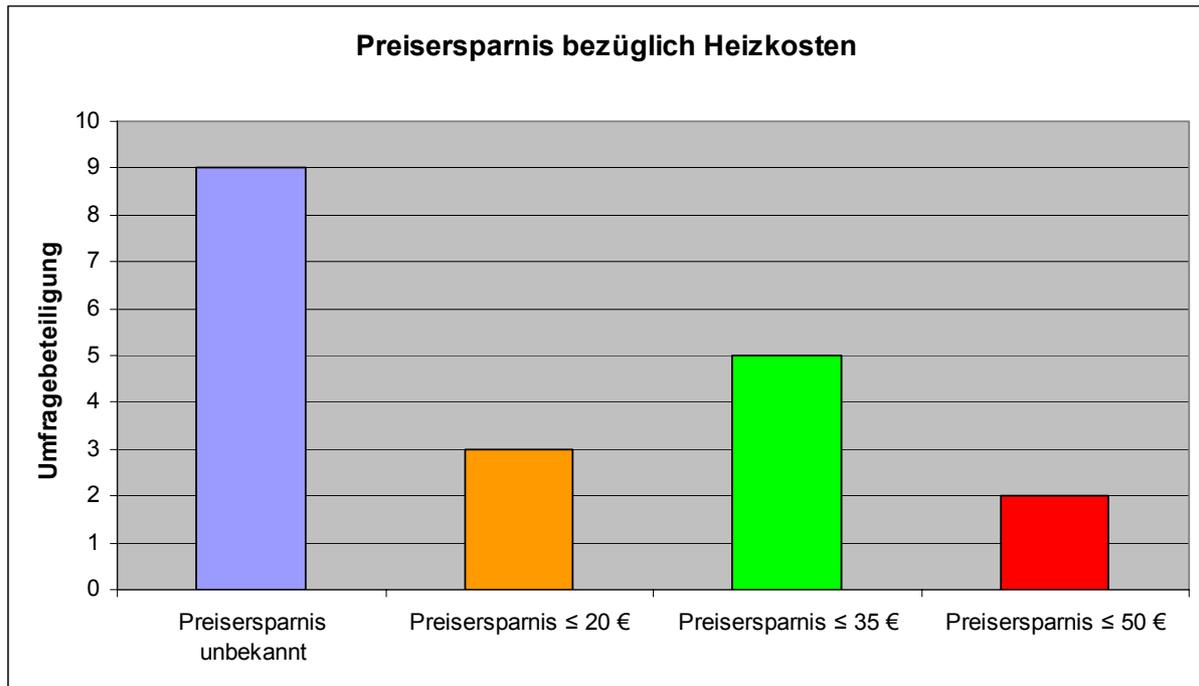


Bild 5-29: Preisersparnis bei den Heizkosten nach der durchgeführten Sanierung

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Mehrheit der Befragten deutliche Verbesserungen nach der Sanierung feststellen konnten. Die am häufigsten genannten Verbesserungen waren:

- Verringerung der Lärmbelästigung
- Senkung der Heizkosten
- angenehmere Raumtemperaturen
- Verbesserung der Schalldämmung

Nur einzelne der Mieter konnten keinerlei Verbesserungen feststellen und waren der Meinung, dass sich in ihren Augen nichts geändert hat.

## 5.8 Typische Bauschäden

Wie bereits erwähnt werden in diesem Kapitel einige typische Bauschäden genauer betrachtet. Dabei handelt es sich um Mängel, die an anderen Bauten ebenfalls vorzufinden sind, es wird jedoch jeweils nur eine Wohnhausanlage als Beispiel herangezogen.

Es soll geklärt werden, um welchen Mangel es sich in den bestimmten Fällen handelt und wie eine Sanierung desselben aussehen könnte.

Bei dem ersten Objekt handelt es sich um die Anlage Schlachthausgasse 3 in 1030 Wien. Wie auf Bild 5-30 deutlich zu erkennen ist, weist die Außenfassade dieses Wohnhauses starke Verschmutzungen auf. Weiters ist eine beginnende Algenbildung festzustellen.

Eine solche starke Verschmutzung ist meist auf einen saugfähigen und nicht wasserabweisenden Putz zurückzuführen. Durch eine dauernde Durchfeuchtung kommt es im Laufe der Zeit zu Schmutzablagerungen. Algen können ebenfalls eine schädigende Wirkung auf Bauwerke hervorrufen, da durch den Bewuchs der Feuchtehaushalt gestört und verändert werden kann. Pilze, Algen, Flechten und Bakterien können in die Gruppe der biologischen Korrosion eingeteilt werden.



Bild 5-30: Verschmutzung und beginnende Algenbildung an der Außenfassade des Objekts Schlachthausgasse3

Ein möglicher Sanierungsvorschlag beinhaltet das Reinigen der Fassade mittels Dampfstrahlen.

Tabelle 5-16: Übersicht über Sanierungsmöglichkeiten an einem Mauerwerk (Quelle: DDr. J.Dreyer, Skriptum Bauphysikalische Diagnose von Sanierungskonzepten, S60)

	<b>Reinigung</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Schutzanstrich</b>	<b>Anstrich</b>
<b>Ziegel</b>	Wasser, Dampf, schwach chem. Auslaugen	Fugensanierung, Moosbehandlung, Salzbehandlung	Siloxanimprägnierung	Siloxanfarbe, Dispersions-silikat, Acrylharzfarbe
<b>Naturstein</b>	Wasser, Dampf	Steinersatz, Fugensanierung, Moosbehandlung, Salzbehandlung	Silikonharze, Siloxanlösung, Silane	Silikatfarbe, Siloxanfarbe, Acrylharzfarbe
<b>Kalksandstein</b>	Wasser, Dampf, schwach chem. Auslagen	Fugensanierung, Moosbehandlung, Salzbehandlung	Kieselsäureester, Silikonharzlösung, Siloxanlösung	Dispersionssilikat, Silikonharzfarbe, Siloxanfarbe
<b>Gasbeton</b>	Wasser, Dampf	Fugensanierung, Rissbehandlung, Armierung	Silikonharzlösung	Dispersions-silikat, Acrylharzfarbe mit Quarzanteil
<b>Beton</b>	Dampf, Wasser, Druckbelastung, ev. Zusatz von Ameisensäure	Fugensanierung, Rissbehandlung	Silikonharzlösung, Siloxanlösung, Acrylharzlösung	Silikatfarbe, Siloxanfarbe, Acrylfarbe

Alle mechanischen Strahlverfahren können zu Schäden an den Oberflächen und eventuellem Materialabtrag führen. Es ist deshalb darauf zu achten, dass ein angemessener Strahldruck sowie das geeignete Strahlmaterial gewählt wird.

Ein weiterer Mangel an dieser Wohnhausanlage ist bei den auskragenden Balkonplatten zu finden. Bild 5-31 zeigt den Kantenausbruch an der Unterseite einer Balkonplatte. Dadurch kommt es zu einem Freiliegen der Bewehrung und zu einem damit verbundenen ungenügendem Korrosionsschutz derselben. Es ist anzunehmen, dass dieser

Kantenausbruch durch eine ungenügende Betonüberdeckung entstanden ist. Höchst wahrscheinlich kam es schon zur Karbonatisierung überlagert durch Frostschäden zufolge in die Fugen eintretendem Wasser und einem Auffrieren im Winter.



Bild 5-31: Kantenausbruch an der Unterseite einer Balkonplatte

Unter Karbonatisierung versteht man die Umwandlung von Kalziumhydrat unter zu Hilfeahme von Wasser und Luft zu Kalziumcarbonat. Diese Umwandlung ist mit einem Absinken des pH-Wertes von 13 auf 9 verbunden.

Früher war das Eindringvermögen von  $\text{CO}_2$  noch nicht ausreichend erforscht. Da  $\text{CO}_2$  wenige Zentimeter in den Beton eindringen kann, ist eine ausreichende Betondeckung von großer Bedeutung. Seit Kenntnis dieses Vorganges wurde auch die Mindestdicke der

Betondeckung immer wieder sukzessive angehoben, welche in Bild 5-32 dargestellt ist. Das ist auch der Grund, warum viele Häuser aus eben diesem Zeitraum in der Tragkonstruktion häufig Mängel aufweisen. Zu erkennen sind diese allerdings oft erst, wenn bereits Rostfahnen oder Betonabplatzungen vorhanden sind.

	Jahr	Platte und Rippendecke innen	Platte und Rippendecke außen	alle anderen Bauteile innen	alle anderen Bauteile außen	Frost-Tausalz- und Chlorid-Angriffe
DIN (laut Betonkalender)	1941	1	1,5	1,5	2	
ÖN ÖN B 4200-4	1957	1	1,5	1,5	2	
ÖN B 4200-8	1969	1	1,5	1,5	2	
ÖN B 4200-10 (Verweis auf Teil 8)	1971	1	1,5	1,5	2	
ÖN B 4200-8	1971	1	1,5	1,5	2	
ÖN B 4200-4 (Verweis auf Teil 10)	1972	1	1,5	1,5	2	
<i>(programmbedingte Zwischenzeile)</i>	1979	1	1,5	1,5	2	
ÖN B 4200-8 <sup>1)</sup>	1979	1,5	2	2	2	
ÖN B 4200-10 <sup>2)</sup>	1983	1,5	2	2	2	3,5
ÖN B 4200-2	1983	1,5	2	2	2	3,5
<i>(programmbedingte Zwischenzeile)</i>	1995	1,5	2	2	2	3,5
ÖN B 4700 <sup>3)</sup>	1995	2	3	2	3	4,5
ÖN B 4200-8 (Verweis auf ÖN B 4700)	1996	2	3	2	3	4,5

**Besonderheiten bzw. erste Erwähnung:**  
<sup>1)</sup> B 3800 (Brandschutz), chem. und mech. Angriffe  
<sup>2)</sup> Frost-Tausalz-Angriffe, Chloridangriffe; 2,5 cm im Bereich von Straßenbauten und tausalzhaltigem Sprühnebel (Ortbeton)  
<sup>3)</sup> Planmindestmaß (Baumindestmaß = Wert - 0,5 cm)

Bild 5-32: tabellarische Übersicht der Entwicklung der Betondeckung für Ortbeton (Quelle: Gamerith, Maydl – Sicherheit von Fassadenverankerungen)

Um diesen Schaden zu beheben sollte zunächst einmal die Karbonatisierungstiefe gemessen werden. Diese lässt sich leicht mit dem Phenolphthaleintest ermitteln. Dabei wird farblose Indikatorlösung auf frische Bruchstellen gesprüht. Noch alkalische Bereiche des Betons färben sich dabei dunkelrot, während keine Verfärbung auf die karbonatisierten Stellen hinweist. Danach wäre ein Reinigen mittels Hochdruckwasserstrahlen oder auch eventuell mittels Sandstrahlen wichtig. Anschließend sind lose haftende Betonteile abzuschlagen und ein Korrosionsschutz auf die Bewehrung aufzubringen. Als ein solcher Schutz ist beispielsweise ein Anstrich aufzutragen (Sanierung gemäß Önorm B 4200-6.

Nach dem Nachprofilieren der Kanten kann nach Bedarf eine Haftbrücke angebracht werden.

Weiters ist zu überprüfen, ob die Abdichtung noch intakt ist oder gegebenenfalls erneuert werden muss. Es sollte auf alle Fälle eine Bewegungsmöglichkeit im Bereich der Dehnfuge vorgesehen werden.

Bei dem zweiten Objekt handelt es sich um die Wohnhausanlage in der Pantucekgasse 9-11 im elften Wiener Gemeindebezirk. Hier liegt das Hauptproblem bei der freiliegenden Bewehrung an der Außenfassade und ist in Bild 5-33 dargestellt. Möglicherweise waren zuvor nur Rostfahnen von außen ersichtlich und man „öffnete“ die Fassade um die Ursachen festzustellen. Es ist offensichtlich, dass stellenweise eine zu geringe Betonüberdeckung vorhanden ist die Bewehrung in der Karbonatisierungszone liegt. Durch das Rosten der Bewehrung kommt es schließlich auch zu Betonabplatzungen.

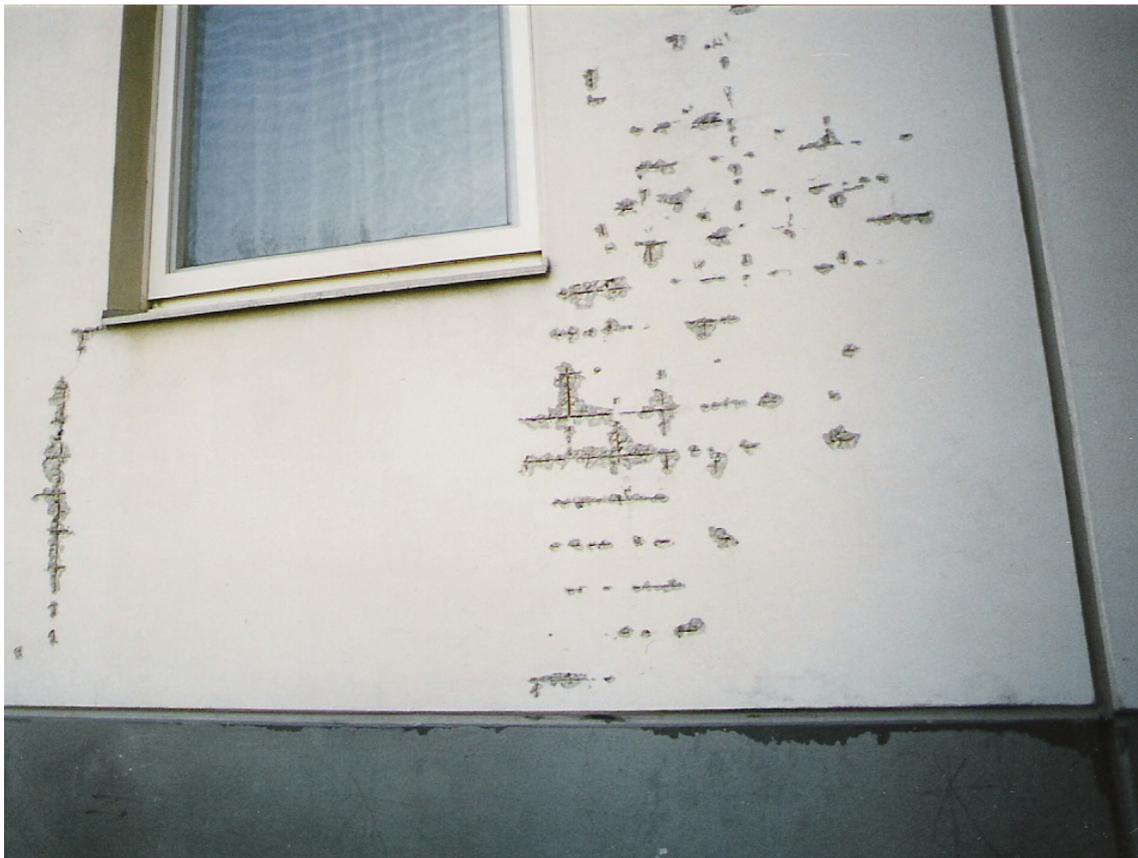


Bild 5-33: Betonabplatzungen und freiliegende Bewehrung an der Außenfassade

Eine Sanierungsvariante wäre Freilegen der gesamten Bewehrung und ein anschließendes Aufbringen eines zementgebundenen Korrosionsschutzes. Da die Außenfassade gedämmt werden soll, ist schließlich ein Vollwärmeschutz anzubringen.

Bei dem Objekt Kärchergasse 2 in 1030 Wien sind an der Außenfassade Wasserfahnen und ungleichmäßige Verschmutzungen, speziell unter den Gesimsen, festzustellen. Diese sind zwar nicht als bauliche Schäden einzustufen, fallen aber in die Kategorie optischer Mangel. Wasser ist in diesem Fall der Verursacher dieses Mangels. Einerseits hat Regen andererseits auch zentral abfließendes Wasser zu diesem Schadensbild geführt. Es kam hier wahrscheinlich zu einer Durchfeuchtung des Bauteils, ausgelöst durch mangelhafte oder ungeeignete Putze. Ein mechanischer Abtrag lockerer Bestandteile oder ein Herauslösen löslicher Komponenten ist bei diesem Objekt nicht zu beobachten.



Bild 5-34: Wasserfahnen und Verschmutzungen an der Außenfassade

Um die Verschmutzungen der Fassade zu beseitigen, kann auch in diesem Fall mit einem Dampfstrahler gearbeitet werden.

Bei dem nächsten Schaden, handelt es sich diesmal um keinen optischen Mangel, sondern um einen wirklichen Bauschaden. In Bild 5-35 ist an der Unterseite einer Balkonplatte ein bereits verspachtelter Riss zu erkennen. Da das Gebäude genau an dieser Stelle einen Knick macht, ist die Ursache des Risses vielleicht darin zu suchen. Um diesen Fehler zu beheben, eignet sich ein kraftschlüssiges Verpressen mit Epoxidharz.



Bild 5-35: Bereits verspachtelter Riss an der Balkonplattenunterseite

Das letzte Vorzeigeobjekt befindet sich in der Rochusgasse 3-5 im dritten Bezirk. Hier sind erhebliche Mängel an den Kragenscheiben, die zur Auflagerung der Waschbeton-Brüstungsplatten des Laubenganges dienen, festzustellen. Auch in diesem Fall tritt wieder Karbonatisierung ein und es ist mit einer Sprengwirkung der Bewehrung zu rechnen. Zuzufolge

korrodierter Bewehrung im fortgeschrittenen Stadium, kam es bereits zu erheblichen Abplatzungen der Betonüberdeckung (vor allem in den Eckbereichen), wie auf Bild 5-36 und Bild 5-37 zu sehen ist.



Bild 5-36: Abplatzungen der Betonüberdeckung zufolge Korrosion sowie Risse an der Unterseite des Laubenganges

Um diese Schwachstellen zu sanieren ist zunächst ein Abschlagen der losen Betonteile notwendig. Danach sollten die Stellen mit Hochdruckwasserstrahlen gereinigt werden. Es sollte untersucht werden, warum es zu diesen Abplatzungen gekommen ist. War bloß eine zu geringe Betonüberdeckung schuld daran, oder gab es doch noch andere Ursachen?



Bild 5-37: Detailansicht der Betonabplatzungen an den Kragstribünen

## 6 Schlussfolgerungen

Die Sanierung des Gebäudebestandes gewinnt immer mehr an Bedeutung und weist auch die benötigte Notwendigkeit auf. Eine thermische Sanierung bringt nicht nur eine Reduzierung des Heizwärmebedarfs und die damit verbundene Senkung der Heizkosten mit sich, sondern hat auch wesentliche Einflüsse auf den Kohlendioxidausstoß, vorhandene Wärmebrücken, die Lebensdauer eines Gebäudes und vor allem auf das allgemeine Raumklima in einem Wohnhaus. Durch geeignete Maßnahmen sind CO<sub>2</sub>-Einsparungen bis zu 65% gegenüber dem Bestand möglich, sowie eine Einsparung der Heizkosten von bis zu 50%. Typische Wärmebrückenbereiche wie beispielsweise auskragende Balkonplatten können durch das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems beseitigt werden.

Immer wieder sind in Wohnungen Schimmelpilz und Kondensation vorzufinden. Die Entstehungsursachen sind oft unterschiedlichster Natur. Zum einen spielt sicherlich das Lüftungsverhalten der Bewohner eine wichtige Rolle, zum anderen hängt es aber auch von klimatischen Einflussfaktoren ab. Eine zu geringe Innenoberflächentemperatur kann beispielsweise Kondensat oder Schimmelpilz verursachen. Durch geeignete Dämmmaßnahmen kann diesem Zustand entgegengewirkt werden.

Sanieren kostet Geld und aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass richtig gedämmt wird und das "Preis-Leistungsverhältnis" stimmt. Das richtige Dämmmaterial und die geeigneten Dicken spielen dabei die wesentliche Rolle. So können zum Beispiel ab einer gewissen Dämmstoffstärke kaum noch Reduktionen des Heizwärmebedarfs erzielt werden, die die Mehrkosten auf Grund der erhöhten Materialdicke rechtfertigen würden.

Die Frage nach der Amortisation der, in die Sanierung, getätigten Investition ist eng mit der Frage nach der Wirtschaftlichkeit verbunden. Die Berechnungen der Amortisationsjahre haben gezeigt, dass sich die Investitionen der meisten Objekte innerhalb von 10-18 Jahren amortisieren und daher wirtschaftlich vertretbar sind.

Die Stadt Wien fördert thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen im Zuge des Klimaschutzprogramms der Stadt Wien. Dieses Programm wurde im Zuge der Verpflichtung Österreichs zu einer Reduktion der Treibhausgase entwickelt und wird seit einigen Jahren umgesetzt. Dieses Förderprogramm für Sanierungsmaßnahmen hat sich in der letzten Zeit sicherlich bewährt. Denn wie durch die Berechnungen in der Arbeit gezeigt worden ist, haben die Sanierungsmaßnahmen viel dazu beigetragen unter anderem den Heizwärmebedarf, die Heizkosten und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren. Durch dieses

Programm wird ein wesentlicher Beitrag zum Erreichen der Kyoto-Ziele und der damit festgelegten Bedingungen geleistet.

Die energetische Sanierung stellt den Beitrag zum ganzheitlichen Bauen. Das setzt allerdings voraus, dass energetische Maßnahmen geplant werden, um die Synergieeffekte

- Energieeinsparung
- Emissionsminderung
- Betriebskostenreduzierung
- ökologische Belange
- Erhöhung der Behaglichkeit,
- Schutz der Gesundheit sowie
- Erhöhung der Restlebensdauer der Gebäude

optimal nutzen zu können. Dabei sind sowohl die wirtschaftlichen wie die klimatischen Randbedingungen von besonderer Bedeutung.

## 7 Abbildungsverzeichnis

Bild 2-1: Index-Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel (Quelle: Umweltbundesamt, Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2004).....	12
Bild 2-2: Zielvorgaben für CO <sub>2</sub> -Emissionen für einige Länder.....	12
Bild 2-3: Die 5 Handlungsfelder und die 36 Maßnahmenprogramme des Klimaschutzprogrammes (Quelle: KliP der Stadt Wien).....	24
Bild 2-4: Verteilung der Endenergie in privaten Haushalten.....	26
Bild 2-5: Bauteilzuordnung für Heizwärmebedarfsberechnungen THEWOSAN (Quelle: Prof. DI Otto Kucera).....	34
Bild 2-6: Graphische Darstellung der Teile des Leitfadens „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ (Quelle: OIB-Leitfaden 2.5 genommen aus DIN V 18599).....	37
Bild 3-1: Graphische Darstellung der nachfolgenden Untersuchungen.....	39
Bild 3-2: Gegenüberstellung der Energiekennzahlen vor und nach der Sanierung.....	42
Bild 3-3: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1950-59.....	46
Bild 3-4: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1960-69.....	47
Bild 3-5: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1970-79.....	47
Bild 3-6: Wohnhausanlage in der Studenygasse, Baujahr 1966-1968 (Foto: J.Maydl).....	48
Bild 3-7: Wohnhausanlage in der Thürnlnhofstraße 20-24, Baujahr 1970-1972.....	49
Bild 3-8: Kohlendioxidemissionen (in Tonnen) nach Verwendungszwecken und Energieträgern (1995), (Quelle: Perspektiven- Klimaschutz in Wien: Kohlendioxidemissionen in Wien – 1998).....	56
Bild 3-9: Südansicht (Stiege 6); Darstellung der Punkte für eine Wärmebrücken berechnung.....	62
Bild 3-10: Graphische Darstellung des Schichtaufbaus für eine Balkondämmung mit XPS ..	63
Bild 3-11: Graphische Darstellung des Schichtaufbaus mit einer Dämmung an der Plattenoberseite.....	63
Bild 3-12: Fragebogen für eine Mieterbefragung im Objekt Schlachthausgasse 39.....	66
Bild 5-1: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1950-59.....	73
Bild 5-2: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1960-69.....	73
Bild 5-3: Verwendete Aufbauten in den Jahren von 1970-79.....	74
Bild 5-4: Abhängigkeit des HWB von Baujahr und Bauweise.....	75
Bild 5-5: Reduktionspotenzial des Heizwärmebedarfs bei verschiedenen Bauweisen.....	76
Bild 5-6: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei vorhandener Kellerdeckendämmung.....	78
Bild 5-7: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei zunehmender Außen- dämmung.....	79
Bild 5-8: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei zunehmender Dämmung der obersten Geschoßdecke.....	80
Bild 5-9: Graphische Darstellung des Verlaufs der EKZ bei gegebener Kellerdeckendämmung und variierender Außendämmung.....	81
Bild 5-10: Kosten für Dämmmaterial (Dämmstoff + Material) in €/m <sup>2</sup> .....	83
Bild 5-11: Reine Dämmstoffkosten (nach Abzug der Kosten, die unabhängig von der thermischen Sanierung anfallen) in €/m <sup>2</sup> .....	84
Bild 5-12: CO <sub>2</sub> -Emissionen aller Objekte für drei Heizungsvarianten.....	91
Bild 5-13: CO <sub>2</sub> -Einsparung in t/a dreier Heizungsvarianten.....	92
Bild 5-14: Kosten je eingesparter Tonne CO <sub>2</sub> unterteilt in Fernwärme, Gas und Öl.....	94
Bild 5-15: Amortisationszeiten 14 ausgewählter Objekte.....	98
Bild 5-16: Aufbau der Konstruktion mit einer Ziegel-Außenwand.....	99

Bild 5-17: Temperaturverlauf an der Innenoberfläche der Wandkonstruktion (Ziegel).....	100
Bild 5-18: Temperaturverlauf an der Innenoberfläche der Wandkonstruktion (Vibrostein 38cm) .....	103
Bild 5-19: Temperaturverlauf an der Innenoberfläche und in der Wandkonstruktion (Ziegel) bei einer Dämmung der Balkonplatte mit XPS.....	104
Bild 5-20: Temperaturverlauf in der Konstruktion (Ziegel 38cm) bei einer oberseitigen Dämmung des Balkons.....	105
Bild 5-21: Temperaturverlauf in der Konstruktion (Vibrostr. 38cm) bei einer oberseitigen Dämmung des Balkons.....	106
Bild 5-22: Temperaturverlauf in einer Ziegelwand im Bestand.....	107
Bild 5-23: Temperaturverlauf in der Wandkonstruktion (Ziegel) mit 10cm Außendämmung und Mosaik.....	108
Bild 5-24: Auswertung über das Vorhandensein von Schimmelpilz .....	110
Bild 5-25: Darstellung der Befragung bezüglich einer vermehrten Fensterlüftung.....	111
Bild 5-26: Graphische Darstellung des Temperaturverhaltens in den Sommermonaten .....	112
Bild 5-27: Graphische Darstellung der Veränderungen des schalltechnischen Verhaltensnach der Sanierung.....	114
Bild 5-28: Graphische Darstellung von Veränderungen in der allgemeinen Behaglichkeit ..	115
Bild 5-29: Preisersparnis bei den Heizkosten nach der durchgeführten Sanierung.....	117
Bild 5-30: Verschmutzung und beginnende Algenbildung an der Außenfassade des Objekts Schlachthausgasse3.....	118
Bild 5-31: Kantenausbruch an der Unterseite einer Balkonplatte.....	120
Bild 5-32: tabellarische Übersicht der Entwicklung der Betondeckung für Ortbeton (Quelle: Gamerith, Maydl – Sicherheit von Fassadenverankerungen).....	121
Bild 5-33: Betonabplatzungen und freiliegende Bewehrung an der Außenfassade .....	122
Bild 5-34: Wasserfahnen und Verschmutzungen an der Außenfassade.....	123
Bild 5-35: Bereits verspachtelter Riss an der Balkonplattenunterseite.....	124
Bild 5-36: Abplatzungen der Betonüberdeckung zufolge Korrosion sowie Risse an der Unterseite des Laubenganges .....	125
Bild 5-37: Detailansicht der Betonabplatzungen an den Kragenscheiben .....	126

## 8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Einteilung der Gebäude nach der Bauperiode (Quelle: Statistik Austria, Gebäude- und Wohnungszählung 2001, Hauptergebnisse Wien).....	10
Tabelle 2-2:	Gesamtübersicht über die dem inländischen Markt zugeführte Energie 2003 (Quelle: Statistik Austria).....	15
Tabelle 2-3:	Energieeinsatz der Haushalte im Jahr 1999/2000 .....	16
Tabelle 2-4:	Entwicklung des Energiepreisindex – Energiepreise für Haushalte (1986-2005).....	17
Tabelle 2-5:	Ist-Emissionen und Trend-/Zielwerte für 2010 nach Emissionsquellen in Mio Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent pro Jahr (Quelle: nationale Klimastrategie für Österreich) .....	19
Tabelle 2-6:	Förderungsgelder je m <sup>2</sup> Nutzfläche.....	30
Tabelle 2-7:	Gegenüberstellung des alten OIB-Leitfadens mit dem neuen OIB-Leitfaden .....	38
Tabelle 3-1:	Übersicht der 38 Objekte .....	41
Tabelle 3-2:	Übersicht über den Status und die Sanierungskosten der Objekte .....	43
Tabelle 3-3:	Übersicht der bewilligten bzw. eingereichten geförderten Sanierungsmaßnahmen.....	44
Tabelle 3-4:	Überblick über die Sanierungsvorschläge der 38 Objekte .....	50
Tabelle 3-5:	Gängige Dämmstoffdicken für bestimmte Aufbauten.....	49
Tabelle 3-6:	Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Kellerdeckendämmung auf die EKZ [kWh/m <sup>2</sup> a].....	51
Tabelle 3-7:	Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Erhöhung der Außendämmung auf die EKZ [kWh/m <sup>2</sup> a].....	52
Tabelle 3-8:	Einfluss der Dämmstoffdicke der obersten Geschoßdecke auf die EKZ [kWh/m <sup>2</sup> a].....	52
Tabelle 3-9:	Einfluss der Außendämmung mit konstanter Kellerdeckendämmung auf die EKZ [kWh/m <sup>2</sup> a].....	53
Tabelle 3-10:	Kenndaten von Heizungsanlagen .....	58
Tabelle 3-11:	Schadensbilder an auserwählten Objekten.....	69
Tabelle 4-0-1:	Überblick über die wärmetechnischen, energetischen und wirtschaftlichen Daten.....	71
Tabelle 5-1:	Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Kellerdeckendämmung auf die EKZ [kWh/m <sup>2</sup> a].....	77
Tabelle 5-2:	Einfluss der Dämmstoffdicke bei einer Erhöhung der Außendämmung auf die EKZ [kWh/m <sup>2</sup> a].....	79
Tabelle 5-3:	Variation der Dämmstoffdicke bei einer Erhöhung der Dämmung der obersten Geschoßdecke .....	80
Tabelle 5-4:	Variation der Außendämmung mit konstanter Kellerdeckendämmung .....	81
Tabelle 5-5:	Übersicht über die Dämmstoffpreise.....	82
Tabelle 5-6:	Berechnung der CO <sub>2</sub> -Einsparung bei einem Anschluss an die Fernwärme....	86
Tabelle 5-7:	Vereinfachte Berechnung der CO <sub>2</sub> -Einsparung und des CO <sub>2</sub> -Ausstosses bei Verwendung von Fernwärme .....	88
Tabelle 5-8:	CO <sub>2</sub> -Ausstoss und CO <sub>2</sub> -Einsparung bei Verwendung eines Gaskessels als Heizungssystem.....	89
Tabelle 5-9:	CO <sub>2</sub> -Ausstoss und CO <sub>2</sub> -Einsparung bei Verwendung eines Ölkessels als Heizungssystem.....	90
Tabelle 5-10:	Kosten je eingesparter Tonne CO <sub>2</sub> bei einem Anschluss an die Fernwärme .....	92
Tabelle 5-11:	Kosten je eingesparter Tonne CO <sub>2</sub> bei Verwendung eines Gaskessels .....	93
Tabelle 5-12:	Kosten je eingesparter Tonne CO <sub>2</sub> bei Verwendung eines Ölkessels .....	93

---

Tabelle 5-13: Amortisationsjahre unter Verwendung der Gesamtsanierungskosten .....	96
Tabelle 5-14: Amortisationsberechnung unter Verwendung der reinen Dämmkosten.....	97
Tabelle 5-15: Koeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells zur Bestimmung der Monatsmittel der Lufttemperatur für die Temperaturregion Nord (Quelle: ON B 8110-2).....	101
Tabelle 5-16: Übersicht über Sanierungsmöglichkeiten an einem Mauerwerk (Quelle: DDR. J.Dreyer, Skriptum Bauphysikalische Diagnose von Sanierungskonzepten, S60).....	119

## 9 Literaturverzeichnis

Nr.	Autor	Titel, Verlag, Auflage, Ort, Jahr
/1/	Allplan GmbH	Vortrag Klimaschutz
/2/	Bau- und Wohnforschung	Erarbeitung kostengünstiger ökologischer Maßnahmen im Gebäudebestand, ifB Forschungsbericht, Fraunhofer IRB Verlag, Hannover, März 2000
/3/	Benzer, R.; Mayer, H.; Schwarz, G.	Konzept zur Finanzierung von Althausanierungen aus Heizkostensparnissen am Beispiel der Stadt Ternitz (NÖ) ifip-TU, Jg. 26, Heft 1-2/2000, Seite 1-5
/4/	Bisle, H.	Betonsanierungs-Systeme-praxiserprobt, Bauverlag GmbH
/5/	Dreyer, J.	Skriptum Bauphysikalische Bewertung von Sanierungskonzepten TU-Wien
/6/	Dreyer, J.	Skriptum Bauphysikalische Diagnose TU-Wien
/7/	Dreyer, J.	Skriptum Bautechnischer Feuchteschutz TU-Wien, Sommersemester 1998
/8/	Dreyer, J.	Skriptum Bautechnischer Wärmeschutz TU-Wien, Sommersemester 1998
/9/	Faninger, G.	Energieausweis der Gebäude – Rechenprogramm zur Abschätzung des Heizwärme- und Brennstoffbedarfs von Gebäuden, Abschnitt 1 Klagenfurt, August 2001
/10/	Faninger, G.	Energieausweis der Gebäude – Rechenprogramm zur Abschätzung des Heizwärme- und Brennstoffbedarfs von Gebäuden, Abschnitt 2 Klagenfurt, August 2001
/11/	Fellhuber, K.-J.	Wärmedämmung – Umweltschutz der sich rechnet Österreichische Bauwirtschaft, Nr.9 (1998), Seite 18-20
/12/	Gamerith, H.; Maydl, P.	Ökonomisch-ökologische Optimierung vorhängter Fassaden – Planungsgrundsätze, Schlussbericht zum 1. Forschungsjahr Wien, Juli 2003
/13/	Gamerith, H. Maydl, P.; Sternad, B.	Sicherheit von Fassadenverankerungen, Teil 1: Sachstandsbericht Graz, Linz, Wien, Oktober 1999
/14/	Gösele K.; Schüle W.	Schall, Wärme, Feuchtigkeit Bauverlag, 3.Auflage, Berlin, 1973
/15/	Gugele, B.; Rigler, E.; Ritter, M.	Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2004 (Datenstand 2006) Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2006
/16/	Huberty, J.M.	Fassaden in der Witterung Beton-Verlag, Düsseldorf, 1983
/17/	Hüttler, W.	EU-Gebäuderichtlinie und Energieausweis – Umsetzung und Auswirkungen Vortrag am Kongress „Ausgezeichnete Gebäude“ am 17.2.2005
/18/	Hüttler, W.	Neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“

		Februar 2003
/19/	Hüttler, W.; Hofer, G.; Lang, G.; Leutgöb, K.	EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“, Stand der Umsetzung in Österreich Energy, 4/2004, Seite 34-35
/20/	Hüttler, W.; Hofer, G.; Leutgöb, K.	EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“, Stand der Umsetzung in Österreich Energy, 4/2005, Seite 26-29
/21/	Jacob, M.; Mosbacher, R.	Rentabler Wärmeschutz tec21, 5/2005, Seite 12-13
/22/	Kaiser, P.	Balkone im Bestand Der Zimmermann, Jg. 73, 3/2006, Seite 10-12
/23/	Klopfer H.	Anstrichschäden – Strukturen, Verhaltensweisen und Schadensformen von Anstrichen und Kunststoffbeschichtungen Bauverlag GmbH, 1.Auflage, Wiesbaden und Berlin, 1976
/24/	Künzel, H.	Außenputz – Untersuchungen, Erfahrungen, Überlegungen Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2003
/25/	Künzel, H.	Bauphysik – Geschichte und Geschichten Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2002
/26/	Lang, G.	Die EU-Gebäuderichtlinie – Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden Vortrag: Energiegespräche am 10.6.2003
/27/	Maydl, P.	Heizwärmebedarfsberechnungen für diverse Wohnhausanlagen für Wiener Wohnen, Wien 2000-2006
/28/	Millmann-Pichler, G.	Wohnen in Wien – klima- und umweltgerecht Perspektiven, 3/2006, Seite 35-38
/29/	Mötzl, H.	Verträgliche Materialien für die Sanierung Konstruktiv, Heft 252, November/Dezember 2005, Seite 38-39
/30/	OIB	Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ Version 2.5, 17.10.2006
/31/	Pfeiffer M.	Sanierung von 60er und 70er Jahre Bauten – Spezifische Konstruktionsmerkmale, Schadensbilder und Sanierungsmaßnahmen Forum Verlag Herkert, Februar 2006
/32/	Pöschk, J.	Energieeffizienz in Gebäuden – Jahrbuch 2006; vme – Verlag und Medienservice Energie, Berlin, März 2006
/33/	Ross, H.; Stahl, F.	Handpuch Putz – Stoffe, Verarbeitung, Schadensvermeidung Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 1992
/34/	Rusam, H.	Anstriche und Beschichtungen im Bauwesen Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2004
/35/	Sassning, M.	Energetische Sanierung des Bestandes Bundesbaublatt, Jg. 54, 9/2005, Seite 45-47
/36/	Schild, K.; Weyers, M.	Handbuch Fassadendämmsysteme Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2003
/37/	Schneider, U.	Skriptum Bausanierung – Wiener Baustofflehre Blätter 3.Auflage, Wien, November 2001
/38/	Schrattenecker, G.	Wirtschaftlichkeit der Wärmedämmung eines Zubaus zu einem Ein-

		familienhaus unter Berücksichtigung des Einflusses von Wärmebrücken ifip-TU, Jg. 26, Heft 1-2/2000, Seite 6-14
/39/	Statistik Austria	Statistisches Jahrbuch, Wien 2006
/40/	Strobl, K.	Thermische Sanierung: ÖVP will neues Steuermodell Bauzeitung, 40/2003, Seite 6-7
/41/	Trojan, M.	Sanierung aus der Sicht der Förderung Bauzeitung, 16/2005, Seite 50-51
/42/	Venzmer, H.	Abdichtung, Feuchtigkeit, Sanierung; Huss-Medien Verlag, Rostock, November 2005
/43/	Venzmer, Rico	Der Gebäudeberater, Jahrbuch 2006; Huss-Medien Verlag, 1. Auflage
/44/	Wohnfond Wien	Ein Leitfaden zur Sanierungsförderung nach dem Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz und den letztgültigen Landesverordnungen 11.Auflage, Wien, Juni 2005
/45/	Zürcher C.; Frank, T.	Bauphysik – Bau und Energie, Leitfaden für Planung und Praxis Hochschulverlag AG an der ETHZ, Zürich, 2007
/46/		Energetische Modernisierung: Aktiv – passiv Intelligente Architektur/AIT Spezial, Nr. 52 (2005), Seite 18-20
/47/		Sanierungskonzepte für mehrgeschossige Wohnbauten aus den 60er Jahren IBOMagazin, 4/04, Seite 23-26
/48/		Energetische Sanierung von 3 Mehrfamilienhäusern Bauen im Bestand, Jg. 105, 8/2006, Seite 74-76
/49/		Klimastrategie – Schwerpunkt „Thermische Sanierung“ Bauzeitung, 18/2003, Seite 40-41
/50/		Thermische Sanierung – Neuerungen im Vollwärmeschutz Bauzeitung, 10/2003, Seite 14-15
/51/		Die EU-Gebäuderichtlinie und ihre Umsetzung in Österreich Zeitschrift d. Energieverwertungsagentur, Nr. 2/2003
/52/		Energy 1/2006; Zeitschrift der österreichischen Energieagentur
/53/		Energieoptimiertes Bauen (ENOB) 3. EnSan-Symposium, 22.-23.3.2006, Stuttgart
/54/	Kommission der Europäischen Gemeinschaften	Grünbuch – Eine europäische Strategie für eine nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie, Brüssel, März 2006
/55/		Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2006, vom 3.8.2006, Teil 1 Energieausweis-Vorlage-Gesetz – EAVG
/56/		Amtblatt d. Europäischen Gemeinschaften; Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
/57/	ÖN B 2259	Herstellung von Außenwand-Wärmedämmverbundsystemen, Werkvertragsnorm

		Ausgabe: 1999-05-01
/58/	ÖN B 4200-5	Fertigteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton und daraus hergestellte Tragwerke für vorwiegend ruhende Belastung Ausgabe: 1979-12-01
/59/	ÖN B 8110-2	Wärmeschutz im Hochbau, Wasserdampfdiffusion und Kondensationschutz Ausgabe: 2003-07-01
/60/		Klimaschutzprogramm der Stadt Wien <a href="http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/klip/download.htm">http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/klip/download.htm</a>
/61/		Nationale Klimastrategie für Österreich <a href="http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/Nationale_Klimastrategie_fuer_Oesterreich.doc">http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/Nationale Klimastrategie fuer Oesterreich.doc</a> letzter Zugriff: 2.4.2007
/62/		Gebäudequalität und Klimaschutz <a href="http://www.energyagency.at/projekte/wohnmodern_ka.htm">http://www.energyagency.at/projekte/wohnmodern_ka.htm</a> letzter Zugriff: 30.8.2006
/63/		Forum Energieausweis <a href="http://www.energyagency.at/projekte/energieausweis.htm">http://www.energyagency.at/projekte/energieausweis.htm</a> letzter Zugriff: 30.8.2006
/64/		Der neue Energieausweis: „Typenschein“ für alle Gebäude <a href="http://www.klimaaktiv.at/article/archive/11970/">http://www.klimaaktiv.at/article/archive/11970/</a> letzter Zugriff: 30.8.2006
/65/		Allgemeine Informationen zum Energieausweis <a href="http://www.energyagency.at/(de)/projekte/energieausweis_allg.htm">http://www.energyagency.at/(de)/projekte/energieausweis_allg.htm</a> letzter Zugriff: 30.8.2006
/66/		Umsetzung des Energieausweises nach EU Gebäuderichtlinie in Österreich <a href="http://www.energyagency.at/projekte/energieausweis_umsetz.htm">http://www.energyagency.at/projekte/energieausweis_umsetz.htm</a> letzter Zugriff: 30.8.2006
/67/		Neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ <a href="http://www.energyagency.at/service/geaeude_rl.de.htm">http://www.energyagency.at/service/geaeude_rl.de.htm</a> letzter Zugriff: 13.10.2006
/68/		Neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ <a href="http://www.e-control.info/featured/eu_richtlinie.php">http://www.e-control.info/featured/eu_richtlinie.php</a> letzter Zugriff: 3.9.2006
/69/		Das Kyoto-Protokoll, Artikel vom 10.2.2005 <a href="http://derstandard.at/druck/?id=1947334">http://derstandard.at/druck/?id=1947334</a> letzter Zugriff: 21.4.2006
/70/		Kyoto-Protokoll in Kraft <a href="http://www.umweltbundesamt.at/presse/lastnews/newsarchiv_2005/news050216">http://www.umweltbundesamt.at/presse/lastnews/newsarchiv_2005/news050216</a> letzter Zugriff: 21.4.2006
/71/		Entwicklung des EPI – Jahreswerte 1986-2005 <a href="http://www.energyagency.at/(print)/enz/epi/ew-epi.htm">http://www.energyagency.at/(print)/enz/epi/ew-epi.htm</a> letzter Zugriff: 13.10.2006
/72/		Was man unter Klimaschutz versteht <a href="http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/warum.htm">http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/warum.htm</a>

		letzter Zugriff: 13.10.2006
/73/		Treibhauseffekte <a href="http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/treibhauseffekt.htm">http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/treibhauseffekt.htm</a> letzter Zugriff: 14.10.2006
/74/		Ozon, CO <sub>2</sub> und FCKW <a href="http://www.wien.gv.at/wua/o3co2u96.htm">http://www.wien.gv.at/wua/o3co2u96.htm</a> letzter Zugriff: 17.10.2006
/75/		Kohlendioxidemissionen in Wien <a href="http://www.energyagency.at/(de)/klip/perspektiven/beitrag01.htm">http://www.energyagency.at/(de)/klip/perspektiven/beitrag01.htm</a> letzter Zugriff: 3.3.2007
/76/		Das Passivhaus – das Haus mit Zukunft <a href="http://www.igpassivhaus.at/ziele1.htm">http://www.igpassivhaus.at/ziele1.htm</a> letzter Zugriff; 21.4.2006
/77/		Thewosan – Thermisch-Energetische WOHNhausSANierung Wohnfond-Wien, Juni 2005 <a href="http://www.wohnfonds.wien.at">www.wohnfonds.wien.at</a> letzter Zugriff: 15.8.2006
/78/		Wohnfond Wien, Thewosan-Sanierungskonzept; Stand 1.3.2005 <a href="http://www.wohnfonds.wien.at">www.wohnfonds.wien.at</a> letzter Zugriff: 15.8.2006
/79/		Wohnfond Wien, Thewosan-Verfahrensablauf; Stand 24.5.2005 <a href="http://www.wohnfonds.wien.at">www.wohnfonds.wien.at</a> letzter Zugriff: 15.8.2006
/80/		Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus – Über die Machbarkeit ehrgeiziger Klimaschutzziele im Gebäudebestand von Wohnungsunternehmen <a href="http://www.iwu.de/datei/vomaltbauzumneh.pdf">www.iwu.de/datei/vomaltbauzumneh.pdf</a> letzter Zugriff: 3.3.2007
/81/		Evaluation – Energiesparoffensive Gemeindebauten <a href="http://www.energie-tirol.at">www.energie-tirol.at</a> letzter Zugriff: 2.3.2007
/82/		Enzyklopädie <a href="http://www.wikipedia.de">www.wikipedia.de</a>
/83/		Klima in Gefahr? Die wichtigsten Fragen zur CO <sub>2</sub> -Problematik Autotouring 3/2007, Seite 8-14
/84/		<a href="http://www.eeg.tuwien.ac.at/publications/pdf/SCH_PRE_2006_01.pdf">http://www.eeg.tuwien.ac.at/publications/pdf/SCH_PRE_2006_01.pdf</a>