

# Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit

Investitions- und Nutzungskosten  
in Wohngebäuden gemeinnütziger Bauvereinigungen  
unter besonderer Berücksichtigung  
energetischer Aspekte

ÖSTERREICHISCHER VERBAND  
GEMEINNÜTZIGER BAUVEREINIGUNGEN



Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit

ISBN 978 - 3 - 200 - 03322 -1

Printed in Austria

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers/Medieninhabers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Herausgeber/Medieninhaber:

Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen – Revisionsverband,  
1010 Wien, Bösendorferstraße 7/2  
Oktober 2013

Verfasserin: Eva Bauer

Mitwirkung und Beratung: Tatjana Weiler, Technischer Ausschuss  
des Österreichischen Verbandes gemeinnütziger Bauvereinigungen – Revisionsverband

Gestaltung: Wolfgang Stocker GmbH,  
1050 Wien, Bräuhausgasse 32  
Druckerei: Wograndl Druck GmbH,  
7210 Mattersburg, Druckweg 1

## **INHALT**

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1. Einleitung zu Gegenstand und Methode</b>	<b>8</b>
1.1 Ziel der Untersuchung	
1.2 Rahmenbedingungen: Energieverbrauch und Ausgaben für Energie	
1.3 Zur aktuellen umwelt- und energiepolitischen Diskussion und ihrer Bedeutung für die (gemeinnützige) Wohnungswirtschaft	
1.4 Zum Stellenwert des vorliegenden Vorhabens in der bisherigen Forschung	
<b>2. Stichprobe, Erhebung, Datenerfassung und –verarbeitung</b>	<b>15</b>
2.1 Stichprobe – Repräsentativität	
2.2 Datenerhebung, Auswertung	
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>17</b>
3.1 Beschreibung der Stichprobe nach Baualter und energetischer Qualität	
3.2 Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasseraufbereitung	
3.2.1 Energetische Einstufung der Gebäude und Typenbildung	
3.2.2 Bezugsflächen	
3.2.3 Messung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser	
3.2.4 Energieverbrauch Heizung und Warmwasser – Ergebnisse	
3.2.4.1 Beurteilung der Ergebnisse für Neubauten	
3.2.4.2 Energieverbrauch in sanierten Gebäuden	
3.2.5 Energieverbrauch für Hilfsstrom	
3.2.6 Erträge aus Solaranlagen	
3.3 Laufende Kosten: Energie und Wartung	
3.3.1 Laufende Kosten für Heizung und Warmwasseraufbereitung	
3.3.2 Kosten für Hilfsenergie	
3.3.3 Solarkomponente	
3.3.4 Wartungskosten für Lüftungsanlagen	
3.3.5 Laufende Kosten gesamt	
3.4 Investitionskosten Neubau	
<b>4. Analyse: Gesamtkosten</b>	<b>42</b>
4.1 Berechnung der Lebenszykluskosten im Neubau: Investitionskosten + laufende Kosten	
4.1.1 Modell A - Lebenszykluskosten	
4.1.2 Modell B – Umrechnung Investitionskosten in laufende Miete	
4.2 Sanierung - Gegenüberstellung von Effekten und Kosten	
<b>5. Exkurs Sanierungsmaßnahmen - Instandsetzungszyklen, Typen der Sanierung</b>	<b>47</b>
<b>6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b>	<b>49</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>
<b>Anhang: Tabellen Verbrauch nach Bauperiode, Typ</b>	<b>53</b>

# Vorwort

Die vorliegende Analyse beruht auf einer Initiative des Österreichischen Verbandes gemeinnütziger Bauvereinigungen – Revisionsverband. Anlass war das Anliegen, mit den den gemeinnützigen Bauvereinigungen zur Verfügung stehenden Daten und Erfahrungen eine Lücke in der Wohnbauforschung zu schließen und damit auch einen Beitrag in der aktuellen Diskussion um Standards in Neubau und Sanierung zu leisten.

Die Studie wurde unter Leitung von Frau Mag. Eva Bauer und Mitarbeit von Frau Mag. Tatjana Weiler aus dem Verbandsbüro durchgeführt. Konzeption der Untersuchung und Teile der Datenauswertung erfolgten in Kooperation mit einem Team der e7-Energy-Markt-Analyse-GmbH, das mit einer ähnlichen Fragestellung befasst war. Der Technische Ausschuss des Verbandes war in beratender Funktion ebenfalls in die Erstellung der Studie eingebunden.

Zu danken ist den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern jener Bauvereinigungen, die durch die Bereitstellung von Material und Auskünften wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Der vorliegende Bericht wurde von Mag. Eva Bauer verfasst, die auch die inhaltliche Verantwortung dafür trägt. Die vorgebrachten Schlussfolgerungen müssen sich nicht notwendigerweise mit den Vorschlägen und Forderungen des Österreichischen Verbandes gemeinnütziger Bauvereinigungen decken.

# Zusammenfassung

## Hintergrund der Untersuchung

Mit der vorliegenden Studie soll eine Lücke in der Wohnungsforschung geschlossen werden. Sie hat die Berechnung von Investitions- und Nutzungskosten sowie den Vergleich und die Beurteilung der Kosteneffizienz von Gebäuden unterschiedlicher energetischer Qualität in Neubau und Sanierung zum Gegenstand. Grundlage dafür bilden Informationen über Investitions- und Betriebskosten von Gebäuden gemeinnütziger Bauvereinigungen Österreichs.

Im Hintergrund der Studie stehen die in den letzten Jahren beobachteten Kostensteigerungen im Wohnbau einerseits sowie andererseits die Vorgaben der internationalen und nationalen Politik, die auf thermisch-energetischer Ebene laufend höhere Standards vorsehen und im Neubau ab 2020 den „Niedrigstenergie-Standard“ (Nearly-Zero) verlangen. Die Definition dieses Standards bleibt den einzelnen Mitgliedsstaaten überlassen und soll den Anforderungen der Kostenoptimalität genügen. In Österreich sind die diesbezüglichen Festlegungen durch den OIB-Nationalen Plan bereits getroffen worden; die im Weiteren präsentierten Ergebnisse sollen seine Beurteilung ermöglichen.

## Ergebnisse - allgemein

Eine allgemeine Analyse der Entwicklung des Energieverbrauchs von Haushalten in Österreich zeigt den Erfolg des bisher beschrittenen Weges zur Erhöhung der Energieeffizienz im Wohnbereich; das betrifft allerdings nicht den gesamten Wohnungsbestand in gleicher Weise. Während zwar der Energieverbrauch aufgrund der gestiegenen Anzahl von Haushalten in den letzten 10 Jahren zugenommen hat, hat er auf den einzelnen Haushalt zurückgerechnet abgenommen. Abgenommen haben ebenfalls die durchschnittlichen realen Energieausgaben pro Haushalt – während sie in Mietwohnungen sogar nominell leicht zurückgegangen sind, sind sie im Eigenheimbereich konstant geblieben, was u.a. auf die Vergrößerung der Wohnfläche in diesem Segment zurückzuführen ist und auf die Existenz von Kompensationseffekten (Reboundeffekten) verweist.

## Ergebnisse gemeinnütziger Wohnbau – Energetischer Standard, Investitions- und Nutzungskosten, Neubau

### a) Energieverbrauch und laufende Kosten inkl. Wartung

Zunächst zeigt sich beim Heizenergieverbrauch (ohne Warmwasseraufbereitung) – der in der vorliegenden Untersuchung auf Basis der Jahresabrechnungen für zentral beheizte Häuser bzw. der Abrechnungen der Fernwärmelieferanten erhoben wurde –, dass die Unterschiede zwischen energetisch besser eingestuftem Bauten und solchen mit laut Energieausweis geringerer energetischer Qualität zwar hoch, bei Weitem aber geringer sind, als die kalkulierten Werte erwarten ließen: Während letztere ein Spanne von 1:10 (15 zu 150 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>) aufweisen, zeigt der Verbrauch in Abhängigkeit vom energetischen Status eine Differenz von 1:3,3 (30 zu 100 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>). Dies liegt sowohl an der Überschreitung der „theoretischen“ Werte in gut eingestuftem, als auch an der Unterschreitung der errechneten Werte in schlechter eingestuftem Gebäuden, wobei Letzterem das größere Gewicht zukommt. Beide Effekte zeigen sich im Übrigen nicht nur in der vorliegenden Untersuchung, sondern wurden etwa auch in den Niederlanden und Deutschland beobachtet und dokumentiert. Neben dem Preboundeffekt (geringerer Verbrauch in thermisch schlechten Gebäuden aufgrund von Sparmaßnahmen) und den Reboundeffekten (Unterausnutzung des Einsparungspotentials aufgrund wirtschaftlicher und psychologischer Aspekte sowie

aufgrund technischer Faktoren v.a. infolge zu groß dimensionierter Heizungsanlagen) spielen auch die in den Energieausweisen dokumentierten Parameter eine gewisse Rolle: in der Literatur wird auf zu optimistische Werte bei den Leitungsverlusten in den energetisch hochwertigen Gebäuden verwiesen, die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass Anlagen- und Leitungsverluste in schlechteren/älteren Gebäuden zu hoch eingestuft werden.

Auch innerhalb der Niedrigenergiegebäude bis zu einem Heizwärmebedarf von  $50 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  verläuft die Verbrauchskurve flacher als erwartet: Während Passivgebäuden ein theoretischer Minderverbrauch gegenüber Niedrigenergiegebäuden der „Generation Wohnbauförderung 2010“ (Heizwärmebedarf  $30 - 40 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ) von rd.  $30 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  zugeschrieben wird, erreicht die in der vorliegenden Untersuchung vorgefundene Differenz mit  $15 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  gerade die Hälfte dieser Marke. Dafür kann zusätzlich zum Reboundeffekt als Erklärung die höhere Empfindlichkeit der Systeme in Niedrigstenergiegebäuden gegenüber nicht sachgemäßer Handhabung (Lüftungsverhalten) herangezogen werden.

Die beobachtbare Spanne im Energieverbrauch verringert sich weiter aufgrund des bei Passiv- und Niedrigsteenergiegebäuden erforderlichen Strombetriebes für die Lüftungsanlagen, der bei neuen Anlagen  $3 - 6 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  beträgt, bei zunehmender Verschmutzung der Luftfilter und Leitungsrohre auch deutlich darüber liegen kann.

Auf der Kostenseite sind schließlich noch die laufenden Wartungskosten für Heizungs- und Lüftungsanlagen zu berücksichtigen. Diese unterscheiden sich nach Art der Systeme, bei den Lüftungsanlagen liegen die Kosten in Passivgebäuden am höchsten. Damit ergibt sich schließlich in der laufenden monatlichen Belastung durch Energieverbrauch (Heizung, Warmwasser, Hilfsenergie) und Wartung eine Differenz in der monatlichen Quadratmeterbelastung von Haushalten in Gebäuden höchster bzw. niedrigster energetischer Qualität von rd. 35 Cent, bzw. ein Verhältnis von 1:1,6 (55 zu 90 Cent); unter Berücksichtigung einer Komponente für die Investitionskosten von Solaranlagen reduziert sich diese Differenz weiter auf 21 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat (69 zu 90 Cent = 1:1,3).

Die Unterschiede zwischen einzelnen Typen von Niedrigenergiegebäuden bis  $50 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  sind verschwindend gering, da die höheren Wartungskosten die niedrigeren Energiekosten in Niedrigstenergiegebäuden bzw. Passivbauten kompensieren.

Bei diesen Daten ist allerdings zu berücksichtigen, dass sie durch unterschiedliche Energietarife beeinflusst sind. Trade-Offs zwischen Investitions- und laufenden Kosten bei unterschiedlichen Heizsystemen wurden mit Ausnahme der Solaranlagen nicht berücksichtigt.

### **b) Investitionskosten Neubau; Gesamtkosten und Kosteneffizienz**

Die Neubaukosten wurden für ab 2005 fertiggestellte Objekte untersucht. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden sie auf das Preisniveau 2011 hochgerechnet (Durchschnitt pro Quadratmeter Wohnnutzfläche: 1.818 Euro, Gesamtbaukosten inkl. Nebenkosten) und standardisiert (Bereinigung um Garagenkosten, Solaranlagen, durchschnittliche Wohnungsgröße; 1.689 Euro). Damit blieben als wesentlichste Einflussgrößen regionale Preisunterschiede, die Kompaktheit der Gebäude (diese bewirkt Unterschiede von bis zu 250 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche) und energetische Komponenten wie Stärke und Art der Dämmung, Fensterqualität sowie Heiz- und Lüftungstechnik. Für die regionalen Unterschiede wurde ebenfalls ein rechnerischer Ausgleich vorgenommen, die Kompaktheit wurde in den Auswertungen kontrolliert. Die Baukosten in Niedrigstenergie- bzw. Passivgebäuden lagen danach um rd. 110 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche höher als jene der „Generation Wohnbauförderung 2010“ ( $30 \text{ bis } 40 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ) – das entspricht 7 Prozent und liegt damit in einem Bereich, der auch in anderen Untersuchungen vorgefunden wurde.

In Summe von laufenden Kosten (berechnet für einen Zeitraum von 35 Jahren unter Annahme einer realen Energiepreissteigerung von 1,5% jährlich) sowie Investitionskosten erweisen sich damit die Niedrigenergiebauten der Generation „Wohnbauförderung 2010“ als die günstigsten. Noch stärker sind die Kostenunterschiede zwischen diesen und den Passivgebäuden, wenn man die Investitionskosten auf eine laufende Miete umlegt, was ja den Anforderungen der Kostenmiete eher entspricht. Ein Ausgleich der höheren Investitionskosten in Passivgebäuden lässt sich nur durch eine Annäherung an den theoretischen Wert des Verbrauchs und gleichzeitiger Absenkung der baulichen Mehrkosten bzw. Abfederung durch die Wohnbauförderung im Ausmaß von rd. 60 Prozent der tatsächlichen Mehrkosten erreichen.

### **c) Sanierung**

Für Analyse der Effekte durch thermische Sanierungsmaßnahmen sind die Daten der vorliegenden Stichprobe nur bedingt geeignet, da gezeigt werden kann, dass energetisch schlechtere Gebäude in früheren Jahren saniert wurden und die verbliebenen noch nicht sanierten Gebäude einen besseren Standard aufweisen als diese. Für Vorher-Nachher Vergleiche mussten daher zusätzliche durch den Verband erhobene Daten herangezogen werden.

Aus diesen Daten kann abgeleitet werden, dass die angesprochenen Effekte (Preboundeffekt, Reboundeffekt, Unschärfen der Energieausweise) dazu führen, dass die tatsächlich durch thermische Sanierungsmaßnahmen erzielten Einsparungen nur etwa die Hälfte des theoretisch kalkulierten Niveaus erreichen, und zwar rd. 25 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> bzw. 33 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNfA</sub>. Da das Niveau der Sanierung ständig verbessert wird, liegt die Einsparung in neueren Sanierungsprojekten bei 34 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> bzw. 45 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNfA</sub>. Die Einsparung bei den laufenden Kosten (Heizenergie) beträgt dabei etwa 27 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat. Eine Refinanzierung der Kosten in Höhe von etwa 170 – 190 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche (für eine Fassadendämmung und Fenstertausch; in kleineren Objekten liegen die Kosten dafür auch darüber) über einen in der Sanierung üblichen Finanzierungszeitraum von 15 Jahren ist nicht möglich. Nur bei einem längeren Refinanzierungshorizont und Abzug von Kosten, die auch ohne thermische Maßnahmen angefallen wären (in Höhe von etwa 50 Prozent), wäre eine Kompensation allenfalls erreichbar. Noch ungünstiger ist die Situation in auf Passivstandard sanierten Objekten, da die Zusatzkosten durch weitere Einsparungen beim Energieverbrauch nicht kompensiert werden können. Derzeit gewährleisten nur die Erhaltungs- und Verbesserungsbeiträge des gemeinnützigen Wohnbaus sowie die Förderungsmittel der öffentlichen Hand die Deckung der Sanierungskosten.

### **Schlussfolgerungen**

Im Neubau erweist sich durch die vorliegende Untersuchung der Gebäudetyp „Wohnbauförderung 2010“ (Heizwärmebedarf 30 – 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub>) als der kostenoptimale; auch in energetischer Hinsicht unterscheidet er sich wenig von als effizienter ausgewiesenen Gebäudetypen – dort liegt der Energieverbrauch über den Erwartungen, dazu kommt, dass dort aufgrund des Stromverbrauchs für Lüftungsanlagen die Bilanz an Primärenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß verschlechtert wird.

Aktuelle Wohnbauförderung und „Nationaler Plan“ zur Umsetzung EU-rechtlicher Vorgaben sehen allerdings höhere Standards als diesen vor. Aus Sicht der Bauträger ist dies nicht gerechtfertigt, solange sich diese Standards als weniger kosteneffizient erweisen, auch wenn im „Nationalen Plan“ eine Alternative in Gestalt des Einsatzes erneuerbarer Energie – etwa aus Solaranlagen – zur Kompensation einer geringeren thermischen Qualität vorgesehen ist. Auch der Kosten- Nutzeneffekt von Solaranlagen ist vor der verpflichtenden Einführung einer Überprüfung zu unterziehen; nicht alle Standorte und Gebäudetypen sind für einen effizienten Einsatz von Solarenergie geeignet.

Für den Bereich der Sanierung gilt Ähnliches. Die Kosten für aktuelle Sanierungsstandards lassen sich durch Energieeinsparungen nicht kompensieren; ihre Gewährleistung beruht im gemeinnützigen Wohnbau auf dem Einsatz der Erhaltungs- und Verbesserungsbeiträge sowie der Wohnbauförderung. Eine Verschärfung der vorgeschriebenen Standards ist vor diesem Hintergrund nicht nachvollziehbar.

# 1. Einleitung zu Gegenstand und Methode

## 1.1 Ziel der Untersuchung

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Erhebung und Beurteilung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasseraufbereitung sowie deren Kosten - auch unter Einbeziehung der Investitions- und Wartungskosten - in Gebäuden unterschiedlichen energetischen Standards in Wohnungsbeständen der gemeinnützigen Bauvereinigungen. Es soll damit herausgestellt werden, inwiefern der Trend zum energie-effizienten Bauen und Sanieren der vergangenen Jahre eine Verbesserung hinsichtlich Verbrauch und Kosten gegenüber der Vergangenheit gebracht hat und wie die künftigen energiepolitischen Zielsetzungen für den Wohnbau in diesem Lichte zu beurteilen sind.

Gemeinnützige Bauträger sind zwar keine Konsumenten von Haushaltsenergie, leisten aber über die Erstellung von entsprechend ausgestattetem Wohnraum bzw. die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen die baulich-energetischen Rahmenbedingungen v.a. für den Heizbedarf ihrer Kunden. Das hat Auswirkungen sowohl auf die Preise für den Wohnraum als auch für die laufenden Kosten, die von den Wohnungsnutzern zu decken sind. Wohnbauträger, die auch die Rolle der Vermieter bekleiden, stellen nicht nur das Gut Wohnraum zur Verfügung, sondern fungieren auch als Bindeglied zwischen Konsumenten und Energieversorgung

## 1.2 Rahmenbedingungen: Energieverbrauch und Ausgaben für Energie

Zur Illustration der Rahmenbedingungen und des Stellenwertes des Energieverbrauchs in Wohnungen gemeinnütziger Bauvereinigungen sind zunächst einige allgemeine Fakten anzuführen:

Der jährliche Energieverbrauch der Haushalte betrug lt. Statistik Austria (Statistik Austria 2013B) in den letzten Jahren ca. 20.000 Kilowattstunden pro Jahr und Haushalt, in Summe entspricht das rund 25 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs. Rd. 73 Prozent des Haushaltsverbrauchs entfallen auf Raumheizung und Kühlung. Bedeutend ist der Unterschied zwischen dem Verbrauch in Einfamilienhäusern und Geschosßbauten. Dafür liegen zwar keine exakten Angaben vor, aber aus der Differenz zwischen vorliegenden Daten (Statistik Austria 2013C) für Wien (dominiert von Wohnungen in Geschosßbauten) und Niederösterreich (überwiegend Eigenheime) lassen sich entsprechende Unterschiede abschätzen: In den Jahren 2009/10 betrug der jährliche Energieverbrauch nach einem Schätzmodell der Verfasserin in Geschosßbauwohnungen knapp 14.000 Kilowattstunden (davon 8.500 kWh oder rd. 60 Prozent für Raumheizung), in Eigenheimen an die 29.000 Kilowattstunden (davon 22.500 kWh bzw. 77 Prozent für Raumheizung) pro Haushalt und Jahr. Was die langfristige Entwicklung des Energieverbrauchs der Haushalte anbelangt ist Folgendes festzustellen:

Der gesamte Zuwachs hat sich mit rd. sieben Prozent im Zeitraum 1990 – 2011 in Grenzen gehalten, v.a. wenn man dem den Haushalts- bzw. Wohnflächenzuwachs von 26 bzw. 49 Prozent gegenüber stellt. Das verdankt sich in hohem Maße der Energieeffizienz-Steigerung der Wohnbauten. Der Heizenergie-Verbrauch pro Quadratmeter konnte in den letzten 20 Jahren um etwa 30 Prozent reduziert werden. Wichtig ist aber auch die Betrachtung von Kompensationseffekten, die v.a. auf das Verbraucherverhalten sowie die strukturellen Veränderung in der Wohnversorgung zurückzuführen sind. Wesentlich ist v.a. die ständige Verschiebung vom Wohnen in Geschosßbauten zu Wohnen in Eigenheimen, wobei letztere auch einen starken Aufwärtstrend in der Wohnfläche aufweisen, während im Geschosßbau diesbezüglich eine Stagnation besteht.<sup>1</sup> Selbst bei gleicher energetischer Effizienz (Dämmqualität) weisen Einfamilienhäuser aufgrund ihrer Bauweise einen um etwa 30 Prozent höheren Heizwärmebedarf auf als Wohnungen in Geschosßbauten, dazu kommt noch der Effekt der größeren Wohnfläche. Der hohe Eigenheimanteil in



Österreich ist auch in hohem Maße dafür verantwortlich, dass der durchschnittliche Energieverbrauch im europäischen Vergleich relativ hoch ist.

Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Haushalt hat sich im Zeitraum 1999/2000 bis 2009/10 um rd. 6,4 Prozent reduziert. Ein etwas anderes Bild ergibt sich für die Kostenbelastung: Laut der letzten Konsumerhebung (2009/2010; Statistik Austria 2012) betragen die gesamten monatlichen Energieausgaben im Schnitt aller Haushalte rd. 140 Euro; in Einfamilienhäusern waren es an die 190, in Eigentumswohnungen rd. 110 und in Mietwohnungen 100 Euro. Sieht man sich die Entwicklung in den letzten 10 Jahren an, zeigt sich zunächst, dass im Durchschnitt aller Haushalte die Ausgaben für Energie mit 14,5 Prozent weniger stark gestiegen sind als der VPI-Teilindex für Beleuchtung und Beheizung mit nominell 34,5 Prozent. Bemerkenswert ist der Umstand, dass die Ausgaben in Mietwohnungen stagnierten – was für eine Verbrauchsreduktion von rd. 25 Prozent spricht –, während sie in Eigenheimen ungefähr im Ausmaß der Energiepreis-Steigerung zugenommen haben. Daraus kann auf eine Stagnation des Energieverbrauchs pro Haushalt in diesem Segment geschlossen werden kann.<sup>2</sup> Folgende Annahmen lassen sich für die dahinter stehenden Ursachen anführen:

- Die Steigerung der Energieeffizienz ist im Geschosßbau stärker ausgefallen als in Eigenheimen; ein Indiz dafür sind die beobachtbaren Sanierungsraten, die erst in den letzten Jahren bei den Eigenheimen zu steigen begonnen haben.
- Ein Teil des Effekts ist auf den Zuwachs der durchschnittlichen Wohnfläche in Eigenheimen zurückzuführen.

## Übersicht 1: Energieverbrauch und Ausgaben private Haushalte (ohne Mobilität) 2000 -2010

	1999/2000	2009/2010	Veränderung %	Datenquellen:
a) Endenergieverbrauch Haushalte gesamt, Terajoule	263.915	275.571	4,4	a) Statistik Austria 2013A
b) Endenergieverbrauch pro Haushalt; kWh/Jahr	22.633	21.194	-6,4	b) Statistik Austria 2013B
b) davon für Beheizung/Kühlung; kWh/Jahr	16.503	15.557	-5,7	c) Modellschätzung der Verfasserin auf Grundlage Statistik Austria 2013C
c) Beheizung Geschosßbauwohnung; kWh/Jahr		8.469		d) Statistik Austria 2002 und 2012
c) Beheizung Einfamilienhaus; kWh/Jahr		22.457		
d) Ausgaben für Wasser + Energie; €/Haushalt/Monat				
alle Haushalte	119	137	15,1	
Eigenheime	140	187	33,6	
Eigentumswohnungen	88	112	27,3	
Hauptmietwohnungen	103	98	-4,9	
darunter GBV-Wohnungen		100		
VPI	100	121,1	21,1	
VPI Energie	100	134,5	34,5	

<sup>1</sup> Die durchschnittliche Wohnfläche in Geschosßbauwohnungen ist mit einem Wert um 70m<sup>2</sup> seit Jahrzehnten fast konstant; in Ein- und Zweifamilienhäusern ist sie zwischen 1991 und 2012 von 103 auf 130m<sup>2</sup> gestiegen; in Einfamilienhäusern hat sie im Neubau zuletzt die Marke von fast 150m<sup>2</sup> erreicht.

<sup>2</sup> Der Verbrauchsrückgang entsprechend dieser Kalkulation dürfte etwas zu hoch sein, da die VPI-Position „Haushaltsenergie“ u.a. die laufende Veränderung in der Zusammensetzung der Energieträge nur verzögert widerspiegelt.

- Und schließlich sind auch einkommensabhängige Faktoren ins Kalkül zu ziehen: Die Einkommenssituation ist bei Eigenheim-BewohnerInnen im Schnitt besser und bewirkt möglicherweise einen weniger sparsamen Umgang mit Energie. Zu vermuten wäre, dass der ökonomische Rebound-Effekt (teilweise Kompensation des Potentials an Energieeinsparung durch Steigerung des Komforts<sup>3</sup>) bei höheren Einkommen und damit im Eigenheimbereich stärker ausgeprägt ist, der verhaltensabhängige Prebound-Effekt (Minderverbrauch gegenüber kalkuliertem Energiebedarf) hingegen stärker bei BezieherInnen niedriger Einkommen, die eher im Geschloßwohnbau vertreten sind.

Bei der Kostenbelastung hat die Heizung ein etwas anderes Gewicht als oben im Energieverbrauch angegeben, da Strom ungefähr einen doppelt so hohen Preis hat wie andere Energieträger, bei der Beheizung aber eine untergeordnete Rolle spielt. Damit haben die Heizkosten einen Anteil von rd. 50 - 60 Prozent (Geschloßbau) bzw. 60 - 70 Prozent (Einfamilienhäuser) an den gesamten Energieausgaben der Haushalte.

Der wenig untersuchte Zusammenhang zwischen Einkommen und Energieausgaben bzw. -verbrauch stellt eine Lücke in der Konsum- bzw. Umweltforschung dar. Zwar wird „Energiearmut“ als Problem thematisiert, mit der Einkommenselastizität des Energieverbrauchs hat man sich aber noch nicht umfassend auseinander gesetzt. Auf theoretischer Ebene wird sowohl auf indirekte als auch gesamtwirtschaftliche Reboundeffekte hingewiesen (Kanatschnig/Lacher 2012). Auf empirischer Ebene gibt es Hinweise auf einen solchen indirekten Rebound-Effekt für Haushalte mit niedrigen Einkommen, bei denen Einkommenszuwächse aus Einsparungen für Heizenergie höhere Ausgaben für die private PKW-Nutzung begünstigen (vgl. Bauer 2013B). Für den Eigenheimbereich lässt sich aus den hier präsentierten Trends eine Kompensation der zunehmenden Energieeffizienz durch einen höheren Flächenkonsum ableiten.<sup>4</sup>

### **1.3 Zur aktuellen umwelt- und energiepolitischen Diskussion und ihrer Bedeutung für die (gemeinnützige) Wohnungswirtschaft**

Nach wie vor steht der Gebäude- bzw. vorrangig der Wohnungsbestand im Focus energetischer Einsparungen. Internationale Vorgaben und Ziele stecken den Rahmen für Einsparungen beim Energieverbrauch und der Treibhausgasemissionen ab (Kyoto, Europa 20-20-20). Seit mehreren Jahren werden auf nationaler Ebene die Anforderungen v.a. vor dem Hintergrund von EU-Vorgaben in den Bauordnungen auf Basis der OIB-Anforderungen schrittweise erhöht, seit 2006 gelten in der Wohnbauförderung auf Basis von Artikel 15a-Vereinbarungen höhere Anforderungen an den Heizwärmebedarf.

Richtlinien der Europäischen Union, die verpflichtend in nationales Recht umzusetzen sind (Gebäuderichtlinie 2010), treiben diese Anforderungen im Neubau in Richtung 0-Energie-Gebäude. Ab 2020 sollen Neubauten nur mehr im Niedrigst-Energie-Standard („Nearly-Zero“) errichtet werden. Die Definition dieses Standards bleibt immerhin nationalen Vorschriften vorbehalten und soll auch der Anforderung der Kostenoptimalität gehorchen.

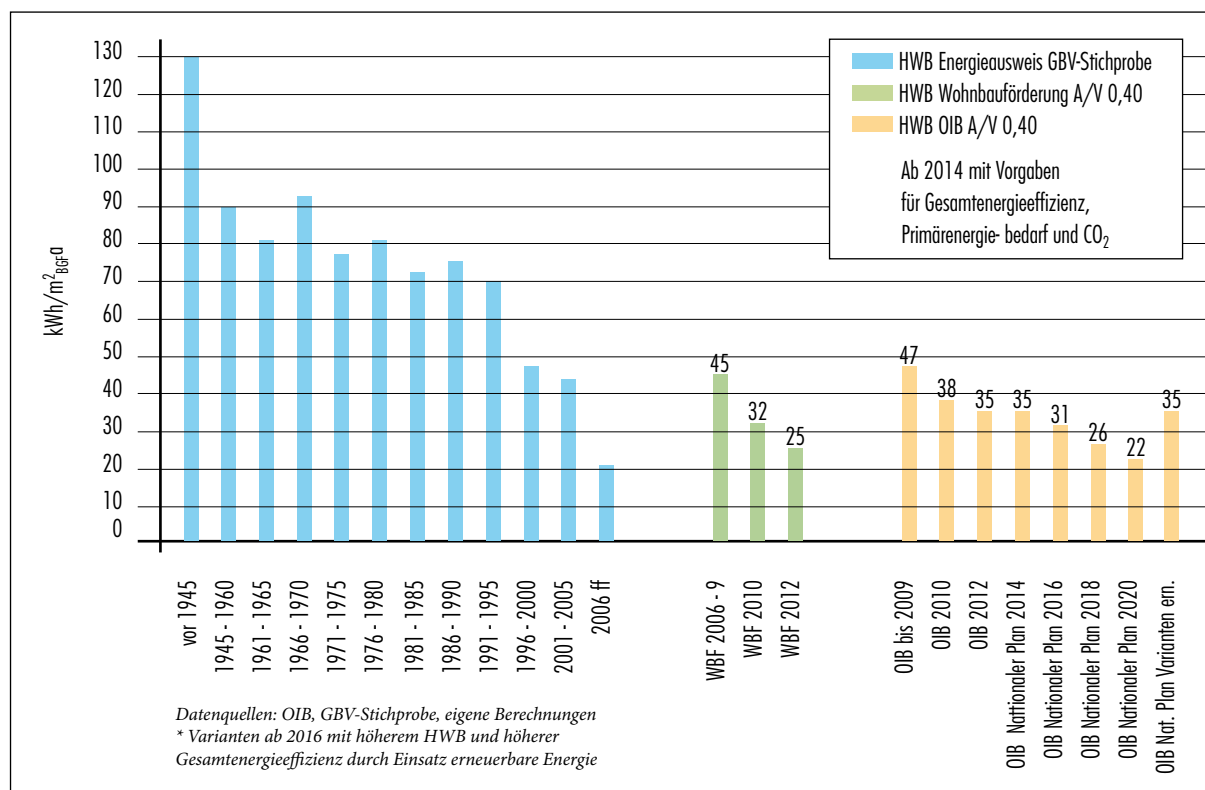
Im folgenden Diagramm sind diese Anforderungen dargestellt; ebenfalls gezeigt wird der durchschnittliche Heizwärmebedarf für Gebäude – Neubauten und unsanierte Altbauten – der GBV-Stichprobe, für die Energieausweise vorlagen (203 Objekte).

Zunächst zeigt sich an der Stichprobe, dass die vor 1945 errichteten Gebäude einen signifikant höheren Heizwärmebedarf aufweisen als jüngere Bauten. Die Objekte aus den unmittelbaren Nachkriegsjahren weisen einen Heizwärmebedarf zwischen 80 und 90 Kilowattstunden pro Quadratmeter Grundfläche auf, bis Mitte der 1990er Jahre geht dieser auf rd. 70 Kilowattstunden zurück. Das entspricht nicht ganz der häufig getroffenen Aussage, dass die 1950 bis 1980 errichteten Bauten eine besonders schlechte ener-

<sup>3</sup> Auf diesen Effekt wird in der Folge noch zurückzukommen sein; grundsätzliche Ausführungen dazu vergleiche auf konzeptueller Ebene Kanatschnig/Lacher (bmvit) 2012 und in einer Zusammenfassung empirischer Ergebnisse Sunikka-Blank/Galvin 2012.

<sup>4</sup> Vgl. Fußnote 1

**Diagramm 1:**  
**Heizwärmebedarf GBV-Stichprobe nach Baualter, HWB Wohnbauförderung**  
**und HWB OIB - Nationaler Plan Neubau**



getische Qualität aufweisen. Das mag auch daran liegen, dass die heute noch unsanierten GBV-Objekte einen eher über dem Schnitt ihrer „Generation“ liegenden Standard aufweisen, der sich nur wenig von jenem der 1980er und frühen 1990er-Jahre unterscheidet (vgl. dazu auch die Ausführungen zur Sanierung). Der nächste Schnitt zeigt sich mit den in den späten 1990er-Jahren errichteten Bauten, hier geht der Heizwärmebedarf auf einen Wert unter 50 Kilowattstunden pro Quadratmeter Grundfläche zurück und entspricht bereits dem von der Wohnbauförderung bis 2009 verlangtem Level. Noch einmal halbiert sich der Heizwärmebedarf bei den nach 2005 gebauten Objekten – allerdings umfassen diese zu einem hohen Anteil besonders innovative Bauten und repräsentieren nicht den durchschnittlichen Standard in dieser Periode, was sich auch in Vergleich mit den Vorgaben der Wohnbauförderung (Artikel 15a-Vereinbarung der Länder) zeigt.

Die in den Artikel 15a-Vereinbarungen der Länder seit 2006 verankerten Vorgaben für die Wohnbauförderung beziehen sich auf den Heizwärmebedarf, nehmen ihren Ausgang etwa vom Niveau, das bereits in Bauten der späten 1990er Jahre realisiert werden konnte und wurden in einem Zeitraum von sechs Jahren um etwa 45 Prozent reduziert.

**Zu den OIB-Anforderungen und dem „Nationalen Plan“ bezogen auf den Neubau**

Bislang beschränkten sich die Vorgaben der Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB), die in den Bauordnungen der Länder umzusetzen sind, auf die Größe des Heizwärmebedarfs. Die entsprechenden Werte lagen über jenen der Wohnbauförderung. Entsprechend dem Nationalen Plan, der die Umsetzung der EU-Vorgaben (Nearly-Zero-Standard bis 2020) gewährleisten soll, werden die Anforderungen an neu errichtete Gebäude in Zukunft erhöht, darüber hinaus werden zusätzliche Anforderungen gestellt und Alternativmodelle definiert:

- Ab 2014 werden zusätzlich Obergrenzen für den von den Energieträgern abhängigen Primärenergiebedarf und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß definiert; auch der Endenergiebedarf wird limitiert und zwar über die Anforderung eines Heiztechnikstandards, der jenem des OIB-Referenzgebäudes zu entsprechen hat (dieser ist abhängig vom Energieträger und von der Kompaktheit; bei fernwärmebeheizten Gebäuden mit einem A/V-Verhältnis von 0,40 etwa entspricht diesem Standard ein Heiztechnikenergiebedarf von rd. 17 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>)<sup>5</sup>.
- Ab 2016 werden die Obergrenzen für den Heizwärmebedarf kontinuierlich gesenkt. Es kann ein höherer Heizwärmebedarf (auf dem Niveau OIB 2011/2012 und damit etwas schlechter als jener gemäß Artikel 15a-Wohnbauförderung 2010) beibehalten werden, sofern mittels einer hochwertigen Heiztechnik (Verringerung von Leitungsverlusten) und/oder Einsatz von erneuerbarer Energie – etwa durch Solaranlagen – der Endenergieverbrauch reduziert und damit eine höhere Gesamtenergieeffizienz erreicht wird. Die Gesamtenergieeffizienz wird an einem Standard (OIB 2007) gemessen und durch einen Faktor ausgedrückt; der Endenergiebedarf in diesen Varianten liegt im Bereich der Varianten mit einem niedrigeren Heizwärmebedarf. Ab dem Jahr 2018 (zu erreichender Gesamtenergieeffizienz-Faktor 0,80, daraus ableitbar ist ein Endenergieverbrauch von rd. 75 kWh) kann dies nur unter Einsatz von vor Ort erzeugter Energie aus erneuerbaren Quellen erreicht werden.
- Der Standard 2020 wird auf einem Niveau festgesetzt, der durch das aktuelle Baugeschehen noch wenig erprobt ist; in der Wohnbauförderung wird ein ähnliches Niveau ab dem Jahr 2012 verlangt. Jedenfalls entspricht dieser Standard nicht dem Passivhaus; der Einsatz von Lüftungsanlagen wird aber erforderlich sein.

Der „Nationale Plan“ schafft damit nicht nur eine umfassende – über jene der Wohnbauförderung hinausgehende - Definition der Niedrigstenergiegebäude, sondern erlaubt auch unterschiedliche Varianten der Umsetzung, die immerhin einen hohen Spielraum zulassen.

Für die Sanierung von Wohngebäuden sieht der Nationale Plan ebenfalls eine stufenweise Reduktion der zu erreichenden Standards vor. Zu deren Beurteilung in Verhältnis zum aktuellen Sanierungsgeschehen werden im folgenden Diagramm 2 die durch den Verband erhobenen Daten für Sanierungsmaßnahmen der Jahre 2005 und 2008 für Gebäude unterschiedlichen Baualters gezeigt:

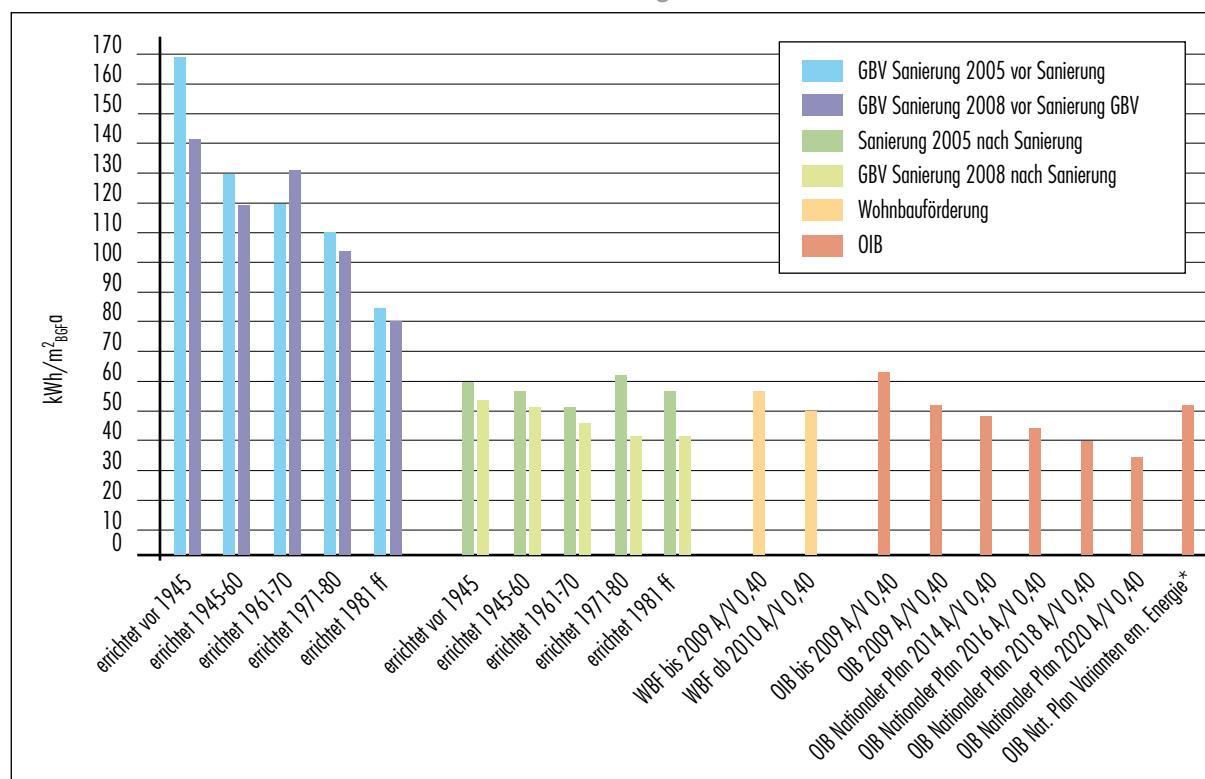
Für die Sanierung fällt auf, dass sich die OIB-Vorgaben des „Nationalen Plans“ deutlicher von den bestehenden Anforderungen der Wohnbauförderung unterscheiden als im Neubau – und zwar durch ambitioniertere Standards zunächst beim Heizwärmebedarf. Diese unterschreiten auch die Standards, die bei Sanierungsmaßnahmen durch gemeinnützige Bauvereinigungen im Jahr 2008 erzielt wurden, wobei das Ausmaß der Unterschreitung wesentlich vom – baualtersabhängigen – Ausgangsniveau determiniert ist.<sup>6</sup> Zusätzlich enthalten die OIB-Vorgaben Nationaler Plan auch Anforderungen an die Heiztechnik, auch diese muss dem OIB-Referenzgebäude entsprechen.<sup>7</sup> Diese Vorgabe, die dem Konzept der „umfassenden Sanierung“ folgt, stellt wohl die größere Herausforderung dar. Nicht nur ist die Kostenbelastung bei gleichzeitiger Sanierung von Hülle und Heizsystem höher – und wird deshalb in der Praxis häufig in einem gewissen zeitlichen Abstand durchgeführt (vgl. dazu den Exkurs) –, es haben auch die entsprechenden Bauteile eine unterschiedliche Lebensdauer, sodass erforderliche Erneuerungsmaßnahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen. Einen ähnlichen Effekt hat die Verfügbarkeit von Fernwärmeanschlüssen.

<sup>5</sup> Die entsprechenden Definitionen finden sich im „OIB-Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“, Abschnitt 4.4. <http://www.oib.or.at/>

<sup>6</sup> Wie später gezeigt wird, weisen v.a. die vor 1945 errichteten Gebäude eine geringere Kompaktheit auf, als das für die Darstellung verwendete A/V-Verhältnis von 0,40, das Durchschnitt und überwiegenden Anteil der GBV-Bauten repräsentiert. Bei einem A/V Verhältnis von 0,50 sind den oben angegebenen HWB-Werten 4 – 6 Kilowattstunden hinzuzurechnen.

<sup>7</sup> Vgl. Fußnote 3

## Diagramm 2: Heizwärmebedarf GBV-Sanierungsmaßnahmen nach Baualter 2005 und 2008; Grenzen WBF, OIB und Nationaler Plan Sanierung



Die Ergebnisse der folgenden Untersuchung werden eine erste Beurteilung der erhöhten Anforderungen der Wohnbauförderung bzw. der OIB-Vorgaben ermöglichen, auch in Hinblick auf die Gestaltungsmöglichkeiten vor dem Hintergrund der gebotenen Varianten.

### 1.4 Zum Stellenwert des vorliegenden Vorhabens in der bisherigen Forschung

Aktuell liegen einige Studien vor, die für eine kleine Zahl von Gebäuden Evaluierungen vornehmen (Treberspurg et al 2009, FGW 2009, Schöberl 2011 und 2012) oder einzelne Gebäude im Focus haben (z.B. Treberspurg et al. 2007 für ein Gebäude in Wien, Wagner et al. 2012 für ein Gebäude in Tirol). Dabei stehen Vergleiche zwischen Passivhäusern und Niedrigenergieobjekten im Zentrum bzw. wird die Funktionsweise von Passivgebäuden evaluiert. Das steht wohl mit zwei Ursachen in Zusammenhang: Das Passivhaus stand als Referenztyp für das „Niedrigstenergiegebäude“ im Sinne der EU-Gebäuderichtlinie in Diskussion, ebenso wie in der Wohnbauförderung dieser Standard als verpflichtend angedacht war. Darüber hinaus sind in Österreich schon einige Bauten in diesem Standard errichtet – und zwar mehr als „Zwischentypen“ zwischen dem Standard WBF 2010 und Passivhauslevel; Österreich bekleidet in der Entwicklung dieses Gebäudetyps ja eine Vorreiterrolle.

Gegenstand der Evaluierung und Vergleiche sind:

- Der tatsächliche Energieverbrauch in Vergleich zum erwarteten (theoretisch kalkulierten).
- Vergleich der Energieverbräuche in Gebäuden unterschiedlicher Energieeffizienz.
- Vergleich der Energie- und Wartungskosten in Gebäuden unterschiedlicher Energieeffizienz.
- Baukosten.

Wesentliche Ergebnisse dieser Studien sind, dass der Verbrauch in Passivhäusern erwartungsgemäß niedriger als in Niedrigenergiehäusern ist, wobei aber nur eine kleine Zahl von Gebäuden untersucht wurde. Detaillierter wird auf diese Untersuchungen im vorliegenden Bericht bei der Überprüfung der Datenvalidität eingegangen. Bei den Kosten hat zuletzt Schöberl (2011) die Überlegenheit des Passivhauses gegenüber dem Niedrigenergiehaus in Bezug auf laufende Energie- und Wartungskosten herausgestellt. Auf diese Ergebnisse wird im Anschluss an die hier vorgefundenen Kosten zurückzukommen sein. In den Studien finden sich Hinweise darauf, dass der Verbrauch nicht nur von den baulich-technischen Voraussetzungen abhängt, sondern auch vom Verhalten der Verbraucher.

Mit solchen nicht-technischen Effekten des Energieverbrauchs befassen sich in Österreich bislang einige (wenige) Studien. Hier werden v.a. der Rebound- und neuerdings auch der Prebound-Effekt angesprochen, die benutzerbedingte Abweichungen von erwarteten (theoretisch berechneten) Energieverbräuchen beschreiben (zuletzt: Kanatschnig/Lacher, bmvit 2012).

Näher auseinandergesetzt hat man sich mit diesen Effekten in anderen europäischen Ländern. Neueren Datums sind die Studien von Visscher et al. in Holland (2012) und Sunnika-Blank/Galvin (2012) für Deutschland, die für größere Mengen an Wohnungen dieselben Phänomene vorfinden: In Gebäuden mit einer schlechteren energetischen Qualität wird der Erwartungswert für den Energieverbrauch deutlich unterschritten, in Gebäuden mit (sehr) guter thermischer Qualität jedoch überschritten. Beide benutzen ihre Ergebnisse als Warnung vor einer Überschätzung des Potentials der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch die thermische Sanierung. Zurückgeführt werden diese Effekte aber nicht nur auf das Verhalten der BewohnerInnen, sondern auch auf die – verzerrenden – Methoden zur Berechnung der thermisch-energetischen Qualität von Wohngebäuden.

Eine zusammenfassende Betrachtung und Analyse von Investitions- und Betriebskosten anhand empirischer Daten liegt bislang noch nicht vor. Kostenvergleiche anhand realisierter Objekte wurden in den oben angesprochenen Studien lediglich isoliert voneinander für Investitions- und Betriebskosten (Energie, Wartung) angestellt. Eine Zusammenschau von – energetisch relevanten - Investitionskosten, Wartungs- und Betriebskosten wurde mittels Modellkalkulationen im Rahmen der Berechnung kostenoptimaler Standards in Zusammenhang mit den EU-Vorgaben des „Nationalen Plan“ vorgenommen. Dabei handelt es sich aber um Modellberechnungen, die vorerst nur zum Teil publiziert sind.

Die vorliegende Studie soll einen Beitrag zur Schließung der angesprochenen Lücke leisten.

## 2. Darstellung Stichprobe, Erhebungsbogen, Datenerfassung und –verarbeitung

Der österreichische Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen hat die Durchführung einer Untersuchung der Investitions- und laufenden Kosten für Objekte des Bestandes seiner Mitgliedsunternehmen beschlossen. Geplant wurde die Datenerhebung für eine Stichprobe, die den Verwaltungsbestand des gemeinnützigen Wohnbaus repräsentieren sollte.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Untersuchung wird im Folgenden eine Beschreibung des Vorhabens gegeben.

### 2.1 Stichprobe - Repräsentativität

Für die Stichprobe wurde auf die Ziehung einer Zufallsstichprobe verzichtet, da dies einen zu großen Aufwand bedeutet hätte. Stattdessen wurde die Stichprobe in Form einer „bewussten Auswahl“ durchgeführt: Die Verbandsmitglieder wurden ersucht, aus jeder Bauperiode ein Objekt – sofern vorhanden – auszuwählen. Die Bauperioden wurden vorgegeben, und zwar entsprechend der in der Wohnbauforschung üblichen Periodisierung (vgl. Berichtstabellen; überwiegend Dekaden). Der aktuelle Zeitraum wurde in die Jahre 2001 – 2005 und 2006ff geteilt, sodass mehr jüngere Objekte erfasst werden konnten. Zudem wurde der Hinweis auf die Auswahl „innovativer“ Objekte angebracht, um auch für diesen Typ auf eine relativ hohe Zahl zu kommen. Aus diesem Grunde war eine Überrepräsentation von energetisch besseren Objekten zunächst „vorprogrammiert“. Umgekehrt wurden die Bauvereinigungen auch aufgefordert, noch unsanierte Objekte in die Stichprobe einzubeziehen, auch wenn diese nicht repräsentativ für ihren Bestand waren, da zu erwarten war, dass die sanierten Objekte grundsätzlich überwiegen und die unsanierten Gebäude daher möglicherweise unterrepräsentiert gewesen wären.

An der Untersuchung haben sich schließlich 52 gemeinnützige Bauvereinigungen aus acht Bundesländern mit 321 Objekten bzw. 14.220 Wohnungen beteiligt.

#### Zur Repräsentativität der Stichprobe:

Nach der ersten Auszählung stellte sich heraus, dass

- gemessen an der Zahl der Objekte die Verteilung nach Bundesländern jener der Grundgesamtheit entsprach, gemessen an der Zahl der Wohnungen Wien aber überrepräsentiert war. Diese Abweichung wurde durch eine Gewichtung korrigiert.
- Wie oben schon angedeutet, waren erwartungsgemäß die jüngsten Wohnungen überrepräsentiert, auch diese wurde durch eine Gewichtung korrigiert. Nicht ausgeglichen werden konnte das Übergewicht der energetisch besonders „hochwertigen“ Objekte, da deren Anteil an der Gesamtheit nicht bekannt ist. Das bedeutet, dass die Durchschnittswerte für die jüngsten bzw. sanierten Wohnungen gegenüber der Grundgesamtheit „zu gut“ sind und auch den Gesamtschnitt leicht nach oben verzerren. Nicht in Frage gestellt werden dadurch Vergleiche zwischen Wohnungen unterschiedlicher Bauperioden und Energie-Effizienzklassen, worauf ja der Fokus der Untersuchung gerichtet war. Insgesamt repräsentiert die Stichprobe die Verteilung nach Baualter in der Grundgesamtheit gut.
- Auch anhand anderer Parameter (Wohnungsgröße, Energiekosten) kann die Repräsentativität der Stichprobe für den Gesamtbestand abgeleitet werden.

- Für Verteilung der Objekte auf Bauten mit bzw. ohne thermische Sanierung können keine Angaben zur Repräsentativität gemacht werden. Die noch unsanierten Objekte sind mit hoher Wahrscheinlichkeit überrepräsentiert.

### **Insgesamt ist also zusammenzufassen:**

Die Stichprobe ist hinsichtlich der Verteilung auf Baualter und Bundesländer repräsentativ, im Hinblick auf die durchschnittliche energetische Qualität sowie die Verteilung auf sanierte – unsanierte Objekte müssen Abweichungen zur Grundgesamtheit angenommen werden. Nicht eingeschränkt ist dadurch aber die Aussagekraft für Vergleiche zwischen unterschiedlichen Gebäudetypen, die ja im Zentrum der Untersuchung stehen.

Aus dieser Form der Stichprobenziehung ergibt sich die Einschränkung, dass für die Ergebnisse (Durchschnittswerte), anders als bei einer Zufallsstichprobe, keine Konfidenzintervalle berechnet werden dürfen.<sup>8</sup> Aus diesem Grunde wurde auch auf eine Hochrechnung auf den Gesamtbestand der Wohnungen gemeinnütziger Bauvereinigungen verzichtet.

## **2.2 Datenerhebung, Auswertung**

Die Daten wurden mittels eines standardisierten Fragebogens erhoben. Dieser enthielt Blöcke zur allgemeinen baulich-technischen Beschreibung der Gebäude inkl. Sanierungsmaßnahmen, zum Wasser- und Energieverbrauch bzw. den entsprechenden Kosten – und zwar für fünf Jahre – sowie zu den Baukosten für die jüngeren Objekte. Zudem wurde um Überlassung der Energieausweise ersucht. Von Anfang war klar, dass nicht alle Daten über die Bauvereinigungen (Hausverwaltungen, technische Abteilungen) erhoben werden konnten. Für zentrale Energieversorgungsanlagen mit Einzellieferverträgen mussten die Energielieferanten bzw. Verrechnungsunternehmen um entsprechende Auskünfte ersucht werden, was über die Hausverwaltungen erfolgte. Verbrauchsdaten für Wohnungen mit individueller Energieversorgung wurden nicht erhoben.

Die Daten wurden nach ihrer Erfassung zahlreichen Plausibilitätschecks unterworfen, an die sich Rückfragen schlossen, mittels derer die Qualität deutlich verbessert werden konnte. Zum Teil wurden fehlende Daten mit Hilfe bestimmter Annahmen geschätzt, darauf wird an den entsprechenden Stellen hingewiesen.

In methodischer Hinsicht ist zu bemerken, dass alle Durchschnittswerte als gewichtetes arithmetisches Mittel berechnet wurden. Die mittlere Wohnfläche etwa ergibt sich damit aus der Division der Summen aller Nutzfläche durch die Gesamtzahl der Wohnungen und nicht als Mittelwert zwischen den mittleren Nutzflächen der Objekte. Das bedeutet, dass größere Objekte den Mittelwert stärker beeinflussen als kleine. Dieser Hinweis ist insofern von Bedeutung, als diese Berechnungsweise aus gerechtfertigten Gründen zwar der „üblichen“ Methode entspricht, diese aber nicht immer zur Anwendung kommt und Ergebnisse unterschiedlicher Untersuchungen daher mitunter nicht unmittelbar vergleichbar sind.

<sup>8</sup> Konfidenzintervall: Jener Bereich, in dem der wahre Wert mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit um den Mittelwert schwankt.



# 3. Ergebnisse

## 3.1. Beschreibung der Stichprobe nach Baualter und energetischer Qualität

Wie bereits ausgeführt, wurde die Stichprobe entsprechend der Verteilung auf die Bauperioden gewichtet und entspricht damit der Verteilung des Gesamtbestandes der Mietwohnungen. Im Folgenden wird diese Verteilung gezeigt, und zwar für die Gesamtheit aller Objekte, für jene, die noch keiner umfassenden thermischen Sanierung unterzogen wurden sowie für jene, die thermisch saniert wurden. Angegeben werden Basisdaten wie durchschnittliche Objekt- und Wohnungsgröße, das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen (A/V), die Relation Nutzfläche der Wohnungen zur Bruttogrundfläche (Grundfläche aller Geschosse). Darüber hinaus wird auch der durchschnittliche Heizwärmebedarf nach dem Energieausweis angegeben. Der Heizwärmebedarf gibt auf Basis von Berechnungen an, welche Menge Heizenergie erforderlich ist, um eine Raumtemperatur von 20 Grad Celsius für einen Referenzstandort, der ein bestimmtes Klima repräsentiert, zu erreichen. Der Heizwärmebedarf sagt nicht den tatsächlichen Verbrauch voraus, da er die bei der Wärmeverteilung entstehenden Kessel- und Leitungsverluste (Heiztechnikbedarf) nicht inkludiert, also nicht den sogenannten Endenergiebedarf angibt, der dem tatsächlichen Verbrauch am nächsten kommen sollte. Unter Vorwegnahme der später präsentierten Ergebnisse ist zu sagen, dass der Heiztechnikenergiebedarf in den Energieausweisen im Schnitt mit einem Wert von 75 Prozent des Heizwärmebedarfs angegeben war. Der Heizwärmebedarf ist daher eher als qualitatives Merkmal zu betrachten, der Unterschiede im Energieverbrauch vorhersagt. Er wurde aus zwei Gründen für die Beschreibung der thermischen Qualität der Gebäude benutzt: Einmal lag er für eine größere Zahl an Objekten vor und weiters stellte sich heraus, dass er stärker mit dem tatsächlichen Verbrauch korreliert als der Endenergiebedarf (vgl. auch weiter unten).

### Zu den Ergebnissen:

Die Anzahl von Objekten/Wohnungen nach Bauperioden ist unterschiedlich, was auf den nicht völlig gleichmäßigen Verlauf der Bautätigkeit (von Mietwohnungen) zurückzuführen ist. Die mittlere Objektgröße beträgt 34 Wohnungen. Dieser Wert ist nicht mit der Gebäudegröße gleichzusetzen, da die Definition des Objektes nach rechtlichen, finanziellen und administrativen Aspekten erfolgt. „Objekte“ können aus mehreren Gebäuden – etwa nach Definition des Energieausweises - bestehen und mehrere Stieghäuser umfassen. Umgekehrt können Objekte auch Teile von räumlich zusammenliegenden Anlagen darstellen. Auf Unterschiede in den Bauweisen kann daher aus diesem Datum nicht unmittelbar geschlossen werden.

Die durchschnittliche Wohnungsgröße beträgt 70 Quadratmeter. Unterschritten wird dieser Wert in älteren Bauten (errichtet vor 1970), größer sind die jüngsten Wohnungen sowie jene der 1980er Jahre – eine Periode, in der die Bautätigkeit niedriger war, was möglicherweise ein bisschen mehr Raum erlaubte.

Von hoher energetischer Relevanz ist die Kompaktheit der Bauweise, hier angegeben im Verhältnis Oberfläche zu Volumen (Umkehrwert der „charakteristischen Länge“). Je kleiner dieser Wert, desto kompakter das Gebäude, was eine wichtige Voraussetzung für die Energieeffizienz darstellt. Die mittlere Kompaktheit beträgt 0,41, wobei in Abhängigkeit vom Baualter - mit Ausnahme der ältesten Wohnungen (errichtet vor 1945), die eine deutlich geringere Kompaktheit aufweisen - keine signifikanten Unterschiede zu beobachten sind. Der kleinste Durchschnittswert ist mit 0,36 für Objekte aus den frühen 1960er Jahren zu beobachten.<sup>9</sup> Zur Veranschaulichung: ein Unterschied im Verhältnis Oberfläche zu Volumen

<sup>9</sup> Die Durchschnitte wurden hier so berechnet, dass das Verhältnis pro Objekt mit den Summe der Nutzfläche gewichtet wurde, der Durchschnittswert ist damit von den größeren Objekten stärker beeinflusst als von den kleinen.

von 0,50 zu 0,35 bedeutet bei identer thermischer Qualität einen Unterschied im Heizwärmebedarf von etwa 4 bis 7 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Nicht unerwähnt soll bleiben, dass eine hohe Kompaktheit auch die Baukosten günstig beeinflusst (vgl. Abschnitt Baukosten).

**TABELLE 1:**  
**Bauliche Merkmale und Heizwärmebedarf lt. Energieausweis 2011 nach Baualter**

Bauperiode	alle Objekte					Neubau + Altbau ohne Sanierung					sanierte Objekte				
	Whg/ Obj	m <sup>2</sup> / Whg	Komp A/V	WNF/ BGF	HWB/ m <sup>2</sup> BGF	Whg/ Obj	m <sup>2</sup> / Whg	Komp A/V	WNF/ BGF	HWB/ m <sup>2</sup> BGF	Whg/ Obj	m <sup>2</sup> / Whg	Komp A/V	WNF/ BGF	HWB/ m <sup>2</sup> BGF
vor 1945	21	59	0,50	0,73	111	25	60	0,47	0,70	130	18	58	0,54	0,79	85
1945 - 1960	44	56	0,41	0,71	75	69	54	0,38	0,71	89	32	57	0,44	0,70	57
1961 - 1965	38	65	0,36	0,75	62	31	66	0,30	0,82	80	42	65	0,38	0,73	58
1966 - 1970	46	66	0,44	0,80	56	30	77	0,33	0,83	92	52	64	0,46	0,79	48
1971 - 1975	41	71	0,39	0,79	49	30	63	0,36	0,75	76	45	73	0,39	0,80	44
1976 - 1980	37	75	0,43	0,81	65	62	75	0,44	0,84	80	22	74	0,40	0,76	38
1981 - 1985	37	82	0,40	0,77	60	35	83	0,40	0,76	72	42	79	0,41	0,78	35
1986 - 1990	53	75	0,39	0,74	74	53	75	0,39	0,74	74					
1991 - 1995	33	73	0,44	0,75	69	35	72	0,44	0,75	69					
1996 - 2000	26	71	0,41	0,72	47	26	71	0,41	0,72	47	12	82	0,48	0,71	49
2001 - 2005	32	78	0,40	0,74	44	32	78	0,40	0,74	44					
2006 ff	34	75	0,41	0,76	21	34	75	0,41	0,76	21					
<b>GESAMT</b>	34	70	0,41	0,75	59	34	72	0,41	0,75	62	33	66	0,43	0,76	52
<b>gesamt bis 1980</b>	34	64	0,42	0,76	69	36	64	0,40	0,76	96	33	65	0,43	0,76	54
<b>gesamt ab 1980</b>	33	75	0,41	0,75	50	33	75	0,41	0,75	51					

**Diagramm T1:**  
**Heizwärmebedarf 2011 nach Bauperiode**



Weiters ist die Relation zwischen Wohnnutzfläche und Bruttogrundfläche zu erwähnen, die im Schnitt 0,75 beträgt, was einem Umkehrwert von 1,33 entspricht. Diese Relation ist ebenfalls von Bedeutung für die Baukosten. Die baualtersabhängigen Mittelwerte reichen von 0,71 bis 0,80. Anzumerken ist, dass die Bruttogrundfläche nicht für alle Objekte angegeben wurde, fehlende Werte wurden geschätzt.

Zum Heizwärmebedarf laut Energieausweis liegen für nicht ganz 80 Prozent der Wohnungen entsprechende Angaben vor (Tab.1). Wie bereits in den Ausführungen zu den Veränderungen der Anforderungen an die energetische Qualität der Wohnbauten angemerkt, hat sich die energetische Qualität im Laufe des Baugeschehens erhöht: In unsanierten vor 1945 errichteten Objekten beträgt der Heizwärmebedarf im Schnitt 130 Kilowattstunden pro Quadratmeter Bruttogrundfläche und Jahr, in zwischen 1945 und 1970 gebauten Objekten 80 – 90 Kilowattstunden, in Objekten der 1970er und 1980er Jahre 70 – 80 Kilowattstunden, in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre geht er dann auf unter 50 Kilowattstunden zurück. Die abermalige Halbierung des Heizwärmebedarfs in nach 2005 errichteten Bauten in der vorliegenden Untersuchung ist auf die Überrepräsentation von „Paradebauten“ zurückzuführen. Deren Heizwärmebedarf unterschreitet die gültigen Anforderungen der Bauordnungen bzw. Wohnbauförderung in diesem Zeitraum deutlich. Der mittlere Heizwärmebedarf beträgt rund 60 Kilowattstunden pro Quadratmeter Bruttogrundfläche und Jahr.<sup>10</sup>

Betrachtet man die Gesamtheit der GBV-Objekte unabhängig vom Sanierungs-Status, weisen heute Bauten aus den 1960er und 1970er Jahren zum Teil eine durchschnittlich bessere energetische Qualität auf als später errichtete Objekte. Das ist sowohl auf den hohen Anteil bereits sanierter Bauten zurückzuführen, als auch darauf, dass die noch nicht sanierten Objekte vermutlich einen besseren Standard aufweisen als zunächst angenommen. So zeigt sich im Vergleich der sanierten mit den unsanierten Objekten, dass die noch unsanierten eine höhere Kompaktheit aufweisen als die bereits sanierten. Aus dieser Tatsache lässt sich schließen, dass die energetisch schlechteren Objekte bei der Sanierung vorgezogen wurden und die Dringlichkeit der Sanierung bei den noch unsanierten Objekten geringer ist. Umgekehrt lässt sich auch auf das Vorhandensein von „Problemfällen“ schließen, wenn man den Anteil der sanierten Objekte an der Gesamtheit nach Errichtungsperiode differenziert betrachtet: Hier weisen die ältesten Bauten geringere Anteile auf, was möglicherweise als Indiz für Hindernisse für die Sanierung interpretiert werden kann – etwa aufgrund nicht ausreichender finanzieller Mittel oder gegebener Unwirtschaftlichkeit.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang nochmals auf den Umstand, dass die vorliegende Stichprobe den Anteil der bereits sanierten Objekte/Wohnungen tendenziell unterschätzt (vgl. Ausführungen zur Stichprobe oben).

Auf den Unterschied im Heizwärmebedarf zwischen unsanierten, vor 1980 errichteten Gebäuden ( $96 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ) und sanierten Objekten ( $54 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ) wird im Zusammenhang mit dem Energieverbrauch in den betreffenden Objekten zurückzukommen sein.

## **3.2 Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasseraufbereitung**

### **3.2.1 Energetische Einstufung der Gebäude und Typenbildung**

Der folgende Abschnitt untersucht den tatsächlichen Energieverbrauch in Abhängigkeit von der thermisch-energetischen Qualität der Gebäude. Dafür ist zunächst ein geeigneter Indikator zu definieren. Die Einführung von Energieausweisen sollte diesem Zweck dienen, allerdings bleibt zu überlegen, welcher Wert des Energieausweises am ehesten geeignet ist, dem tatsächlichen Verbrauch gegenüber gestellt zu werden. In Österreich erfolgt die Einstufung derzeit nach dem theoretisch kalkulierten Heizwärmebedarf, obwohl dieser nur die thermische Qualität der Gebäudes (Gebäudehülle), nicht aber durch das Heizsystem verursachte Verluste berücksichtigt.

<sup>10</sup> Das ist um etwa 5 - 10 kWh weniger als eine andere Untersuchung des Verbandes ergibt, wobei diese auch nicht die Gesamtheit der Objekte abdeckt und nicht auf Angaben des Heizwärmebedarfes sondern der Energieeffizienzklassen beruht.

### **Zur Definition zentraler Werte:**

- Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° Celsius zu halten.
- Heiztechnikbedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht (Anlagen-, Kessel- bzw. Leitungsverluste).
- Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung (und Warmwasserversorgung) inkl. notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss; also: Heizwärmebedarf + Heiztechnikbedarf.
- Heizwärme-, Heiztechnik- bzw. Endenergiebedarf werden getrennt für Raumwärme und Warmwassererzeugung berechnet und angegeben.

Vor der Klassifizierung der Gebäude wurden zunächst einige Berechnungen anhand der vorliegenden Energieausweise und des tatsächlichen Verbrauchs vorgenommen:

Für die Gesamtheit der Energieausweise ergab sich im Schnitt ein Heizwärmebedarf von 57 Kilowattstunden/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>; der durchschnittliche Heiztechnik-Energiebedarf (Verluste) war mit 42 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> berechnet. Daraus kann auf einen Erwartungswert des tatsächlichen Verbrauchs in Höhe des Endenergiebedarfs (Heizwärmebedarf + Leistungsverluste) von rd. 100 Kilowattstunden/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> (133 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub>) geschlossen werden. Allerdings: der durchschnittliche gemessene Verbrauch lag für diese Objekte weit darunter und deckte sich im Schnitt beinahe mit jenem des kalkulierten Heizwärmebedarfs. Weitere Berechnungen zeigten, dass die Diskrepanz zwischen Endenergiebedarf laut Energieausweis und tatsächlichem Verbrauch in energetisch besser eingestuftem Gebäuden geringer war als in energetisch schlecht eingestuftem, für die sich sogar eine negative Korrelation zwischen kalkuliertem Endenergiebedarf laut Energieausweis und tatsächlichem Verbrauch ergab. Wie bereits einleitend angedeutet, sind dafür zwei Faktoren als Ursachen in Betracht zu ziehen: Erstens das Bewohnerverhalten sowie mögliche Unschärfen bei den Berechnungen der Energieausweise. In der Literatur finden sich auch Hinweise, dass bei der Berechnung des Heiztechnikbedarfs bei Niedrigenergiegebäuden zu optimistische Annahmen getroffen werden (Treberspurg 2009, S. 56; Schöberl 2012, S. 40).

Unter Vorwegnahme der Ergebnisse der vorliegenden Studie ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei energetisch schlechteren Häusern umgekehrt verhält: eine der Ursachen für die Unterschreitung der Erwartungswerte des Energieausweises mag darin liegen, dass dort die Anlagen- und Leitungsverluste zu hoch geschätzt werden. Dies wird gestützt durch die Tatsache, dass die Korrelation zwischen tatsächlichem Verbrauch und Heizwärmebedarf bei energetisch schlechteren Gebäuden höher ist als jene zwischen Verbrauch und Endenergiebedarf. Insgesamt zeigten diese Berechnungen auch, dass im mittleren Bereich des Endenergiebedarfs lt. Energieausweis die stärkste Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Verbrauch gegeben ist.

Auch aus pragmatischen Gründen – der Heizwärmebedarf war für eine größere Anzahl von Objekten gegeben – wurde dieser für die Einstufung der thermischen Qualität herangezogen.

Noch einmal ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den Werten des Energieausweises um Indikatoren für die thermische Qualität der Gebäude handelt und Schlüsse auf den tatsächlichen Verbrauch nur bedingt zulassen, da sie auf angenommenen Raumtemperaturen, durchschnittlichen Klimadaten und sonstigen allgemeinen Parametern beruhen. Der reale Standort, die tatsächliche Außentemperatur, die

Lage der einzelnen Wohnung und Benutzerverhalten (tatsächliche Raumtemperatur, adäquate Nutzung) spielen für den tatsächlichen Verbrauch ebenfalls wesentliche Rollen.<sup>11</sup>

Ebenfalls von Bedeutung ist eine Differenzierung zwischen Neubau (Objekte ohne energetische Sanierung) und Objekten mit energetischer Sanierung: Für Erstere ist die Korrelation zwischen Verbrauch und Heizwärmebedarf mit 0,61 deutlich höher als für Letztere mit 0,35.

Für eine Abschätzung der **Unterschiede** in den Verbräuchen zwischen den Gebäuden unterschiedlicher Energie-Effizienzklassen sollte der Heizwärmebedarf jedoch ein relativ valides Instrument sein.

Zusammenhang zwischen Verbrauch Heizenergie Raumwärme und energetischer Qualität lt. Energieausweis (EA)		Korrelation gemessener Verbrauch 2011 mit	
		Endenergiebedarf Raumwärme lt. EA	Heizwärmebedarf Ref.Klima lt. EA
Endenergiebedarf	bis 50	0,20	0,19
	50 - 100	0,29	0,42
Energieausweis kWh/m <sup>2</sup> BGFa	100+	-0,09	0,44
	GESAMT	0,38	0,58
alle Fälle mit Angabe HWB und Verbrauch	NEUBAUTEN		0,61
	SANIERUNGEN		0,35

Korrelation: statistischer Zusammenhang der Varianz zweier Variablen; vollständiger Zusammenhang: Korrelationskoeffizient = 1; die Varianz der einen Variablen kann zu 100% mit jener der anderen erklärt werden

Die **Typenbildung** für die zentralen Auswertungen erfolgte durch eine Unterteilung in Klassen des Heizwärmebedarfes. Die Klasse mit einem Heizwärmebedarf bis 12 kWh/m<sup>2</sup>BGFa umfasst damit Passivhäuser, die den Anforderungen der österreichischen Passivhaussträger entsprechen, solchen, die nur einen Teil der Kriterien erfüllen und darüber hinaus zwei Objekte, die einen Heizwärmebedarf von leicht über 10 kWh/m<sup>2</sup>BGFa aufweisen. All diese Gebäude sind mit mechanischen Lüftungsanlagen und Wärmrückgewinnung ausgestattet. Auf einzelne Objekte werden keine weiteren Hinweise angebracht; es soll nur festgehalten werden, dass die „Generation Eurogate“ in Wien noch nicht enthalten ist, weil diese Objekte für die Zwecke dieses Projektes noch zu wenig lange in Betrieb waren.

Alle Objekte mit einem Heizwärmebedarf bis ca. 50 kWh/m<sup>2</sup>BGFa repräsentieren unterschiedliche Typen von „Niedrigenergiehäusern“. Sie können der einen oder anderen „Generation“ nach den Vorgaben der Wohnbauförderung zugerechnet werden. Es finden sich darunter einige Objekte, deren Standard – so wie jener der Passivhäuser – über jenen der Wohnbauförderung hinausgeht. In den Klassen mit einem Heizwärmebedarf bis 30 kWh/m<sup>2</sup>BGFa sind die Gebäude ebenfalls mit Lüftungsanlagen ausgestattet, teilweise in Kombination mit Wärme-Rückgewinnung. Auch in den anderen Kategorien von Niedrigenergiehäusern finden sich zum Teil Objekte mit mechanischen Lüftungsanlagen. In einer Klasse wurden sie getrennt von den anderen Gebäuden erfasst, da es sich um eine relativ hohe Anzahl handelt. Relativ „dünn“ besetzt sind die Gebäude mit einem Heizwärmebedarf zwischen 12 und 30 kWh/m<sup>2</sup>BGFa, da sie quasi typen zwischen dem relativ gut vertretenen Passivhäusern und den „Normaltypen“ nach den Anforderungen der Förderung darstellen.

### 3.2.2 Bezugsflächen

Weitere Überlegungen sind der Bezugsfläche für die Bedarfs- und Verbrauchsberechnungen zu widmen: Der Energieausweis stellt auf den Bedarf pro Quadratmeter Brutto-Grundfläche ab (Brutto-Grundfläche nach OIB: Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen; BGF). Es sind darin über die Wohn-Nutzflächen (WNF) hinausgehend auch die – nicht beheizten – Allgemeinflächen enthalten. Die Verteilung der Energiekosten erfolgt allerdings – sofern nicht das Heizkostenabrechnungsgesetz zum Tragen kommt – nach (beheizbarer) Wohnnutzfläche. In den Auswertungen werden alle Bezugsgrößen angegeben, die Dimensionen unterscheiden sich nicht unerheblich, da die Wohnnutzflächen im Schnitt 75 Prozent der Brutto-Grundflächen ausmachen. Die beheizbare Grundfläche – in der Regel die um die offenen Loggien verminderten Wohnnutzflächen – beträgt rd. 93 Prozent der Wohnnutzfläche.

<sup>11</sup> Entsprechende Hinweise finden sich in den Energieausweisen.

### 3.2.3 Messung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser

In der vorliegenden Untersuchung wurden für die einbezogenen Objekte der Energieverbrauch für Heizwärme und Warmwasseraufbereitung analysiert. Dies erfolgte anhand der durch die Hausverwaltungen bzw. Energielieferanten zur Verfügung gestellten Jahresabrechnungen für die Jahre 2007 – 2011. Mit dieser Vorgangsweise ist bereits ein Unterschied zu anderen Studien gegeben, die sich zum Teil auf Messungen in Einzelwohnungen beschränken. Hier wurde gemessen, was auch bezahlt werden muss.

Grundsätzlich wurde nach den Verbräuchen für Heizung und Warmwasser getrennt gefragt; nicht in allen Fällen wurden die Verbräuche getrennt angegeben bzw. war wegen zentraler Beheizung aber dezentraler Warmwasserversorgung nur der entsprechende Energieanteil bekannt.

Der Heizenergie-Verbrauch wird in den Auswertungen in zwei Ausprägungen angegeben: zunächst der Verbrauch für Raumwärme, dann der Verbrauch Raumwärme plus Warmwassererzeugung. Beide Größen enthalten Schätzungen:

- In den Heizkostenabrechnungen (Fernwärme) ist zwar immer eine Verteilung auf Raumheizung und Warmwasser angegeben, diese beruht aber teilweise auf Schätzungen.<sup>12</sup>
- Ein Teil der angegebenen Kosten war nur als Summe von Verbrauch Raumwärme und Warmwasseraufbereitung angegeben.
- In einigen Objekten war nur eine zentrale Aufbereitung von Heizenergie gegeben, während die Warmwasseraufbereitung individuell (z.B. E-Boiler) erfolgt. In diesen Fällen wurde der geschätzte Energieverbrauch für die Warmwassererzeugung hinzugerechnet.

Die Verbrauchsschätzungen (Verteilung auf Heizung – Warmwasser, fehlender Warmwasserverbrauch) wurde mit den im Detail vorliegenden Verbräuchen vorgenommen; dafür ergab sich für den Wasserverbrauch ein Wert von  $23 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  ( $30 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNfa}}$ ).

Sofern Erträge aus Solaranlagen gegeben waren, wurden diese den Verbräuchen hinzugerechnet (vgl. dazu auch den Abschnitt Solar), ebenso wie die durch Wärmepumpen gewonnene Energiemenge.

Der Wert des Energieverbrauchs in Summe von Heizung und Warmwasser weist damit insgesamt die größere Validität auf, da er weniger Schätzungen enthält als der Wert der reinen Heizenergie.

### 3.2.4 Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser - Ergebnisse

Mit zunehmendem Heizwärmebedarf laut Energieausweis steigt auch der Verbrauch nach Jahresabrechnung. Allerdings: die Verbrauchskurve weist einen flacheren Anstieg auf, als zu erwarten wäre. Das liegt zunächst daran, dass die Unterschiede bei den Niedrigenergiegebäuden weniger ausgeprägt sind, als die Heizwärmebedarf-Klassen erwarten ließen. Bei den Gebäuden mit einem schlechten energetischen Status liegt der Verbrauch deutlich unter dem Erwartungswert – der eigentlich höher sein müsste als der Heizwärmebedarf. Anstelle einer Differenz in Ausmaß von rd. 1:10 ( $15:150 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ) ergibt sich nur eine Spanne von 1 : 3,33 ( $30: 100 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ) für den Heizwärmeverbrauch; in den thermisch besten Gebäuden beträgt der Verbrauch für Raumwärme weniger als ein Drittel von jenem der schlechtesten (ältesten) Objekte. Bei Betrachtung des Verbrauchs inklusive Energie zur Warmwasseraufbereitung reduziert sich der Abstand noch einmal auf rd.  $50:120 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  (1:2,4). Aber auch wenn nicht die erwarteten Unterschiede im Energieverbrauch vorgefunden werden: Die Differenzen zwischen Gebäuden älterer und neuerer Generationen bzw. auf diesen Standard sanierten Objekten sind sehr hoch.

<sup>12</sup> vgl. Heizkostenabrechnungsgesetz § 9 (2): Heizkosten sind ohne tatsächliche Messung mit 60 – 80 Prozent anzusetzen.

### Zu zentralen Maßen und Streuung der Werte:

Im mit den Wohnnutzflächen gewogenen Mittel liegt der Verbrauch an Heizenergie (Endenergie) bei 61 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> im Schnitt aller Objekte. Verteilungs- und Streuungsmaße für die ungewichteten Objektdaten werden in der folgenden Übersicht angegeben.

Es zeigt sich eine relativ hohe Streuung: Zwischen dem untersten und obersten Quartil ist ein Abstand von nahezu 100 Prozent beim Heizenergieverbrauch. In 10 Prozent aller Objekte (bei dieser Auswertung

	Heizung	Heizung + Warmwasser
	kWh/m <sup>2</sup> BGfA	
arithmetisches Mittel ungewichtet	63	87
Standardabweichung	27	28
1. Dezil	31	54
1. Quartil	42	65
Median	59	83
3. Quartil	76	100
9. Dezil	95	120
Variationskoeffizient	0,43	0,32

wird nicht auf Wohnungen abgestellt!) liegt der Verbrauch unter 31 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub>, wobei es sich dabei nicht nur um Passiv-Objekte handelt. Die Streuung ist auch innerhalb der Effizienzklassen stark ausgeprägt, nimmt aber mit steigender thermischer Qualität ab: Der Variationskoeffizient<sup>13</sup> beträgt in der besten Effizienzklasse 0,27 und bei den schlechtesten Objekten 0,36. Die hohe Streuung des Energieverbrauchs ist ein deutlicher Hinweis auf die Abhängigkeit vom Nutzerverhalten.

Das Niveau des Verbrauchs Heizung inklusive Warmwasseraufbereitung liegt jeweils um 22 – 24 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> über jenem des reinen Heizenergieverbrauches, diese Größe ist relativ stabil.

### TABELLE 2:

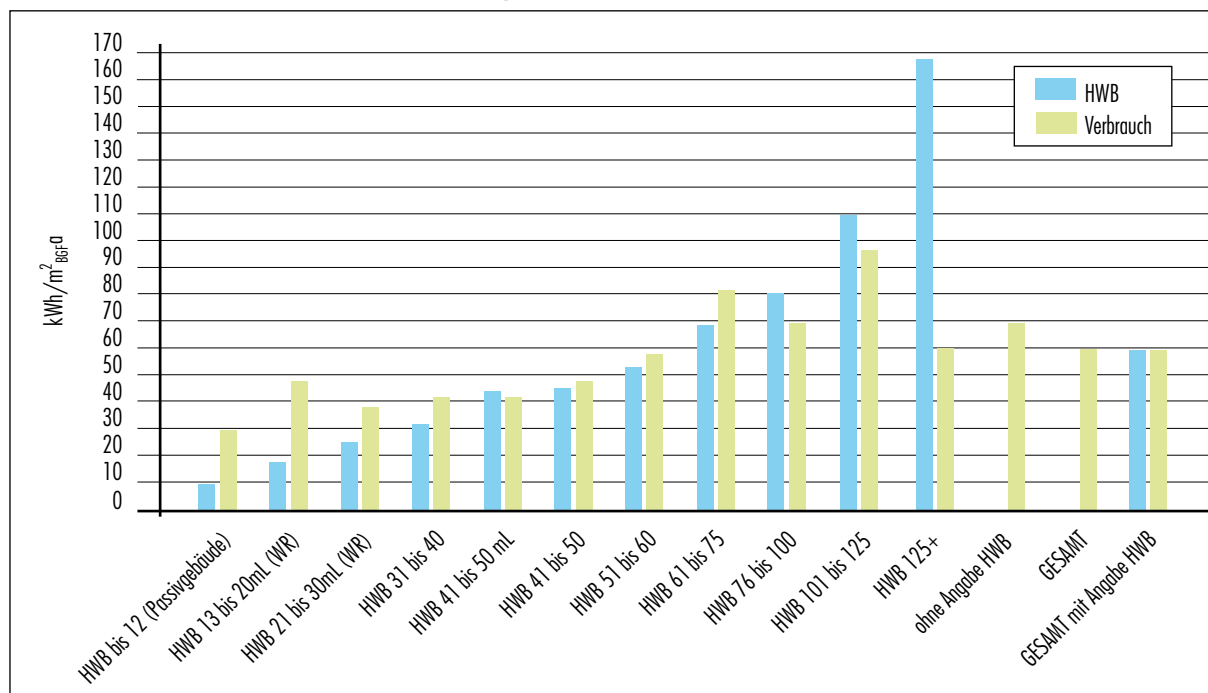
#### Verbrauch Heizenergie Raumwärme (Endenergie) 2011 nach Objekttyp

Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGfA</sub>	ALLE OBJEKTE			NEUBAU/ALTBAU ohne SAN			SANIERTE OBJEKTE		
	mittlerer Jahres- Verbrauch in kWh pro		m <sup>2</sup> WNF	mittlerer Jahres- Verbrauch in kWh pro		m <sup>2</sup> WNF	mittlerer Jahres- Verbrauch in kWh pro		m <sup>2</sup> WNF
	HWB pro m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> BGF		HWB pro m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> BGF		HWB pro m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> BGF	
HWB bis 12 (Passivgebäude)	9	31	44	9	30	41	9	33	53
HWB 13 bis 20 mL (WR)	17	47	58	17	47	59	15	42	55
HWB 21 bis 30 mL (WR)	26	38	48	26	38	48			
HWB 31 bis 40	33	44	56	34	44	55	32	44	57
HWB 41 bis 50 mL	46	47	66	46	43	60	42	68	92
HWB 41 bis 50	46	55	71	46	49	65	45	65	80
HWB 51 BIS 60	55	57	76	55	56	75	56	60	81
HWB 61 BIS 75	68	79	104	68	87	114	66	59	79
HWB 76 BIS 100	85	70	92	84	71	92	86	56	96
HWB 101 BIS 125	111	97	119	110	97	119	113		
HWB 125+	161	59	94	167	62	105	139	55	80
OHNE ANGABE HWB		72	93		69	93		80	94
<b>GESAMT</b>		61	80		62	82		59	78
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	59	59	77	62	60	79	52	56	75

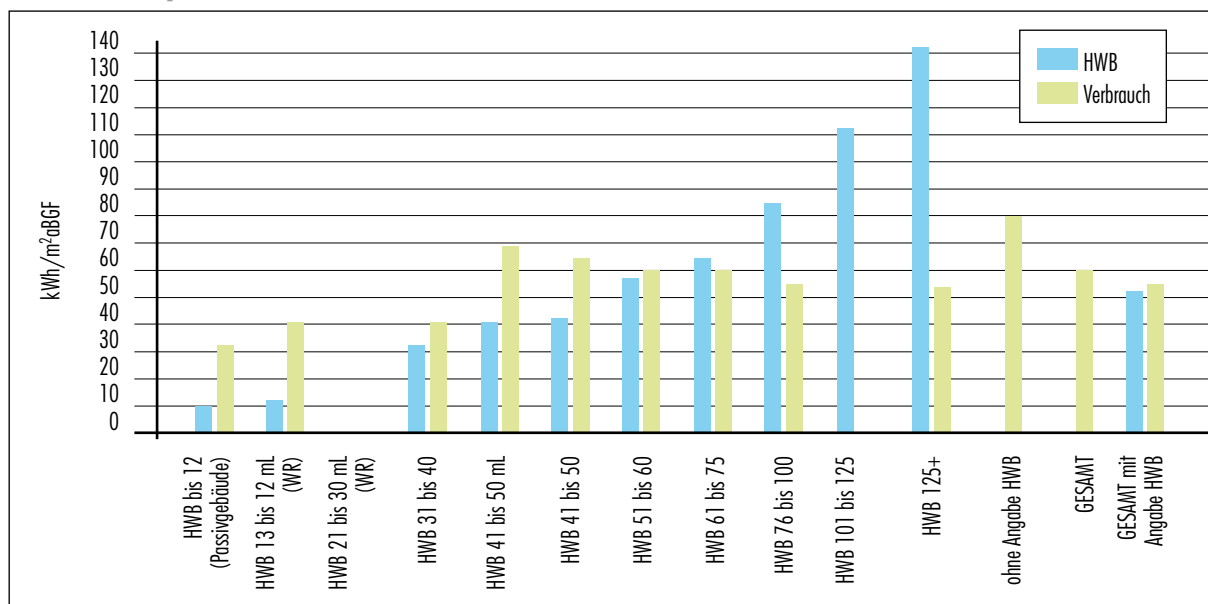
Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung; BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche

<sup>13</sup> Der Variationskoeffizient drückt die Standardabweichung in Relation zum jeweiligen Mittelwert aus und stellt damit ein vergleichbares Streuungsmaß dar.

**Diagramm T2A:**  
**Heizwärmebedarf und Verbrauch Endenergie Heizung**  
**Neubauten/Altbauten ohne Sanierung**



**Diagramm T2B:**  
**Heizwärmebedarf und Verbrauch Endenergie Heizung**  
**Sanierte Objekte**



Umgerechnet auf Quadratmeter Wohnnutzfläche liegen die Werte für den Verbrauch rd. 15 – 25 kWh über jenen für die Bruttogrundfläche, auf die beheizbare Nutzfläche umgerechnet sind es im Schnitt noch einmal vier Kilowattstunden mehr (vgl. dazu die Tabellen im Anhang).



Insgesamt liegt der durchschnittliche Verbrauch auf dem Niveau des durchschnittlichen Heizwärmebedarfs und unterschreitet damit den „theoretischen“ Verbrauch in der Dimension der Leitungsverluste (womit nicht gesagt werden soll, dass diese nicht existieren!).

**Nun zur Validierung der Ergebnisse:**

- Zum Vergleich für den **durchschnittlichen Verbrauch** bietet sich etwa die eingangs schon zitierte Energiestatistik des Mikrozensus der Statistik Austria an. Leider umfasst diese keine Daten, die unmittelbar für den Geschosswohnbau heranzuziehen sind. Nimmt man aber etwa den Verbrauch für von Zentralheizungen bzw. Fernwärme versorgten Haushalten in Wien (überwiegend Geschosßbau), lässt sich ein durchschnittlicher monatlicher Verbrauch von 113 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub> für 2009/10 errechnen, was den für die vorliegende Stichprobe berechneten Verbrauch von 109 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub> (inkl. Warmwasser) sehr nahe kommt .

- Auch die **Ausgaben** 2009/2010 laut Konsumerhebung der Statistik Austria, die für fernwärmeversorgte Haushalte in Wien monatliche Ausgaben von 55 Euro ausweist, befinden sich in gutem Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung: 109 kWh\* € 0,085\* 70m<sup>2</sup>/12 = 54 Euro.

- Der **Verlauf des erhobenen Verbrauchs** für die Jahre 2007 – 2011 entspricht den witterungsbedingten Gegebenheiten: Die „Heizgradtage“ ergeben sich aus einer Multiplikation der Zahl der Tage mit einer Außentemperatur unter 12 Grad Celsius mit der jeweiligen Temperaturdifferenz.

	2007	2008	2009	2010	2011
Index Verbrauch Heizung (incl. WaWa) Stichprobe	89	99	100	103	99
Index Heizgradtage	90	95	100	110	100

- Für den Teil der **Niedrigenergiebauten bzw. Passivhäuser** liegen jüngere Untersuchungen vor. Für die Niedrigenergiebauten werden Verbräuche auf dem Level der vorliegenden Studie angegeben:

Treberspurg (2009) gibt für fernwärmeversorgte in den Jahren 2003 – 2008 fertiggestellte Wiener Niedrigenergiehäuser einen durchschnittlichen Energieverbrauch (Endenergie) für Heizung von rd. 47 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> an (Zahl aus Angabe in Diagramm geschätzt), bei einem HWB lt. Energieausweis von 35 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> (S. 55). Für diese HWB-Klasse ergibt sich in der vorliegenden Stichprobe (30 Objekte) ein mittlerer Verbrauch (Endenergie) für Heizung von 44 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>. Schöberl (2012, S.25) gibt den Heizwärmebedarf (meint aber wohl –verbrauch) für vier „Niedrigenergiehäuser“ - allerdings bezogen auf die Wohnnutzfläche – in der Höhe zwischen 48 und 71 kWh an, woraus sich ein mittlerer Wert von rd. 45 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> abschätzen lässt. Diese Werte sind allerdings „klima- und temperaturbereinigt“. Bezüglich der Verbräuche in Niedrigenergiehäusern gibt es damit eine hohe Übereinstimmung zwischen den Referenzstudien und den vorliegenden Ergebnissen.

Diskrepanzen gibt es allerdings bei Passivhäusern, wobei sich Treberspurg und Schöberl überwiegend auf dieselben Objekte beziehen. Treberspurg weist rd. 16 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> als Endenergieverbrauch für die Beheizung von drei fernwärmeversorgten Wiener Passivbauten aus (2009, Seite 55) Schöberl beschränkt sich auf die Angabe von Werten ohne Leitungsverluste, was einen Vergleich erschwert (dieser ergibt im ungewichteten Durchschnitt seiner sechs Objekte (Seite 22) rd. 11,5 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> nach eigener Umrechnung auf die Bruttogrundfläche mit dem Faktor 1,33). Die Werte beruhen auf Messungen in Einzelwohnungen – im Unterschied zu Treberspurg und der vorliegenden Studie, deren Ergebnisse auf Abrechnungen der Energieversorger basieren. Jedenfalls befinden sich diese Werte deutlich unter jenen, die für den Durchschnitt der Verbräuche von Passivbauten in der vorliegenden Studie festgestellt wurden (Neubauten: 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>).

### **Als Erklärung für die Diskrepanzen kann angenommen werden:**

In der vorliegenden Studie befindet sich – mit Angabe des Energieverbrauches – nur ein einziges Objekt, das in eine der beiden Referenzstudien Eingang gefunden hat, ansonsten handelt es sich um andere Objekte, in denen der Verbrauch höher sein mag. Tatsächlich lassen sich starke Unterschiede zwischen einzelnen Objekten beobachten; jede Auswahl von wenigen Objekten birgt daher die Gefahr, nicht das gesamte Spektrum abzubilden. In der Entwicklung der Passivhäuser wurden unterschiedliche Prototypen gebaut, die sich in der Heiz- und Lüftungstechnik unterscheiden, aber auch hinsichtlich Größe und Kompaktheit. Die vorliegende Untersuchung umfasst jedenfalls dieses Spektrum besser als die Referenzstudien.

Vermutlich liegt es aber (auch) an der Erhebungs- bzw. Auswertungsmethode: In den erwähnten Studien wurden teilweise Einzelmessungen in einigen Wohnungen vorgenommen und diverse Schätzoperationen für die Berechnung des Verbrauches angestellt. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Jahresabrechnungen für die Gesamtobjekte verwendet – und zwar ohne jegliche Bereinigungen. Zur Illustration: für das eine angesprochene Objekt, das sich sowohl in der vorliegenden Stichprobe befindet als auch in der Studie Schöberl einbezogen ist, wurde hier ein Messwert laut Jahresabrechnung für den Heizenergieverbrauch (inklusive Leitungsverlusten, ohne Warmwasser) von  $24 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  vorgefunden, bei Schöberl wird er – ohne Leitungsverluste - mit  $9,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  angegeben (Umrechnung von Wohnnutzfläche auf Bruttogrundfläche durch die Verfasserin), wobei dieser Wert auf Messung in einzelnen Wohnungen beruht. Möglicherweise zeichnen diese Messungen in Einzelwohnungen bzw. vorgenommenen Schätzungen ein zu optimistisches Bild, da sie nicht das gesamte Spektrum an Verbräuchen repräsentieren.

Eine Überstimmung in Bezug auf die Verbrauchskurve findet sich auch zwischen den vorliegenden Ergebnissen und den zitierten Studien für die Niederlande (Visscher 2012) und für Deutschland (Sunikka-Blank 2012):

In der niederländischen Untersuchung wird der tatsächliche Gasverbrauch in Gebäuden unterschiedlicher Qualität den theoretischen Verbräuchen nach Energieausweisen gegenübergestellt (Sample: 198.000 Haushalte). Aufgrund der Tatsache, dass Haushalte in energetisch schlecht eingestuftem Gebäuden weit weniger als angenommen verbrauchen und Haushalte in sehr gut eingestuften Objekten etwas mehr als erwartet, zeigt die Kurve des tatsächlichen Verbrauchs einen deutlich flacheren Verlauf als kalkuliert (kalkulierte Differenz: 1: 4,7, tatsächlicher Verbrauch: weniger als 1:2). Die insgesamt flachere Kurve ist darauf zurückzuführen, dass sich die Berechnungen/Messungen auf den Gasverbrauch beziehen, der neben der Beheizung auch die Warmwasseraufbereitung und Kochenergie umfasst.

Für Deutschland wird der Prebound-Effekt (Unterschreitung der Erwartungswerte des Energieausweises) auf 30% geschätzt: je schlechter das Gebäude, desto höher ist der Effekt. Umgekehrt findet sich in besseren Gebäuden der Rebound-Effekt, womit die Überschreitung des Erwartungswertes angesprochen wird. Was Passivhäuser angeht, werden aber Studien zitiert, die nahelegen, dass in Passivbauten der Rebound-Effekt in einem geringeren Ausmaß gegeben ist (Sunikka-Blank/Galvin Seite 265).

Zusammenfassend lässt sich also festhalten: Die Validität der für diese Studie verwendeten Daten ist gegeben. Alleine bei den Niedrigstenergie- bzw. Passivbauten zeigen sich Divergenzen zu anderen Studien. Das liegt an der Zusammensetzung der untersuchten Objekte und ist auch wesentlich erhebungstechnisch bzw. methodisch begründet.

#### **3.2.4.1 Beurteilung der Ergebnisse für Neubauten**

Der Energieverbrauch in thermisch besseren – bzw. besser eingestuftem – Gebäuden/Wohnungen ist im Vergleich zu älteren, thermisch schlechteren deutlich geringer; dass die Unterschiede nicht im erwarteten Ausmaß gegeben sind, ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen:

- Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen den Schluss zu, dass die Einstufung der Gebäude durch die Energieausweise Unschärfen aufweist, vor allem im Bereich der veranschlagten Kessel- und Leitungsverluste. Auf zu optimistische Berechnungen wird in der einschlägigen Literatur verwiesen; auf zu pessimistische Kalkulation v.a. für ältere/schlechtere Gebäude deuten die hier angestellten Analysen.
- In schlechteren Gebäuden spielt auch das Bewohnerverhalten eine starke Rolle; es wird mit Energie zum Teil sparsam umgegangen – sei es einkommensbedingt und/oder aus Gründen des Umweltschutzes und der Ressourcenschonung (Preboundeffekt).
- Im Bereich der Niedrigstenergiegebäude sind die beobachtbaren Unterschiede im Verbrauch gering. Während in den schon mehrfach angesprochenen Studien von einem Unterschied von etwa 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> im Verbrauch von Niedrigenergiebauten gegenüber Passivhäusern ausgegangen wird, sind es den Ergebnissen dieser Analyse entsprechend nur die Hälfte, nämlich 15 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>. Unter Vorwegnahme der folgenden Untersuchungsschritte sei darauf hingewiesen, dass dieser Unterschied noch weiter zurückgeht, wenn man den Energieverbrauch für den Lüftungsbetrieb ins Kalkül zieht. Die eingangs vorgestellten „Zwischentypen“ zwischen Niedrigenergiehaus mit einem Heizwärmebedarf von 30 – 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> und Passivbauten weisen im Vergleich zum Niedrigenergiehaus kaum Unterschiede im Verbrauch auf, allerdings: von diesen Typen gibt es nur eine sehr geringe Anzahl. Das ist insofern ein Manko, als es sich dabei um solche Gebäude handelt, die am ehesten dem Nearly-Zero-Gebäude des „Nationalen Plans“ entsprechen.
- In Passiv- und Niedrigstenergiegebäuden liegt der Energieverbrauch höher als erwartet. Zum Teil liegt das auch hier an einer Fehleinschätzung bei der Berechnung der Leitungsverluste, wie es in den Referenzstudien angenommen wird. Noch nicht untersucht ist der Zusammenhang zwischen Kompaktheit von Passivbauten und dem tatsächlichem Energieverbrauch. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass in weniger kompakten Gebäuden die Erreichung des Passiv-Standards schwerer zu erfüllen ist, liegt die Vermutung nahe, dass es in weniger kompakten Passivobjekten eher zu „Überschreitungen“ des Energieverbrauchs kommt. Tatsächlich ergibt sich in der vorliegenden Stichprobe ein leicht positiver Zusammenhang zwischen geringerer Dichte und höherem Energieverbrauch.

Über den „normalen“ Rebound-Effekt hinaus – etwa die Ausnutzung der besseren thermischen Qualität zur Herstellung komfortablerer Temperaturverhältnisse in den Wohnungen – mag hier auch der Umgang mit der komplexeren Lüftungs- und Heizungstechnik eine Rolle spielen. Das Lüften durch Öffnen der Fenster sollte während der kalten Jahreszeit zwar nicht erforderlich sein, wird aber trotzdem durchgeführt, etwa um Schlafräume abzukühlen - das aber erhöht den Heizbedarf. Ähnliche Effekte hat ein zu starker Lüftungsbetrieb, der zu einem Mehrverbrauch an Heizenergie führt.

Insgesamt ist also festzuhalten, dass die laufende Erhöhung des thermischen Standards von Wohngebäuden zu erheblichen Reduktionen im Energieverbrauch geführt hat, allerdings nicht in dem Ausmaß, wie es anhand der energetisch-thermischen Einstufung der Wohnbauten zu erwarten ist.

### **3.2.4.2 Energieverbrauch in sanierten Gebäuden**

Für eine Beurteilung des Energieverbrauchs in thermisch sanierten Gebäuden eignet sich besser eine Betrachtung der nach Bauperioden klassifizierten Gebäude. An den oben präsentierten Ergebnissen war bereits ablesbar, dass die Abweichungen zwischen theoretischem Energiebedarf laut Energieausweis und tatsächlichem Verbrauch in sanierten Gebäuden stärker ausgeprägt ist als in neu errichteten bzw. noch unsanierten Gebäuden.

Dies ist insofern auch zu erwarten, als in sanierten Gebäuden der „technische Reboundeffekt“, der in der Fachliteratur als Folge nicht re-dimensionierter Heizsysteme in thermisch sanierten Gebäuden beschrieben wird (vgl. z.B. Umweltbundesamt 2013, Seite 81), eher gegeben ist.

Eine Analyse des Energieverbrauchs bzw. seiner Reduktion durch thermische Sanierungsmaßnahmen zeigt:

Eingangs ist zu konstatieren, dass der Vergleich der energetischen Qualität laut Energieausweis bzw. des Verbrauchs aus einer Gegenüberstellung der anhand der Stichprobe ermittelten Werte für sanierte bzw. unsanierte Gebäude KEINE gültige Aussage auf den Zustand vor bzw. nach Sanierung zulässt. Das liegt an dem bereits mehrfach erwähnten Umstand, dass die derzeit noch nicht sanierten Gebäude eine bessere thermische Qualität aufweisen als die bereits sanierten Bauten der jeweiligen „Generation“ vor der Sanierung. Ein erster Indikator dafür ist die höhere Kompaktheit der noch unsanierten Gebäude im Vergleich zu den bereits sanierten. Die Daten der Verbandserhebung über aktuell sanierte Bauten in den Jahren 2005 bis 2008 ergeben darüber hinaus, dass der Heizwärmebedarf (lt. Energieausweis oder Feststellung für die Förderung) vor Sanierung um etwa 5 bis 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> über dem Schnitt der unsanierten Gebäude der Stichprobe lag (vgl. dazu auch Diagramm 2). Der Heizwärmebedarf nach Sanierung lag mit 45 – 55 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> bei den in den Jahren 2005 – 2008 sanierten Gebäuden jedoch unter den Stichprobenergebnissen für die sanierten Gebäude insgesamt (54 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>). Dieses Ergebnis war auch zu erwarten, da die Stichprobe auch weiter zurückliegende Sanierungsfälle umfasst. Von diesen ist aus zwei Gründen eine durchschnittlich schlechtere thermische Qualität nach Sanierung zu anzunehmen:

- Wie eine Analyse der Daten zeigt, beträgt das durchschnittliche Baualter bei Sanierung 39 Jahre. Das bedeutet, dass ältere, mit einem schlechteren Ausgangswert gekennzeichnete Objekte, die auch einen schlechteren Wert nach Sanierung aufweisen, tendenziell früher saniert wurden.
- Gleichzeitig ist die Intensität der Sanierung aktuell höher als in früheren Jahren.

**TABELLE 3:**  
**Verbrauch Heizenergie (ohne Warmwasser) nach Bauperiode**

Bauperiode	alle Objekte				Neubau + Altbau ohne Sanierung				sanierte Objekte			
	HWB m <sup>2</sup> BGF	Komp A/V	mittlerer Jahres- Verbrauch kWh pro m <sup>2</sup> BGF m <sup>2</sup> WNF		HWB m <sup>2</sup> BGF	Komp A/V	mittlerer Jahres- Verbrauch kWh pro m <sup>2</sup> BGF m <sup>2</sup> WNF		HWB m <sup>2</sup> BGF	Komp A/V	mittlerer Jahres- Verbrauch kWh pro m <sup>2</sup> BGF m <sup>2</sup> WNF	
vor 1945	111	0,50	69	91	130	0,47	72	105	85	0,54	65	79
1945 - 1960	75	0,41	59	86	89	0,38	74	98	57	0,44	49	75
1961 - 1965	62	0,36	58	78	80	0,30	76	93	58	0,38	54	74
1966 - 1970	56	0,44	79	97	92	0,33	104	124	48	0,46	71	89
1971 - 1975	49	0,39	60	78	76	0,36	73	97	44	0,39	55	72
1976 - 1980	65	0,43	63	76	80	0,44	66	75	38	0,40	58	77
1981 - 1985	60	0,40	59	77	72	0,40	72	94	36	0,41	44	56
1986 - 1990	74	0,39	56	75	74	0,39	56	75				
1991 - 1995	69	0,44	74	98	69	0,44	74	98				
1996 - 2000	47	0,41	52	71	47	0,41	52	71				
2001 - 2005	44	0,40	47	61	44	0,40	47	61				
2006 ff	21	0,41	44	59	21	0,41	44	59				
<b>GESAMT</b>	59	0,41	59	78	62	0,41	60	79	52	0,43	58	76
<b>gesamt bis 1980</b>	69	0,42	65	84	96	0,40	76	96	54	0,43	59	78
<b>gesamt ab 1980</b>	50	0,41	56	74	51	0,41	57	75				

Für die Stichprobe ergibt sich für die vor 1980 errichteten, noch unsanierten Gebäude ein durchschnittlicher Heizwärmebedarf von 96 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> sowie ein Verbrauch von 76 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>. Für sanierte

Objekte dieser Baualtersklassen ergibt sich ein durchschnittlicher Heizwärmebedarf von  $54 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  sowie ein durchschnittlicher Verbrauch von  $59 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ . Würde man aus diesen Ergebnissen die Vorher-Nachher-Relationen ableiten, ergäbe sich eine Reduktion im Energieverbrauch von nur  $17 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ , die damit weniger als die Hälfte des kalkulierten Unterschieds im Heizwärmebedarfes von  $42 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  erreicht. Das wäre aber eine Unterschätzung des durch Sanierung erzielten Effektes, eben aufgrund des „zu guten“ Ausgangswertes, der durch die oben dargestellten Faktoren zu erklären ist. Nimmt man etwa die Ausgangswerte der GBV-Detailerhebungen (in den Jahren 2005 bis 2008 durchgeführte Sanierungen), die im Schnitt um  $10 \text{ bis } 20 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  über dem Wert der Stichprobe lagen und erhöht den tatsächlichen Verbrauch im etwa selben Ausmaß, ergibt sich eine mittlere Reduktion des Heizwärmebedarfs um  $50 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  sowie eine Reduktion des Verbrauchs um etwa  $25 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  und damit etwa der Hälfte. Umgerechnet auf  $\text{m}^2$  Wohnnutzfläche entspricht das einer Reduktion von  $33 \text{ kWh}$ . Für aktuelle Sanierungsmaßnahmen kann man die Reduktion des Energieverbrauchs noch einmal um rund  $10$  Kilowattstunden höher veranschlagen ( $34 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ , bzw.  $45 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNFA}}$ ), da die Intensität der Sanierung im Verlauf der Jahre zugenommen hat. Noch einmal deutlich höher sind die Reduktionen, die in auf Passivhausstandard sanierten Gebäuden vorzufinden sind (zur Überprüfung vgl. Tabelle 2). Allerdings liegt auch in diesen Bauten der Verbrauch mit  $33 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  ( $53 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNFA}}$ ) über dem Erwartungswert.

Diese „Schmälerung“ des Erwartungswertes ist noch immer sehr stark – aber sie dürfte ein realistisches Bild zeichnen, das dem Zusammenwirken von Pre- bzw. Reboundeffekten zuzuschreiben ist und wohl auch mit Unschärfen der Energieausweise in Zusammenhang steht.

Damit sind Sanierungsmaßnahmen nicht grundsätzlich in Frage zu stellen; aber es ist ein deutlicher Appell an Forschung und Politik zu richten, die Definition von Vorgaben und Formulierung von Zielen auf realistische Größen – und das sind Verbrauchswerte – zu beziehen.

### **3.2.5 Energieverbrauch für Hilfsstrom**

Im Zuge der Erhebung wurde auch der Verbrauch von Hilfsstrom v.a. für Lüftungssysteme abgefragt. Wie zu erwarten, gab es Informationen dazu nur in beschränktem Umfang, da die betreffenden Systeme aus Kostengründen überwiegend nicht mit separaten Zählern erfasst werden.

Die verfügbaren Werte für Lüftungssysteme in Passiv- und Niedrigstenergiebauten ergaben einen mittleren Wert von  $2,9 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ ; das ist unter jenem Verbrauch, der in Referenzstudien angegeben wird ( $2,8 - 5,9 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ , z.B. Schöberl 2012 S. 33, Werte von Wohnnutzfläche auf Bruttogrundfläche durch Verfasserin umgerechnet, ähnlich Treberspurg 2009 S. 69). Praktiker weisen darauf hin, dass insbesondere bei bereits länger in Betrieb befindlichen, noch nicht gereinigten Anlagen der Verbrauch bis zum Doppelten der genannten Werte steigen kann. Gegenüberzustellen ist diesen Verbräuchen der Stromverbrauch von Abluftanlagen, wie sie in Nassräumen bzw. Küchen üblicherweise zum Einsatz kommen. Dafür wurden Verbräuche in der Höhe von durchschnittlich  $1,6 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  angegeben. Dieser Wert liegt etwa doppelt so hoch wie von Schöberl (2012) für effiziente Anlagen angegeben, aber unter dem Wert von „ineffizienten“ Anlagen.

Es handelt sich bei diesen Verbräuchen um keine sehr hohen Werte – allerdings reduzieren sie die vorhin angegebenen Unterschiede für den Heizenergieverbrauch zwischen Niedrigstenergie- bzw. Passivgebäuden und Niedrigenergiebauten doch in einem „sichtbaren“ Ausmaß. Es sei auch daran erinnert, dass Strom sowohl einen hohen Primärenergie- als auch  $\text{CO}_2$ -Faktor aufweist. Der Strompreis liegt über jenem anderer Energieträger, damit verstärkt sich in der kostenmäßigen Betrachtung die Auswirkung des Höherverbrauchs bei Hilfsenergie.

### **3.2.6 Erträge aus Solaranlagen**

Erneuerbare Energien nehmen einen immer höheren Stellenwert ein – sowohl in den energiepoliti-

schen Konzepten als auch in der täglichen Praxis. Im Rahmen des gemeinnützigen Wohnbaus gehört diese Technologie nicht zuletzt wegen der Anforderungen bzw. Unterstützung der Wohnbauförderung in manchen Bundesländern schon zur Grundausrüstung jeden Neubaus. Nach wie vor aber bedarf es zur Herstellung der Neutralisierung der nicht durch Einsparungen zu kompensierenden Investitionskosten finanzieller Stützungen.

Im „Nationalen Plan“ zur Umsetzung der EU-Vorgaben für den Neubau ab dem Jahr 2020 nimmt die Energiegewinnung aus erneuerbaren, vor Ort erzeugter Energie auch einen wichtigen Stellenwert ein. Ihre Nutzung ist zwar nicht obligatorisch, ihr Einsatz wird aber insofern gefördert, als sie zur Kompensation einer weniger ambitionierten thermischen Qualität herangezogen werden kann.

Deshalb ist die Analyse des Status Quo der Energiegewinnung aus Solaranlagen von besonderer Bedeutung. In vorliegender Stichprobe standen dafür 44 Objekte mit vollständigen Angaben zur Verfügung.

**Mit folgenden Eckdaten lassen sich Ausstattung und Solarerträge beschreiben:**

Kollektorfläche pro Objekt:	103 m <sup>2</sup>	
Kollektorfläche pro Wohnung:	2,8 m <sup>2</sup>	
Ertrag 2011 pro m <sup>2</sup> Solarfläche:	430 kWh	
Sonnenstunden 2011 lt. ZAMG:	20 – 25% plus gegenüber Durchschnitt	
Ertrag 2011 pro m <sup>2</sup> Solarfläche mit Umrechnung Sonnenstunden auf Durchschnitt :	359 kWh	
Solarertrag pro m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> :		
1. Quartil (unterste 25%)	7,5 kWh/mit Korrektur:	6,2
Median (mittleres Objekt)	12,2 kWh	10,1
3. Quartil	15,4 kWh	12,8

Die Ergebnisse zeigen eine Übereinstimmung mit allgemeinen Angaben zur Effizienz von Solaranlagen. Zu berücksichtigen ist, dass es sich beim Jahr 2011 um ein Rekordjahr in Hinblick auf Sonnenstunden handelt, weshalb in der Übersicht zum Teil eine Rückrechnung auf das – angenommene – klimatische „Normaljahr“ vorgenommen wurde. Die durchschnittliche Solarfläche pro Objekt liegt leicht über 100 Quadratmeter, auf jede Wohnungen kommen etwas weniger als drei Quadratmeter. Der Ertrag pro Quadratmeter Solarfläche

lag bei 430 kWh, bei Rückrechnung auf ein „normales“ Jahr ergibt das rd. 359 kWh. Zum Vergleich: die Deutsche Bundesanstalt für Statistik rechnet mit einem Ertrag von 350 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche. Der mittlere Ertrag (Median) pro Quadratmeter Bruttogrundfläche betrug 12,2 kWh, die Spannweite zwischen unterstem und oberstem Quartil lag zwischen 7,5 und 15,4 kWh. Abhängig ist der Ertrag von anlagentechnischen Faktoren, Lage des Gebäudes und Funktionsweise der Anlage.

In Tabelle 4 werden Energieverbrauch und Erträge aus Solaranlagen für unterschiedliche Gebäudetypen dargestellt.

Zunächst zeigt sich erwartungsgemäß, dass Solaranlagen häufig in Kombination mit Niedrig(st)energiebauten anzutreffen sind. Der mittlere gewichtete Ertrag aus Solarenergie betrug im Jahr 2011 12 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>, das entsprach knapp einem Sechstel des mittleren Energieverbrauchs bzw. rund der Hälfte des Energiebedarfs zur Warmwasseraufbereitung. Rückgerechnet auf ein weniger gutes Sonnenjahr lässt sich ein etwa um 2 kWh geringerer Ertrag abschätzen.

Von Bedeutung für die Vorgaben des „Nationalen Plans“ ist, dass der mittlere Ertrag eine Größenordnung erreicht, mit dem sich etwa der Unterschied der thermischen Qualität zwischen Niedrigstenergiebauten und Niedrigenergiebauten der „Generation Wohnbauförderung 2010“ ausgleichen lässt.

Aber: das ist eben nur ab der Größenordnung des mittleren Ertrages der Fall. Wie sich aus dem Median ableiten lässt, wird dieser Wert nur in etwa der Hälfte der Objekte erreicht. Von Interesse wäre hier eine nähere Untersuchung der Ursachen – ob es eher die ungünstigen Rahmenbedingungen sind oder die Funktionsweise der Anlage, die höhere Erträge verhindern.

**TABELLE 4:**  
**Verbrauch Heizenergie Raumwärme + Warmwasser 2011 nach Objekttyp**

ALLE GBV-OBJEKTE mit SOLARANLAGE (Neubau und Sanierung)									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> BGFa	gesamt				davon: Objekte mit Solaranlage und Angabe Verbrauch Heizung Verbrauch Heizung WaWa incl. Erträge Solar				
	ungew.	gewichtet		HWB pro	gewichtet		mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro		
	Objekte	Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF	Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	17	17	666	9	11	487	53	75	75
HWB 13 bis 20 mL (WR)	10	11	362	17	4	242	71	88	88
HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	1	12	54	68	72
HWB 31 bis 40 mL	41	44	1.663	33	10	267	64	77	81
HWB 41 bis 50 mL	10	11	402	46	3	46	83	107	111
HWB 41 bis 50	40	46	2.202	46	7	241	68	89	89
HWB 51 bis 60	30	42	1.338	55	3	56	83	112	112
HWB 61 bis 75	36	51	1.652	68	5	58	88	120	122
HWB 76 bis 100	36	48	2.321	85	1	14	116	150	150
HWB 101 bis 125	12	18	303	111					
HWB 125+	14	29	585	161					
ohne Angabe HWB	67	99	2.550		5	250	79	104	106
<b>GESAMT</b>	321	420	14.216		50	1.672	67	88	89
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	254	321	11.666	59	44	1.422	64	85	86
					davon. Erträge Solar				
HWB bis 12 (Passivgebäude)					11	487	14	20	20
HWB 13 bis 20 mL (WR)					4	242	15	19	19
HWB 21 bis 30 mL (WR)					1	12	14	17	18
HWB 31 bis 40 mL					10	267	12	14	15
HWB 41 bis 50 mL					3	46	9	12	13
HWB 41 bis 50					7	241	11	14	14
HWB 51 bis 60					3	56	16	22	22
HWB 61 bis 75					5	58	14	20	20
HWB 76 bis 100					1	14	5	6	6
ohne Angabe HWB					5	250	5	7	7
<b>GESAMT</b>					50	1.672	12	15	16
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>					44	1.422	13	17	17

Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
 BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

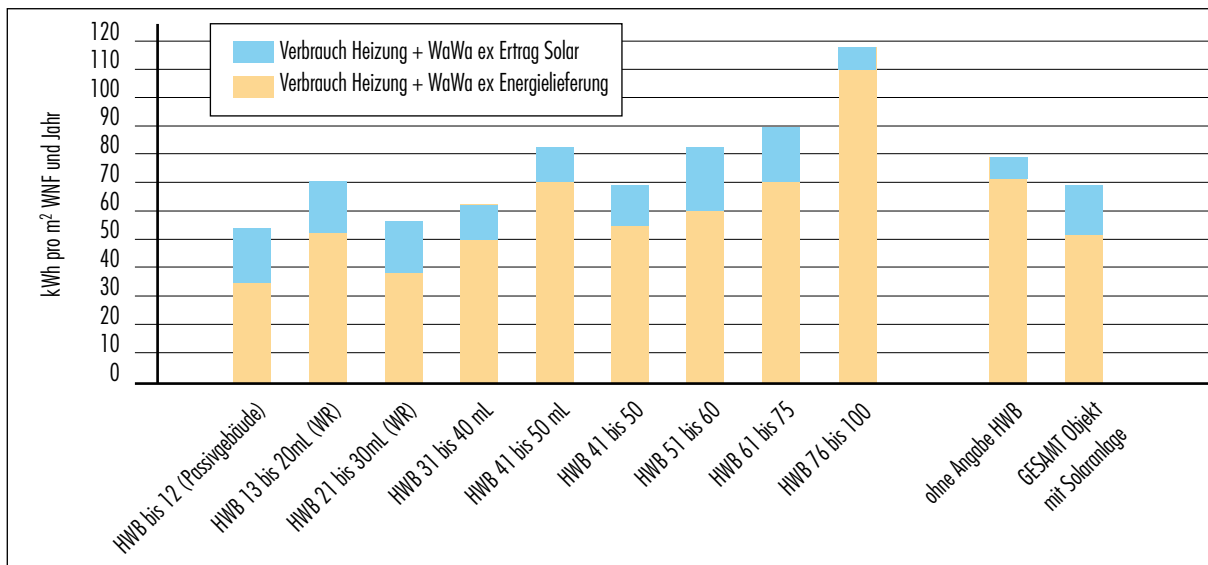
In den Wohnbauförderungsvorschriften der Länder sind derzeit jedenfalls Ausnahmen von einer allenfalls verpflichtenden Errichtung von Solaranlagen vorgesehen, v.a. bei einer standortbedingten geringen Sonneneinstrahlung und einem kleinen zu erwartenden Ertrag.

### 3.3 Laufende Kosten: Energie und Wartung

Zur Ermittlung der Kosten wurden entsprechende Daten abgefragt, wesentlichste Quellen dafür waren die Jahresabrechnungen der Hausverwaltungen bzw. Energielieferanten für zentral beheizte Anlagen.

Vor Präsentation der Daten ist eine kurze Reflexion der Vergleichbarkeit der Daten erforderlich: Für Unterschiede in den laufenden Kosten sind nicht nur Unterschiede im Verbrauch und in den Energiepreisen

## Diagramm T4: GBV-Objekte mit Solaranlagen: Verbrauch Wärmeenergie aus Energielieferung und Erträgen Solar



Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

von Bedeutung, sondern auch Trade-Off-(Abtausch-)Effekte zwischen Investitionen und laufenden Kosten. Bei Versorgung durch Fernwärme etwa entfallen gewisse Investitionskosten, die sich aber im Energiepreis niederschlagen. Ähnlich verhält es sich mit Wartungskosten für die Heizanlagen: während sie in zentral beheizten Gebäuden separat verrechnet werden, sind sie in den laufenden Kosten für Fernwärme enthalten. Pelletsheizungen erfordern höhere Investitionskosten, dafür ist der Brennstoff günstiger. Oben wurde die Versorgung mit solar gewonnener Energie dargestellt – diese Energie ist kostenfrei, allerdings fallen für die Anlage Investitions- und Wartungskosten an.

Auch Abluft- und Komfortlüftungsanlagen verursachen laufende Kosten für Wartung und allenfalls Reinigung.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist es, Investitionskosten als eigene Kostenkomponente zu analysieren. In Zusammenhang mit der hier aufgeworfenen Fragestellung müssen aber Einschränkungen hinsichtlich der Investitionskosten getroffen werden:

- Die Kostenkomponente für Solaranlagen wird den laufenden Energiekosten hinzugerechnet. Das trägt dem Umstand Rechnung, dass die solar erzeugte Energie auch dem Energieverbrauch zugerechnet wurde, die Baukosten werden quasi im Gegenzug um die Solarkomponenten entlastet.
- Investitionskosten für Komfortlüftungsanlagen (mit Wärmetauschern) werden bei den energetisch relevanten Kosten einbezogen.
- Unterschiede bei den Investitionskosten für Heizungssysteme werden nicht berücksichtigt.

Um bei den Wartungskosten für Heizungssysteme die Vergleichbarkeit zu verbessern, werden die Wartungskosten für Hauszentralanlagen den laufenden Kosten für Energie hinzugerechnet.



### **3.3.1 Laufende Kosten für Heizung und Warmwasseraufbereitung**

Zunächst werden die Kosten für Heizung bzw. Warmwasseraufbereitung präsentiert. Diese Darstellung enthält noch keine Berücksichtigung der Kosten für Solarenergie, sollte also nur als Zwischenschritt betrachtet werden. Dieser Schritt wird gesetzt, da er mit anderen Daten vergleichbare Informationen enthält. Zu beachten ist aber, dass die Kosten um die Solarkomponente in den entsprechend ausgestatteten Anlagen „entlastet“ sind.

Beeinflusst sind die Kosten nach der Jahresabrechnung nicht nur durch den Verbrauch, sondern auch durch Unterschiede in den Heizsystemen und Energiekosten bzw. Tarifsystemen. Die Energiekosten setzen sich zusammen aus fixen und variablen Kosten. Folgende Werte ergaben sich aus der Stichprobe als Kosten für eine Kilowattstunde im Mix aus Fernwärme, Gas, Öl, Pellets aber exklusive Strom:

- 1. Quartil: 6,2 Cent
- Median: 7,1 Cent
- 3. Quartil: 9,1 Cent

Diese Werte enthalten noch keine Umsatzsteuer. Überdies ist zu berücksichtigen, dass bei diesen berechneten Werten der Verbrauch insofern eine Rolle spielt, als Fixkosten enthalten sind, die bei geringerem Verbrauch die Kosten pro Kilowattstunde erhöhen. Die ermittelten Werte können ebenfalls als valide betrachtet werden. Aus der Energiestatistik der Statistik Austria für 2009/2010 lassen sich für Österreich mittlere Kosten pro Kilowattstunde für alle Energieträger außer Strom in der Höhe von 6,4 Cent errechnen; für Wien, wo der Energiemix eher die für den Geschößbau typische Struktur aufweist, sind es 8,8 Cent.

Diese Kosten laut „Jahresabrechnung“ ergeben auf die Wohnnutzfläche bezogen eine mittlere monatliche Quadratmeterbelastung von 48 Cent für die Heizung exkl. Umsatzsteuer, für Heizung und Warmwasser von 64 Cent; unter Hinzurechnung der Umsatzsteuer ergibt das 57 bzw. 74 Cent.

Die Spannweite zwischen den energetisch besten und schlechtesten Gebäuden beträgt rd. 50 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat (in Passivobjekten 40 Cent, in Objekten mit einem Heizwärmebedarf über 100 kWh fast 90 Cent). Umgelegt auf ein Jahr beläuft sich das – unter Einbeziehung der Umsatzsteuer – auf rund 490 Euro für eine durchschnittliche 70m<sup>2</sup>-Wohnung. Das ist ein hoher Wert, der aber nicht die reale Spanne wiedergibt, da die Kosten für Wartung, Hilfsenergie und Reinigung der Lüftungsanlagen noch nicht berücksichtigt sind (vgl. dazu Abschnitt 3.3.5).

#### **Effekte durch Sanierung**

In sanierten, vor 1980 errichteten Objekten zahlen die BewohnerInnen um rd. 5 Cent pro Quadratmeter und Monat weniger als in unsanierten Objekten, allerdings darf das aufgrund der oben dargestellten Gründe nicht als die durch die Sanierung bewirkte Kostenersparnis interpretiert werden.

Wie bereits dargestellt, entspricht der hier errechnete Unterschied im Verbrauch zwischen sanierten und unsanierten Gebäuden nicht der tatsächlichen Reduktion durch die Sanierung, da die heute noch nicht sanierten Gebäude einen besseren Standard aufweisen als jene der sanierten vor der Sanierung (vgl. auch Abschnitt 3.2.4.2).

Darüber hinaus wirken mehrere Effekte zusammen und kompensieren sich zum Teil:

- Der „theoretische“ Effekt der thermischen Maßnahme.
- Der technische Reboundeffekt (Unterausnutzung des thermischen Effekts durch nicht angepasstes Heizungssystem).

- Der verhaltensabhängige Reboundeffekt (Erhöhung des Komforts) und der
- Preboundeffekt (Unterschreitung des kalkulierten Bedarfs in energetisch schlechten Gebäuden).

**TABELLE 5:**  
**Kosten Heizung/Warmwasser Jahresabrechnung nach Objekttyp**

Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFa</sub>	ALLE OBJEKTE			NEUBAU/ALTBAU ohne SAN			SANIERTE OBJEKTE		
	HWB/ m <sup>2</sup> BGF	Euro/Mon m <sup>2</sup> WNF Hei	excl. Ust pro m <sup>2</sup> WNF Hei+WW	HWB/ m <sup>2</sup> BGF	Euro/Mon m <sup>2</sup> WNF Hei	excl. Ust pro m <sup>2</sup> WNF Hei+WW	HWB/ m <sup>2</sup> BGF	Euro/Mon m <sup>2</sup> WNF Hei	excl. Ust pro m <sup>2</sup> WNF Hei+WW
HWB bis 12 (Passivgebäude)	9	0,23	0,40	9	0,25	0,42			
HWB 13 bis 20 mL (WR)	17	0,29	0,46	17	0,28	0,45	9	0,15	0,33
HWB 21 bis 30 mL (WR)	26	0,25	0,42	26	0,25	0,42	15	0,41	0,58
HWB 31 bis 40 mL	33	0,42	0,59	34	0,36	0,51	32	0,48	0,68
HWB 41 bis 50 mL	46	0,42	0,61	46	0,34	0,52	42	0,83	1,03
HWB 41 bis 50	46	0,47	0,59	46	0,47	0,57	45		0,62
HWB 51 bis 60	55	0,44	0,63	55	0,38	0,54	56	0,53	0,75
HWB 61 bis 75	68	0,57	0,73	68	0,60	0,77	66	0,52	0,66
HWB 76 bis 100	85	0,60	0,75	84	0,60	0,74	86	0,64	0,86
HWB 101 bis 125	111	0,72	0,88	110	0,72	0,88	113		
HWB 125+	161	0,51	0,68	167	0,46	0,63	139	0,56	0,73
ohne Angabe HWB		0,52	0,68		0,52	0,69		0,51	0,65
<b>GESAMT</b>		0,48	0,64		0,47	0,62		0,50	0,66
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	59	0,47	0,63	62	0,46	0,61	52	0,50	0,66
<b>gesamt errichtet nach 1980</b>						0,73			0,68
<b>gesamt errichtet nach 1980</b>						0,60			0,55

Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
WNF = Wohnnutzfläche; Hei = Heizung; WW = Warmwasseraufbereitung

Nimmt man als „wahrscheinliche“ Reduktion des Energieverbrauchs die oben berechneten ca. 25 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub> (= 33,35 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFfa</sub>), so ergibt sich pro Monat und Quadratmeter Wohnnutzfläche eine Reduktion in den Kosten von knapp 20 Cent (exkl. Umsatzsteuer). Auf ein Jahr für eine Wohnung unter Berücksichtigung der Umsatzsteuer hochgerechnet, summiert sich das auf rd. 200 Euro. Der „theoretische“ Wert – ohne Berücksichtigung der genannten Effekte – wäre doppelt so hoch.

Für aktuelle Sanierungsmaßnahmen kann man jedoch die Reduktion um etwa 10 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFfa</sub> höher ansetzen (vgl. oben), sodass sich eine laufende Ersparnis von etwa 27 Cent (exkl. Umsatzsteuer) pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat ergibt. Das ist gleichbedeutend mit einer jährlichen Einsparung für eine 70-Quadratmeter- Wohnung von etwa 250 Euro.

### 3.3.2 Kosten für Hilfsenergie

Aus dem oben genannten Grund – fehlende Einzelzähler für Lüftungen und Pumpen – waren die Kostangaben für den relevanten Stromverbrauch „dünn gesät“. Herausrechnen ließ sich ein Mittelwert von 3 Cent pro Quadratmeter und Monat, wobei zu beachten ist, dass der Strompreis ungefähr die doppelte Höhe von jenem anderer Energieträger ausmacht.

### 3.3.3 Solarkomponente

Weiter oben wurde dargestellt, dass in entsprechend ausgestatteten Gebäuden relativ hohe Solarerträge gegeben sind, die keine laufenden Energiekosten verursachen. Die daraus resultierende Ersparnis kann

man aus einer Multiplikation mit dem durchschnittlichen Energiepreis berechnen und ergibt rd. 10,6 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat. Die Solarkomponente ließe sich aber auch als Kostenmiete für die Investitionskosten berechnen. Bei einer nicht geförderten Finanzierung für Investitionskosten von 20 Euro pro Quadratmeter ergäbe sich ein Wert in einer ähnlichen Größenordnung.

### **3.3.4 Wartungskosten für Lüftungsanlagen**

Die Grundlage für die Berechnung der Wartungskosten bestand aus den Angaben für 23 Objekte. Getrennt ausgewertet wurden jene für die Heizungsanlage, die Lüftung (Abluftanlage, Komfortlüftungsanlage) sowie die Solaranlagen. Die Wartungskosten für die Heizung wurden aus den in Abschnitt 3.3 referierten Gründen den Energiekosten zugeschlagen.

Für die Wartungskosten der Lüftungsanlagen ergaben sich vom Gebäudetyp abhängige Kostenbelastungen zwischen rund 3 und 12 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat, der höchste Wert wurde für Passiv- und Niedrigstenergiegebäude vorgefunden. Die Werte wiesen überdies ein breites Spektrum auf – abhängig vom Typ der Anlage (zentral – dezentral) und der Durchführung des Filtertauschs (BewohnerInnen – Unternehmen). Zum Vergleich: Schöberl (2012) beschreibt die Obergrenze für Passivobjekte mit 13 Cent in einer ähnlichen Höhe, die Untergrenze gibt er mit 3 Cent an, für Abluftanlagen veranschlagt er 2,1 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat.

Noch nicht enthalten sind in diesen Werten die Kosten der Reinigung, da diese nicht jährlich, sondern erst nach einer Betriebsdauer von 3 bis 6 Jahren anfallen. Dafür stehen im Übrigen langjährige Erfahrungen noch aus. Ebenfalls ist künftig mit Kosten für Hygieneüberprüfungen zu rechnen. Aus einer einzigen Kostenangabe für die Reinigung lassen sich unter Zugrundelegung eines Zeitraumes von 4,5 Jahren Kosten von 7 Cent pro Quadratmeter und Monat errechnen – eine nicht vernachlässigbare Größe!

Die Kosten für Wartung der Solaranlage ergaben eine monatliche Belastung in Höhe von 3 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche.

### **3.3.5 Laufende Kosten gesamt**

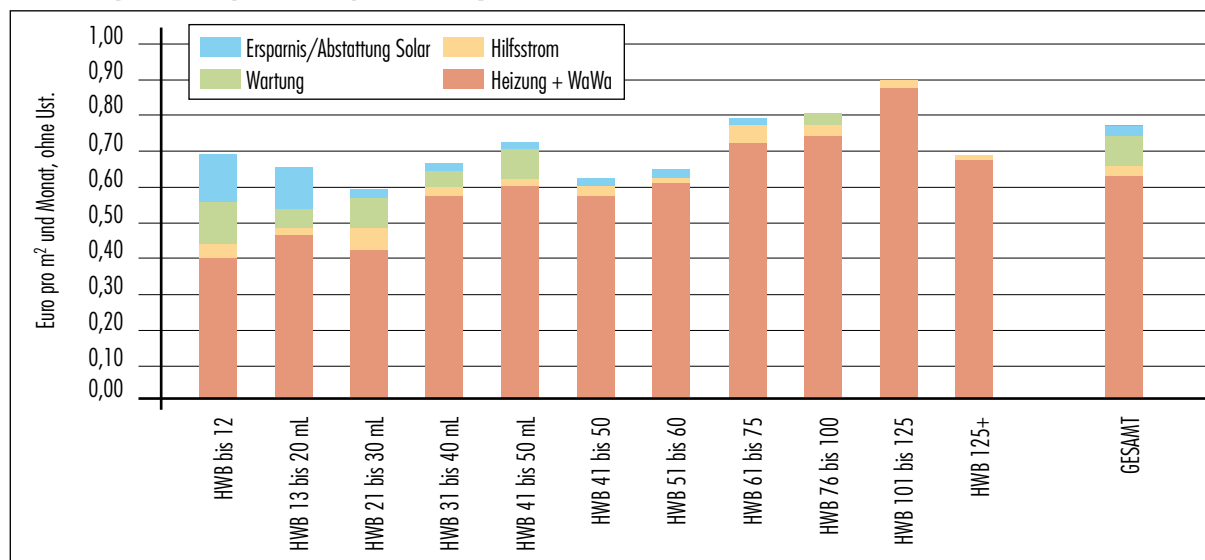
Unter Zusammenrechnung aller laufenden Kostenkomponenten (Heizenergie, Hilfsenergie, Wartung, Solarkomponente) erhöhen sich die Kosten nach Jahresabrechnung für Heizung und Warmwasseraufbereitung von durchschnittlich 64 Cent auf 76 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat (exkl. Ust).

Zu dieser Berechnung ist in methodischer Hinsicht anzumerken, dass die Komponente Wartung nur bei jenen Gebäudetypen angerechnet wird, wenn für diesen Typ Angaben vorhanden waren – diesbezüglich bestehen also Unschärfen. Die Kostenkomponente für Solarenergie wurde so berechnet, dass die Kosten (Ersparnis/Abstattung Investition) für die entsprechend ausgestatteten Objekte auf alle Objekte „umverteilt“ wurden. Diese Komponente ist in den Passiv-/Niedrigstenergiegebäuden deshalb am höchsten, weil dort fast alle Objekte mit Solaranlagen ausgestattet sind.

Die errechnete Differenz auf Basis der Jahresabrechnung für Heizung und Warmwasseraufbereitung im Ausmaß von rund 50 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche und Monat reduziert sich unter Einbeziehung der Kosten für Hilfsenergie und Wartung auf 35 Cent, und Berücksichtigung der Solarkomponente auf 20 Cent (alle Werte ohne Ust). Für eine Wohnung summiert sich das pro Jahr – unter Berücksichtigung der Umsatzsteuer – auf 211 Euro, ohne Solarkomponente auf 350 Euro.

Weiters fällt auf, dass innerhalb der Gebäude mit einem Heizenergiebedarf bis  $60 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$  die Unterschiede in den Kosten wenig ausgeprägt sind.

**Diagramm T6:**  
**Kosten für Heizenergie (Hei+WaWa), Hilfsenergie,**  
**Wartung Heizung/Lüftung, alle Objekte**



**TABELLE 6:**  
**Kosten Energie und Wartung Lüftung/Heizung**

ALLE GBV-OBJEKTE (Neubau und Sanierung)							
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m²BGFa	Kosten pro Monat und m²WNF in Euro					GESAMT	
	Heizung	Hei+WW	Hilfs- strom	Wartung	Ersparnis Solar	ohne Solar	mit Ersparnis Solar
						0,55	0,57
HWB bis 12 (Passivgebäude)	0,23	0,40	0,03	0,12	0,14	0,55	0,69
HWB 13 bis 20 mL (WR)	0,29	0,46	0,02	0,05	0,12	0,53	0,66
HWB 21 bis 30 mL (WR)	0,25	0,42	0,07	0,07	0,02	0,55	0,57
HWB 31 bis 40 mL	0,42	0,59	0,02	0,03	0,02	0,64	0,66
HWB 41 bis 50 mL	0,42	0,61	0,03	0,09	0,01	0,72	0,73
HWB 41 bis 50	0,47	0,59	0,02	0,00	0,02	0,61	0,63
HWB 51 bis 60	0,44	0,63	0,02	0,00	0,01	0,65	0,66
HWB 61 bis 75	0,57	0,73	0,05	0,00	0,01	0,78	0,79
HWB 76 bis 100	0,60	0,75	0,03	0,02	0,00	0,80	0,80
HWB 101 bis 125	0,72	0,88	0,02	0,00	0,00	0,90	0,90
HWB 125+	0,51	0,68	0,01	0,00	0,00	0,69	0,69
ohne Angabe HWB	0,52	0,68				0,68	0,68
<b>GESAMT</b>	<b>0,48</b>	<b>0,64</b>	<b>0,03</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,74</b>	<b>0,76</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>0,47</b>	<b>0,63</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,73</b>	<b>0,7</b>

### 3.4 Investitionskosten Neubau

Zur Einbeziehung der Investitionskosten in ein Modell der Lebenszykluskosten wurden in der Erhebung die Baukosten für 2005 und später errichtete Objekte abgefragt. Die Abfrage enthielt Angaben zu den reinen Baukosten, den Bau-Nebenkosten sowie allenfalls enthaltenen Kosten für Garagen.

Ziel des Untersuchungsschrittes war es, Unterschiede in den Baukosten für Gebäude unterschiedlicher energetischer Effizienz herauszustellen.

Dafür konnten die vorhandenen Daten – die für 55 Objekte vorlagen – nicht unmittelbar herangezogen werden. Zunächst musste um die Baupreissteigerung der Jahre 2005 – 2011 bereinigt werden. Um die Vergleichbarkeit zu erhöhen wurde des Weiteren versucht, durch Standardisierungen weitere Kosteneinflüsse zu neutralisieren. Folgende Bereinigungen wurden vorgenommen:

- Bereinigung um Garagenkosten: Der Bau von Tiefgaragen verursacht Baukosten in Höhe von 100 bis 200 Euro/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>; nicht alle Objekte sind mit Garagen ausgestattet. Diese Komponente hat einen hohen Einfluss auf die Kosten.
- Bereinigung um Kosten des Aufzugseinbaus in kleinen Objekten. In großen Objekten stellt ein Aufzug eine Voraussetzung für deren Benützbarkeit dar und darf daher nicht weggerechnet werden. Im Vergleich kleiner Objekte verursachen die Aufzugskosten starke Unterschiede in den Baukosten. Das Vorhandensein eines Aufzuges stellt einen Qualitätsvorteil dar, die Funktionalität ist aber bei Fehlen eines Aufzuges nicht in Frage gestellt. Betroffen von einer Bereinigung waren lediglich zwei Objekte.
- Bereinigung um die durchschnittliche Wohnungsgröße: Die durchschnittlichen Baukosten nehmen mit abnehmender Wohnungsgröße zu. Dieser Effekt wurde durch eine Standardisierung bereinigt.
- Neutralisierung der Investitionskosten für Solaranlagen: Da wie oben gezeigt die Investitionskosten in laufenden Kosten umgerechnet wurden, wurden sie bei den betreffenden Objekten aus den Baukosten herausgerechnet (durch angenommene Investitionskosten in Höhe von 20 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche).
- Regionale Preis- und sonstige Unterschiede: Zwar gibt es für regionale Preisunterschiede keine valide Daten, die Baukosten der Wohnbauförderung und des eigenen Bestandes zeigen aber Differenzen zwischen „teuren“ und „günstigen“ Bundesländern in Höhe von rd. 10 Prozent. Allerdings sind diese nicht nur Preisunterschieden zuzuschreiben, sondern beruhen auf Unterschieden in der Bauweise (Kompaktheit, Objektgröße) und unterschiedlichen Anforderungen der Wohnbauförderung (z.B. Passivhausstandard zum Teil verpflichtend in Vorarlberg), also zum Teil auf jenen Faktoren, die hier die unabhängige Variable darstellen. Die in den Wohnbauförderungsdaten der Jahre 2005 – 2011 berechneten regionalen Unterschiede wurden daher auf 7,5 Prozent angenommenen Preisunterschied zwischen den „teuren Ländern“ (Salzburg, Tirol Vorarlberg, Steiermark) und den „günstigen“ Ländern reduziert. Dieser methodische Schritt enthält nach Ansicht der Verfasserin die größten Unsicherheiten.

Es zeigt sich, dass mit diesen Standardisierungen die vorgefundenen Unterschiede bzw. die Streuung erheblich reduziert werden konnten. Während der Variationskoeffizient – ein Maß für die Streuung - für die valorisierten unbereinigten Baukosten 0,136 betrug, ging er nach Durchführung aller Bereinigungen auf 0,121 zurück. Umgekehrt erhöhte sich die Korrelation zwischen Kompaktheit und Baukosten von 0,264 auf 0,372. Dies ist so zu interpretieren:

Die Baukosten sind in hohem Maße abhängig von der Kompaktheit. Nach Bereinigung von wesentlichen „Störfaktoren“ (v.a. Kosten für Garagen) zeigt es sich, dass 37 Prozent der Varianz der Baukosten mit der Kompaktheit erklärt werden können. Umgekehrt ist zu sagen, dass die starke Beeinflussung der Baukosten durch die Kompaktheit die Untersuchung anderer Faktoren erschwert. Zur Illustration: vergleicht man ein kleines, wenig kompaktes Gebäude mit einem großen, kompakten, ist es schwer, Ursachen für vorgefundene Baukostenunterschiede jenseits der Kompaktheit herauszustellen. Sehr kompakte Ge-

bäude (A/V kleiner 0,35) und wenige kompakter (A/V größer 0,55) wiesen einen Unterschied in den Baukosten von mehr als 250 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche auf. Für die folgenden Schritte heißt das, dass die Kompaktheit in den Auswertungen eine zu kontrollierende Variable darstellen sollte (Vergleiche sollten nur für Gebäude mit ähnlicher Kompaktheit vorgenommen werden).

Auch hinsichtlich der energetischen Komponente lässt sich in Zusammenhang mit den vorgenommenen Bereinigungen eine erste Aussage treffen: Zwischen Heizwärmebedarf und Baukosten besteht eine negative Korrelation, energetisch effizientere Gebäude sind teurer als energetisch schlechtere. Jeder der Bereinigungs Schritte reduzierte die Stärke des berechneten Zusammenhangs; der Korrelationsfaktor betrug vor allen Bereinigungen für die valorisierten Kosten -0,184 und nach den Bereinigungen/Standardisierungen -0,127.

### **Die Ergebnissen für die Baukosten zeigen:**

Die durchschnittlichen Baukosten (reine Baukosten + Nebenkosten) der 55 nach 2005 errichteten Objekte (49 gewichtet) ergeben nach Valorisierung mit dem Baupreisindex auf das Niveau 2011 1.818 Euro pro  $m^2_{WNF}$ . Das entspricht den durch den Verband erhobenen Baukosten für den Jahresschnitt 2010/2011.

Nach Standardisierung/Bereinigung (Garagen, Aufzüge in kleinen Gebäuden, Wohnungsgröße, Solaranlage) aber ohne regionale Bereinigung reduzieren sich diese Kosten um rd. 130 Euro auf 1.689 Euro pro Quadratmeter. Die Unterschiede nach Energie-Effizienztyp seien zunächst anhand dieser Kosten diskutiert:

Es wurde einleitend auf die Bedeutung der Kompaktheit des Gebäudes für die Baukosten hingewiesen. Daraus folgt, dass nur Objekte ähnlicher Kompaktheit vergleichbar sind. In der Auswertung ist das in der Weise berücksichtigt, dass die mittlere Kompaktheit pro Typ (gewichtet mit der Fläche der Objekte) berechnet wurde. Eine Differenzierung nach Kompaktheit hätte die Größe der Stichprobe nicht mehr erlaubt. Danach zeigt sich, dass die Typen 1,2 und 4 hinsichtlich der mittleren Kompaktheit (A/V) sehr nahe beisammen liegen, die durchschnittliche Objektgröße korrespondiert damit. Unterschiedlich sind die Anteile von Wohnungen (genauer: Wohnfläche) in „teuren“ Bundesländern. Vergleiche nach Bereinigung um regionale Unterschiede zwischen diesen Typen können daher ohne wesentliche Einschränkungen vorgenommen werden. Typ 3 (Heizwärmebedarf 21 – 30 kWh) ist weniger kompakt, er setzt sich ausschließlich aus Objekten in „günstigen“ Bundesländern zusammen. Die Objekte mit einem Heizwärmebedarf zwischen 40 und 60 kWh/ $m^2_{BGFa}$  weisen eine geringe mittlere Kompaktheit auf, während die beiden ausschließlich aus „teuren“ Ländern stammenden Objekte durch eine hohe Kompaktheit gekennzeichnet sind.

Nach Durchführung der regionalen Bereinigung zeigen die Baukosten ein den Erwartungen entsprechendes Bild: Die Kosten sinken mit abnehmender energetischer Qualität, lediglich ein Typ fällt aus der Reihe (Heizwärmebedarf 41 – 50 kWh), das steht mit der geringen Kompaktheit in Zusammenhang. „Überraschend“ sind allenfalls die Baukosten von Typ mit einem Heizwärmebedarf 21 – 30 kWh, die trotz geringerer Kompaktheit nur wenig über jenem der Niedrigenergiebauten mit einem Heizwärmebedarf zwischen 31 - 40 kWh liegen.

Nun zum Ausmaß der Unterschiede, deren Analyse sich auf die Typen mit einem Heizwärmebedarf bis 40 kWh/ $m^2_{BGFa}$  beschränkt, da dies das Spektrum zwischen Niedrigenergiehäusern der „Generation Wohnbauförderung 2010“ und Passivbauten abdeckt und damit auch den Spielraum möglicher weiterer Steigerungen der thermisch-energetischen Qualität. Zwischen den Baukosten von Niedrigstenergie- und Passivhäusern auf der einen Seite und Niedrigenergiehäusern mit einem Heizwärmebedarf 30 – 40 kWh/ $m^2_{BGFa}$  liegen ohne regionale Bereinigung rd. 170 Euro bzw. 10 Prozent, nach regionaler Bereinigung rd. 110 Euro bzw. 7 Prozent Unterschied in den Quadratmeter-Baukosten (reine Baukosten + Nebenkosten).

**TABELLE 7:**  
**Neubaukosten A nach Typ für Objekte errichtet 2005ff**

A. Baukosten (reine Baukosten + Baunebenkosten) valorisiert auf Preisbasis 2011 (Baupreisindex)												
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> Δ	gesamt			HWB pro m <sup>2</sup> BGF	davon: Objekte mit Angabe Baukosten							
	ungew. Obj.	gewichtet Obj.	Whg		ungew. Obj.	gewichtet Obj.	Whg	Baukosten m <sup>2</sup> WNF	A/V	WNF/ BGF	Whg/ Obj.	%Anteil „teuer“*
1 HWB bis 12 (Passivgebäude)	14	13	521	9	13	12	497	1.925	0,37	0,72	42	69
2 HWB 13 bis 20 mL (WR)	8	8	316	17	8	8	316	1.851	0,39	0,78	39	67
3 HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	8	6	172	1.681	0,44	0,81	28	0
4 HWB 31 bis 40	23	20	818	34	12	9	311	1.746	0,38	0,80	33	26
5 HWB 41 bis 50	27	30	1.437	46	5	5	78	1.744	0,55	0,78	16	32
6 HWB 51 bis 60	17	24	736	55	2	2	19	1.647	0,52	0,78	10	77
7 HWB 61 bis 75	26	31	1.171	68	2	2	28	1.687	0,32	0,73	14	100
ohne Angabe HWB	52	78	1.830		5	4	144	1.793	k.A.	0,71	33	98
<b>GESAMT</b>	175	211	7.002		55	49	1.565	1.818		0,76	32	54
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	123	132	5.171	62	50	44	1.421	1.821	0,40	0,77	32	49

B. Baukosten (reine Baukosten + Baunebenkosten) valorisiert auf Preisbasis 2011 (Baupreisindex) und standardisiert (excl. Garagenkosten; Bereinigung Wohnungsgröße, Solaranlagen, Aufzüge in kleinen Gebäuden)												
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> Δ	gesamt			HWB pro m <sup>2</sup> BGF	davon: Objekte mit Angabe Baukosten							
	ungew. Obj.	gewichtet Obj.	Whg		ungew. Obj.	gewichtet Obj.	Whg	Baukosten m <sup>2</sup> WNF	A/V	WNF/ BGF	Whg/ Obj.	%Anteil „teuer“*
1 HWB bis 12 (Passivgebäude)	14	13	521	9	13	12	497	1.779	0,37	0,72	42	69
2 HWB 13 bis 20 mL (WR)	8	8	316	17	8	8	316	1.715	0,39	0,78	39	67
3 HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	8	6	172	1.603	0,44	0,81	28	0
4 HWB 31 bis 40	23	20	818	34	2	9	311	1.610	0,38	0,80	33	26
5 HWB 41 bis 50	27	30	1437	46	5	5	78	1.681	0,55	0,78	16	32
6 HWB 51 bis 60	17	24	736	55	2	2	19	1.565	0,52	0,78	10	77
7 HWB 61 bis 75	26	31	1171	68	2	2	28	1.551	0,32	0,73	14	100
ohne Angabe HWB	52	78	1830		5	4	144	1.649		0,71	33	98
<b>GESAMT</b>	175	211	7.002		55	49	1.565	1.689		0,76	32	54
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	123	132	5.171	62	50	44	1.421	1.694		0,77	32	49

Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;

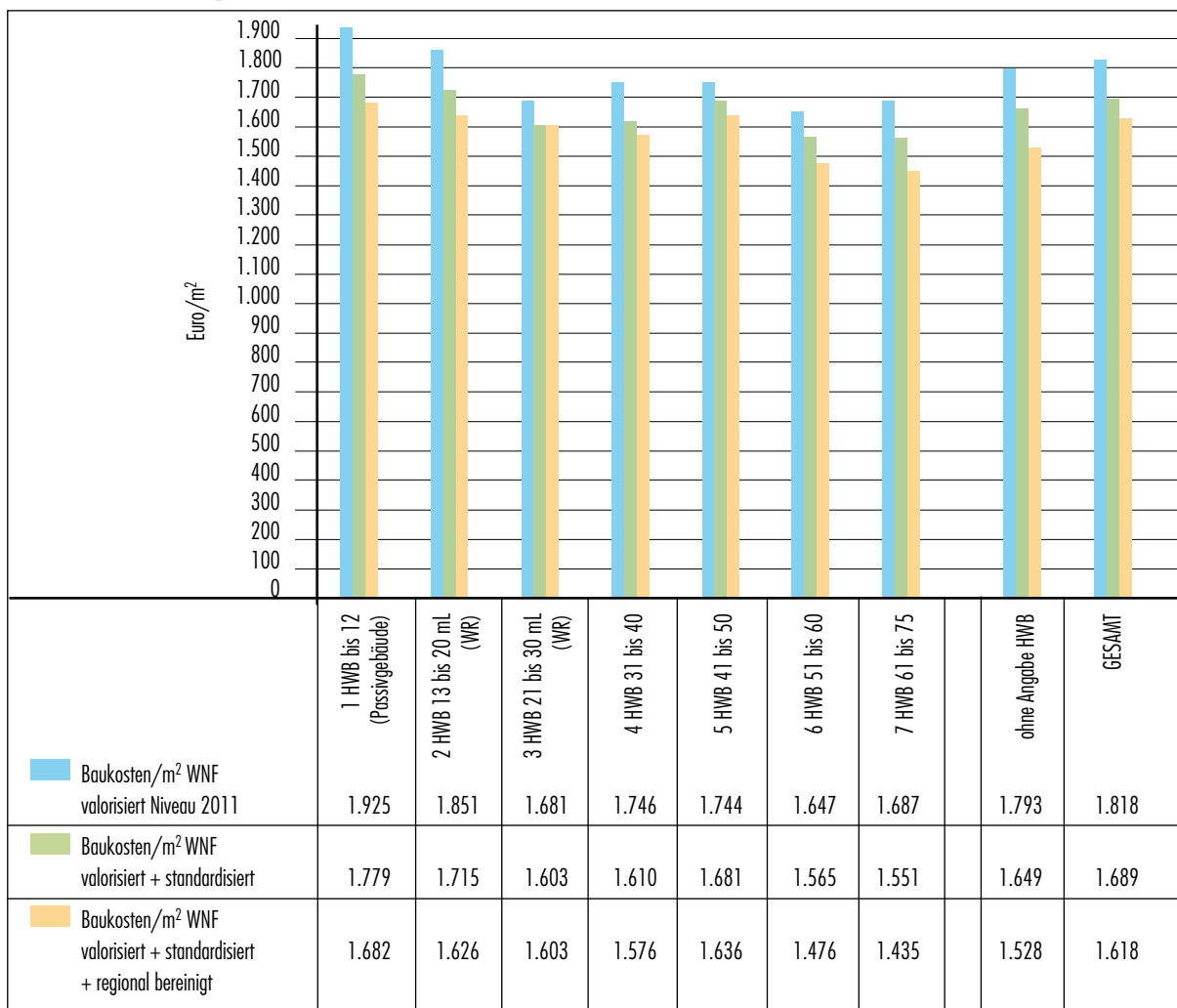
BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche

\*„teuer“: in den Bundesländern St, Sa, Ti, Vo; gewichtet mit dem Anteil der Nutzflächen

Diese Werte finden sich im Bereich des in der Literatur angeführten Spektrums. Bei Vergleichen mit bisherigen Analysen sollte der methodische Hintergrund der berechneten Daten immer reflektiert werden:

- Oberhuber (in Treberspurg et al 2009, S. 94f) referiert ein Spektrum von 4 – 12 Prozent für Mehrkosten in Passivhäusern, wobei sich diese Aussagen auf kalkulierte Niedrig-Energie-Varianten von Passivbauten beziehen („Quasi-Experiment“, Anmerkung der Verfasserin). Weitere eigene Berechnungen bringen kein eindeutiges Ergebnis.
- Schöberl (2011) bedient sich ebenfalls der Methode des „Quasi-Experimentes“ indem er existierende Passivobjekte auf Niedrigenergie-Bauweise umrechnet. Allerdings: dabei wird der Entfall der Heizung

**Diagramm T7:  
Baukosten Stichprobe 2011**



gegengerechnet, da sie als nicht erforderlicher Luxus erachtet wird. Projektbezogene Mehrkosten ergeben sich damit im Ausmaß von 41 – 57 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche. Diese Mehrkosten ergeben sich außerdem nur in Bezug auf die reinen Baukosten, erhöhte Planungskosten werden nicht kalkuliert.

- Eine andere Vorgangsweise schlägt der Landesrechnungshof Vorarlberg in seiner kritischen Auseinandersetzung mit dem verpflichtend eingeführten Passivhaus-Standard durch die Wohnbauförderung ein: Ein Vergleich der Baukosten von Förderungsansuchen Niveau 2006 (1.633 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche bei Niedrigenergiestatus) und 2011 (2.129 Euro für Passivhausstatus) ergibt einen Zuwachs von fast 500 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche; das lässt sich zum Teil mit der Steigerung des Baupreisindex erklären (+ 20 Prozent bzw. 326 Euro), der Rest in Höhe von 169 Euro (rd. 10 Prozent des Ausgangswerts) geht auf Konto der erhöhten thermischen Qualität (vgl. Landesrechnungshof Vorarlberg 2012, S 29ff). Ein Blick auf einzelne Kostenbestandteile mag die Frage nach den höheren Baukosten in Niedrigenergie- und Passivbauten weiter erhellen:

- Für die Lüftungsanlage inkl. Wärmetauscher werden Mehrkosten in Höhe von 35 – 80 Euro/m<sup>2</sup> WNF genannt. Dieser Position können die Kosten einer Abluftanlage in Höhe von rd. 15 – 20 Euro/m<sup>2</sup> WNF kostenmindernd gegenübergestellt werden.



- Die im Passivhaus erforderlichen 3-fach verglasten Fenster verursachen Zusatzkosten von etwa 15 – 20 Euro/m<sup>2</sup> WNF.
- Höhere Dämmstärken für Fassade, Dach und Keller verursachen Zusatzkosten im Umfang von bis zu 50 Euro/ m<sup>2</sup> WNF.
- Dazu kommen auch erhöhte Planungskosten.
- Zusätzliche Kosten zur Verbesserung des Sommerbetriebes (Vermeidung der Wärmespeicherung durch außen angebrachten Sonnenschutz auf Fenstern/Balkontüren) werden eher negiert, wirklich ausdiskutiert scheint dies aber nicht zu sein.
- Minderkosten für eine von der Erwärmung über die Lüftungsanlage abgekoppelte Heizung: Diese können durch eine „kleiner“ dimensionierte Zusatzheizung in einem gewissen Umfang gegeben sein, aber nicht in dem Ausmaß wie teilweise in der Theorie angenommen. Eine Zusatzheizung zur Wärmerückgewinnung ist erforderlich, da damit keine Raumtemperatur von 20 Grad Celsius bzw. darüber sichergestellt werden kann. Außerdem wird die reine Beheizung über die Belüftungsanlage aufgrund der Luftqualität (Trockenheit) als problematisch erachtet.

Auch anhand dieser Angaben zeigt sich die aus den vorliegenden Daten errechnete Kostendifferenz als sehr valide.

# 4. Analyse: Gesamtkosten

## 4.1 Berechnung Lebenszykluskosten im Neubau: Investitionskosten + laufende Kosten

In einem weiteren Schritt sollen die Investitions- und laufenden Kosten in einer langfristigen Betrachtung zusammengeführt werden. Dies erfolgt in zwei Varianten:

- Modell A: Gesamtkostenbetrachtung in Anlehnung an das Modell der Europäischen Union, das zur Berechnung des kostenoptimalen Standards vorgelegt wurde.<sup>15</sup> In diesem Modell werden die Investitionskosten der energetisch relevanten Baukomponenten und die abgewerteten laufenden Kosten (Energie, Wartung, Ersatzkomponenten) addiert.
- Modell B: eine Berechnung in Anlehnung an das Modell der Kostenmiete entsprechend dem Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz. Die Anfangsinvestition wird in diesem Modell über die Miete abgestattet.

### 4.1.1 Modell A Lebenszykluskosten

Diese Berechnung ist nur als Näherung an die Berechnungen für die Kostenoptimalität anzusehen. Dort werden alle energetisch relevanten Investitionskosten erfasst, die vorliegende Berechnung baut dagegen auf den vorgefundenen Unterschieden in den Kosten auf. Ebenso wird auf eine im EU-Modell vorgesehene Abwertung verzichtet, nachvollzogen wird hingegen eine angenommene reale Steigerung der Energiepreise im Ausmaß von 1,5 Prozent. Die Berechnung erfolgt für einen Zeitraum von 35 Jahren – das entspricht im Wesentlichen jenem Zeitraum, nach dessen Ablauf die erste Großinstandsetzung stattfindet.

Im Folgenden sind Annahmen und Ergebnis auch in einer Übersicht dargestellt. Für die Energiekosten wurden die in der Untersuchung festgestellten Verbräuche mit einheitlichen (durchschnittlichen) Energiekosten gerechnet.

Das Ergebnis zeigt, dass die niedrigeren Energiekosten in Passivobjekten die höheren Investitionskosten sowie die zusätzlichen Wartungskosten nicht kompensieren können. Das Ergebnis würde sich auch für eine höhere reale Energiepreiserhöhung nur minimal verändern. Das Niedrigenergiehaus ist die kostengünstigste Variante und liegt mit den Gesamtkosten unter den gesetzten Annahmen um rd. 130 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche unter dem Passiv-/Niedrigstenergiehaus und auch um 30 Euro unter dem „Nachbartyp“ (Heizwärmebedarf 20 – 30 kWh). Auf die Wohnung umgerechnet, ergibt die Differenz zum Passivhaus pro Jahr rd. 280 Euro, zum „Nachbartyp“ rund 80 Euro.

Auch bei einem geringeren Energieverbrauch in Höhe des erwarteten Wertes für Heizung und Warmwasser (etwa nach Treberspurg: 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>, das entspräche der hier angestellten Berechnung auf Basis der Wohnnutzfläche 53 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub>) wäre das Passivhaus nicht günstiger, sondern immer noch um 61 Euro/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche teurer, was wohnungsbezogenen Mehrkosten von 130 Euro pro Jahre entspricht (und selbst bei einer realen Energiepreisteigerung von 2,5 Prozent bei 95 Euro läge).

### 4.1.2 Modell B – Umrechnung Investitionskosten in laufende Miete

Eine etwas realitätsnähere Betrachtung liefert die Umrechnung der Investitionskosten in eine laufende Miete.

<sup>15</sup> Leitlinien zur delegierten Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten (Amtsblatt der EU 2012/C 115/01).

**TABELLE 8:**  
**Modellrechnung Gesamtkosten „ENERGIE“**  
**nach Typ für Objekte errichtet 2005ff und HWB bis 40**

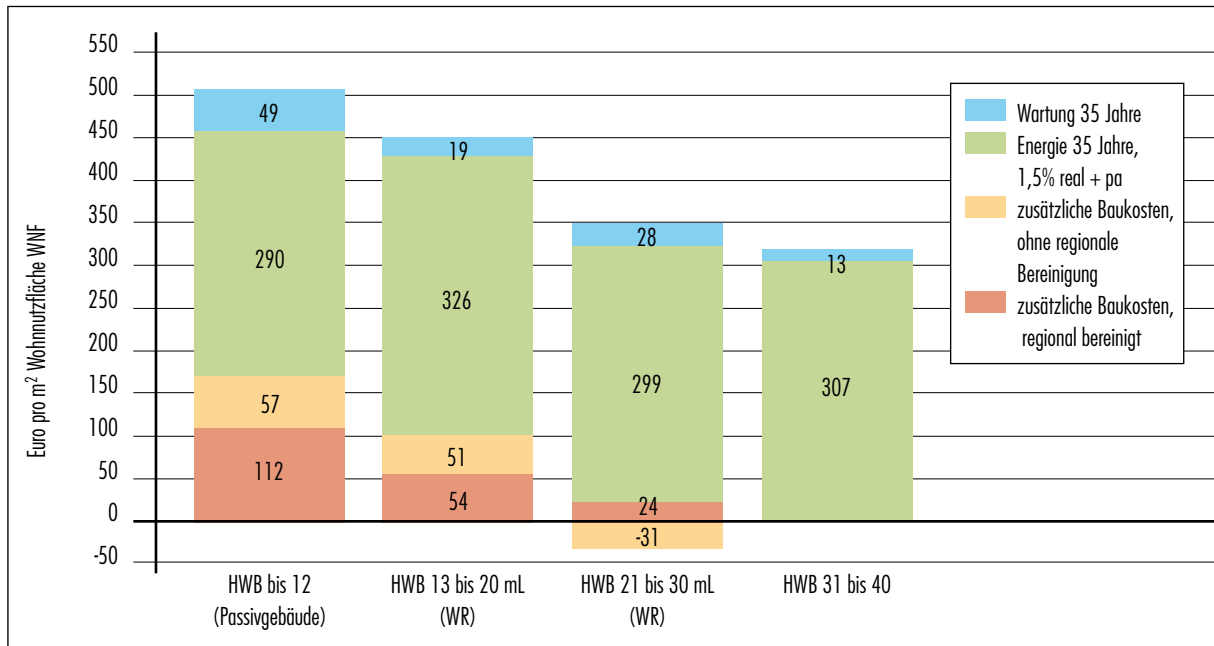
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> BGFa	Baukosten		Verbrauch Energie		Kosten 2011		GESAMTKOSTEN 35J			GESAMT
	2011 stand.	bereinigt regional	Heiz+Wawa incl. Solar- erträge	Hilfs- energie Hei+Lü	Energie standardisiert (einheitl. Preise)	Wartung Lüftung	zusätzl Bauko zu Typ 4 ber	Energie reales Plus +1,5%/pa	Wartung Lüftung	
1 HWB bis 12 (Passivgebäude)	1.779	1.691	73	4	0,53	0,12	112	344	49	<b>505</b>
2 HWB 13 bis 20 mL (WR)	1.715	1.633	87	2	0,60	0,04	54	387	19	<b>460</b>
3 HWB 21 bis 30 mL (WR)	1.603	1.603	81	1	0,55	0,07	24	355	28	<b>407</b>
4 HWB 31 bis 40	1.610	1.579	84	1	0,56	0,03	0	365	13	<b>377</b>
<b>Differenz 4-1</b>	<b>-169</b>	<b>-112</b>	<b>11</b>	<b>-3</b>	<b>0,03</b>	<b>-0,09</b>		<b>21</b>	<b>-36</b>	<b>-128</b>

### Erläuterungen:

Baukosten standardisiert	erhobene Baukosten valorisiert mit Baupreisindex (Basis 2011) verringert um Garagenkosten und Solaranlagen und Kosten Aufzug bei kleinen Anlagen standardisiert um Unterschiede Wohnungsgröße Mittelwerte pro Typ, wobei mit Nutzfläche der Objekte gewichtet wurde
Baukosten regional bereinigt	für den Anteil der in der Stichprobe enthaltenen Nutzfläche in „teuren Bundesländern“ (St,Sa,Ti, Vo) wurde eine Kostenreduktion im Ausmaß von 7,5% vorgenommen
Verbrauch Heizung + Warmwasser	gemessene Verbräuche, teilweise mit Schätzung Warmwasser bei individuellen Systemen bzw. wenn Verbrauch nur gesamt angegeben erhöht um angegebene Erträge aus Solaranlagen gewichtete Mittelwerte pro Typ
Hilfsenergie	angegebene Verbräuche für Pumpen, Ventilatoren u.ä. gewichtete Mittelwerte pro Typ
Energiekosten standardisiert	einheitliche Preise für Energie: in Erhebung gemessene Mediane für kWh-Preise Heizung/Warmwasser (incl. Fixkosten und Wartung); bzw. Hilfsenergie (Strom) Median Preis Heizkosten 7,8 Cent pro kWh incl Ust Median Preis Strom 17,6 Cent pro kWh incl Ust Multiplikation mit durchschnittlichen Verbräuchen pro Typ
Wartung Lüftung	angegebene Kosten; enthalten tw. auch Wartungskosten für Heizung/Solar es besteht daher gewisser Abtausch mit Heizungskosten gewichtete Mittelwerte pro Typ für Typ 4 gab es keine Kostenangaben, daher wurden Kosten von anderen Gebäuden mit Abluftanlagen übernommen
Berechnung Gesamtkosten	Addition von zusätzlichen Baukosten gegenüber Typ 4A (HWB 31 - 40kWh/m <sup>2</sup> a; keine mechanische Lüftung) Energiekosten 35 Jahre; angenommene reale Steigerung 1,5% pro Jahr Wartungskosten 35 Jahre, keine reale Steigerung
Ersatz-/Reparaturkosten	keine Annahmen getroffen

Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
 BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

**Diagramm T8:**  
**Ergebnis Modellrechnung Gesamtkosten 35 Jahre; nach Objekttyp**



Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
 BGF = Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

Bei der Annahme einer Splittung der Finanzierung in Wohnbauförderung und Bankdarlehen im Verhältnis 1:1, einer dynamischen Annuität für das Förderungsdarlehen über einen Zeitraum von 35 Jahren (bei einem Förderungsbarwert von rd. 25 Prozent der Investitionskosten) sowie einer konstanten Annuität für das Bankdarlehen bei einer Verzinsung von 3 Prozent und einer Laufzeit von 25 Jahren, ergeben Investitionskosten in der Höhe von 110 Euro/m<sup>2</sup> WNF (Mehrkosten Passivhaus – Niedrigenergiehaus) eine monatliche Belastung von anfänglich 34 Cent/ m<sup>2</sup> WNF (ohne Berücksichtigung der Ust). Die Energiekosten im Passivhaus dazugerechnet ergeben 87 Cent – das sind 31 Cent mehr als die Energiekosten im Niedrigenergiehaus. Nimmt man eine real fallende Miete an sowie eine reale Energiepreissteigerung von 1,5 Prozent und nominell konstante Wartungskosten, ergeben sich in diesem Modell mittlere reale Mehrkosten von fast 300 Euro pro Wohnung und Jahr. Der Kostenunterschied fällt in diesem Modell höher als in der anderen Variante aus, da noch Zinsen für die Investition gegeben sind und durch die kalkulierte Förderung keine Kompensation erfolgt. Sensitivitätsberechnungen ergeben, dass die reale Energiepreissteigerung mehr als 10 Prozent betragen müsste, um eine Kostenneutralisierung herbeizuführen.

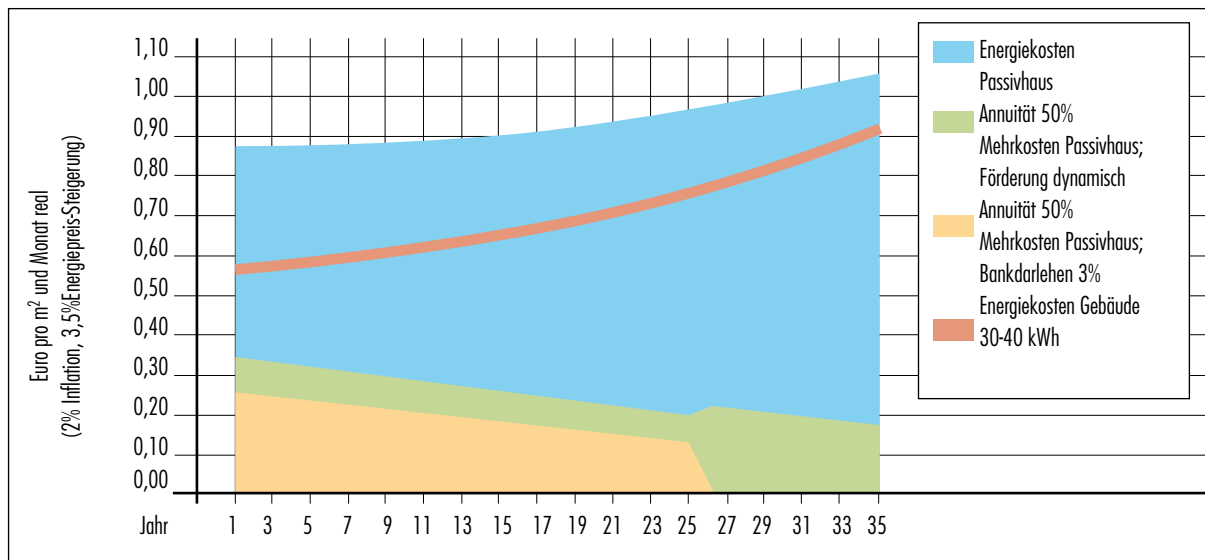
An diesen Befund lässt sich nun die Frage schließen, unter welchen Umständen zwischen Niedrigenergiehaus und Passivbauten Kostenneutralität aus Sicht der Bewohner gegeben wäre:

- Selbst bei einer 100%-Zuschussförderung der Mehr-Investitionskosten lässt sich das unter ansonsten unveränderten Voraussetzungen wie hier berechnet nicht gewährleisten.
- Bei einem um 10 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> verringerten Verbrauch im Passivhaus wäre Kostenneutralität mit einem 100%-Zuschuss erreichbar; dieser Verbrauch läge immer noch um 10 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> über dem theoretischen Verbrauch (in Höhe von 53 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> bzw. 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>).
- Bei einem „Idealverbrauch“ wie vorher angegeben müssten entweder
  - die Mehr-Investitionskosten im Passivhaus auf rd. 45 Euro/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> reduziert werden,
  - oder ein entsprechend hoher Zuschuss der Förderung – in Höhe von rund 60 Prozent der Mehrkosten – geleistet werden.

## Modellberechnung:

### Vergleich Passivhaus - NE Haus 30-40 kWh;

### Annuität/Miete für Mehr-Baukosten (110 Euro) plus Energiekosten Heizung/WaWa; reale Werte (Wartungskosten nicht dargestellt)



Diese Ergebnisse stützen also das Modell der 100%-Zuschussförderung für Passivhäuser – unter der Voraussetzung, dass die kalkulierten Verbrauchskosten in dem Maß wie in der Stichprobe überschritten werden.

#### 4.2 Sanierung - Gegenüberstellung von Effekten und Kosten

In der Sanierung sind die Berechnungen auf der einen Seite komplexer, auf der anderen kann man aufgrund des in der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft bestehenden Systems des Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrages eine pragmatische Vorgangsweise einschlagen.

Die mittleren Effekte von Sanierungsmaßnahmen wurden oben bereits diskutiert: Aufgrund der Abweichungen des Verbrauchs von den kalkulierten Werten beläuft sich die mittlere Reduktion des Verbrauchs durch Sanierungsmaßnahmen bei aktuellen Projekten auf etwa 34 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> bzw. 45 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub>. Das impliziert eine Kostenreduktion für Heizung von etwa 27 Cent pro Quadratmeter und Monat (bzw. durchschnittlich 30 Cent bei Annahme einer 1,5 prozentigen realen Energiepreissteigerung). Diese mittlere Reduktion entspricht einer „normalen“ Fassadendämmung in Verbindung mit einem Fenstertausch auf das Heizwärmebedarfs-Niveau von 40 – 50 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> (bzw. rd. 60 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub>). Das Kostenpektrum für die angesprochenen Maßnahmen liegt zwischen 170 und 190 Euro/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> (Preisniveau 2011). Dieser Wert ergibt sich aus der vorliegenden Stichprobe, wird aber auch über die laufenden Erhebungen des Verbandes gestützt. Bei kleineren Objekten liegen die Kosten aber auch jenseits der 200-Euro-Marke.

Müsste man diese Kosten fremdfinanzieren – dafür muss ein für Altbauten typischer Zeitraum von 15 Jahren angenommen werden - würde das eine zusätzliche monatliche Mietenbelastung in Höhe von rd. 1,28 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche ergeben, der nur 0,27 Euro an Energiekosteneinsparung gegenüberstehen. Durch einen längerfristigen Refinanzierungshorizont ließe sich die laufende Belastung in etwa halbieren, aber auch damit bleibt man deutlich über der Entlastung bei den laufenden Energiekosten. Eine längerfristige Betrachtung unter der Annahme einer realen Energiepreissteigerung verbessert das Ergebnis zwar, aber eine Neutralisierung der Investitionskosten – auch mit einem 35-jährigen Finanzierungshorizont – kann durch die Einsparungen bei der Energie nicht erreicht werden.

Rechnet man umgekehrt jene Höhe der Investition, die mit der Energieeinsparung finanzierbar wäre, ergeben sich ein Wert von rd. 45 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche in der 15-jährigen und ein Wert von rd. 80 Euro bei einer 35-jährigen Betrachtung. Diese Werte lassen sich allenfalls jenen Kosten nach Abzug jener Komponenten gegenüberstellen, die bei einer Großinstandsetzung „ohnedies“ angefallen wären: also v.a. den Kosten für das Baugerüst und Verputzarbeiten sowie neue, energetisch den alten gleichwertige, Fenster. Für die kurzfristige Betrachtung ist der genannte Wert zu gering, um die energetischen Maßnahmen als wirtschaftlich zu qualifizieren, in der langfristigen Betrachtung ist möglicherweise eine Annäherung plausibel.

Nur durch den Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag, der derzeit in älteren Gebäuden 1,62 bzw. nach Abzug der Grundstufe 1,21 Euro pro Monat und Quadratmeter beträgt, lässt sich in Verbindung mit der Wohnbauförderung die Finanzierung der Sanierungsmaßnahmen gewährleisten – wobei zu bedenken ist, dass in der Regel die Gesamtkosten der Maßnahmen im Rahmen einer Großinstandsetzung weitere 100 – 150 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche über den hier genannten Kosten liegen und zu finanzieren sind.

Unter reinen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bzw. ohne Unterstützung durch die Förderung ließen sich thermische Sanierungsmaßnahmen nicht darstellen. Ebenso muss man Abstand nehmen vom Konzept einer Refinanzierung über Contracting-Modelle (Finanzierung von Investitionen über Energieeinsparungen), da dafür die Relation zwischen Einsparungen und Kosten nicht ausreichend ist.

Wie die Auswertungen nach Objekttyp gezeigt haben, liegt in Gebäuden, die auf Passivhaus- bzw. Niedrigstenergiehaus-Standard saniert wurden, der Verbrauch an Heizenergie nach Sanierung relativ deutlich unter jenem der anderen sanierten Objekte ( $53 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNFA}}$  gegenüber  $78 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNFA}}$ ). Daraus resultiert unter Veranschlagung eines durchschnittlichen Energiepreises eine monatliche Ersparnis von knapp 40 Cent pro Quadratmeter Wohnnutzfläche. Allerdings: Die Relation zwischen Einsparung und Investitionskosten ist in diesem Fall noch ungünstiger als im Falle einer „normalen“ thermischen Sanierung, da zu den Investitionskosten mindestens noch jene hinzu kommen, wie sie für den Neubau dargestellt wurden (rd. 110 Euro pro Quadratmeter Wohnnutzfläche für Lüftungsanlage, höhere Dämmung und Verglasung, intensivere Planung). Damit liegen sie um 60 Prozent über den Standard-Investitionen, während die Einsparung bei der Energie den Standard-Level lediglich um 40 Prozent übertrifft.

# 5. Exkurs: Sanierungsmaßnahmen - Instandsetzungszyklen, Typen der Sanierung

Zur besseren Beurteilung der aktuellen und künftigen Vorgaben im Bereich der Sanierung sei anhand der vorliegenden Daten eine kurze Darstellung des Sanierungsgeschehens im gemeinnützigen Wohnbau vorgenommen:

Von Relevanz ist dabei zunächst das Baualter bei Großinstandsetzung (Sanierung mehrerer Gebäudeteile/Gewerke, v.a. Dach/Fassade/Fenster/Heizung). Daraus lassen sich etwa Schlussfolgerungen für die (idealen) Sanierungsraten ableiten. Dafür wurden unterschiedliche Mittelwerte berechnet:

Das mittlere Baualter der Wohnungen bei Großinstandsetzung der Fassade beträgt 39, der – objektbezogene – Median 35 Jahre. Daraus lässt sich zunächst eine mittlere, retrospektive de-facto Sanierungsrate in einer Bandbreite zwischen 2,6 – 2,9 Prozent ableiten. Nicht ident ist diese mit der aktuellen Sanierungsrate, die über diesem Niveau liegt. Aus der Abweichung zwischen objektbezogenem Median und wohnungsbezogenem Mittel kann man schließen, dass größere Objekte tendenziell zu einem späteren Zeitpunkt saniert werden als kleinere – das mag in energetischer Hinsicht in Zusammenhang damit stehen, dass größere Objekte kompakter und daher energetisch effizienter sind.

An den objektbezogenen Perzentilen (Dezile, Quartile) lässt sich aber auch erkennen, dass eine breite Streuung des Baualters bei Fassadensanierung besteht. Immerhin 10 Prozent aller Objekte werden bereits nach weniger als 24 Jahren einer (ersten) Großinstandsetzung unterzogen. Dabei mag der „Siedlungseffekt“

## Übersicht 2: Großinstandsetzungszyklen und Arten Sanierung GBV-Wohnungen - Stichjahr 2012

arithmetisches Mittel Alter der Wohnung bei Großinstandsetzung Fassade (Dämmung) Wohnungen errichtet nach 1945/ alle Wohnungen	Jahre		<b>Erläuterungen:</b> Interpretation Perzentile Beispiel Median: 50% der Objekte wurden nach weniger als 34 Jahren nach Erstbezug groß- instandgesetzt, 50% der Objekte nach mehr als 34 Jahren
	35	39	
<b>Fassadensanierung: .... Jahre nach Erstbezug Objekte errichtet nach 1945/alle Objekte</b>			Art der Instandsetzung Dämmung = Fassadendämmung, überwiegend mit Fenstertausch und Dämmung Dach, Keller sonstige Teilsanierungen: überwiegend Fenstertausch
unterstes Dezil (10%)	24	24	
1. Quartil (25%)	28	29	
Median (50%)	34	35	
3. Quartil (75%)	40	45	
oberstes Dezil (90%)	48	54	
<b>Art der Instandsetzung</b>	Prozent Wohnungen		
Dämmung + Heizung gleichzeitig	9		
nur Dämmung (Dämmung vor Heizung)	52		
Dämmung + Heizung durchgeführt, Dämmung vor Heizung mit großem zeitlichen Abstand	8		
Dämmung + Heizung durchgeführt, Heizung vor Dämmung mit großem zeitlichen Abstand	3		
nur Heizung (Heizung vor Dämmung)	14		
sonstige Teilsanierungen	14		

eine Rolle spielen. Dieser kann dergestalt angenommen werden, dass räumlich zusammenliegende, aber zu unterschiedlichen Zeitpunkten errichtete Objekte aufgrund von Preisvorteilen in zeitlichem Zusammenhang saniert werden. Ebenso kann sich bei Objekten mit nicht optimaler Bauausführung die Notwendigkeit einer vorzeitigen Großinstandsetzung ergeben.

Für eine kleine Anzahl an Gebäuden (10 Prozent) bzw. Wohnungen sind auch Großinstandsetzungsmaßnahmen nach einem Zeitraum von mehr als 50 Jahren zu beobachten, wobei anzunehmen ist, dass bei diesen Objekten Teilsanierungen zu einem früheren Zeitpunkt erfolgt sind.

Für jüngere – nach 1945 errichtete – Objekte zeigt sich, dass die Großinstandsetzungsmaßnahmen an der Gebäudehülle im Schnitt früher vorgenommen werden. Aus methodischer Sicht bleibt aber einschränkend anzumerken, dass die im Stichjahr 2012 beobachteten Werte im Zeitverlauf Veränderungen nach oben erfahren, da ja der Bestand noch nicht zur Gänze durchsaniiert ist. Dies gilt sowohl für die Gesamtheit der Objekte als auch für den Teil der jüngeren Bauten - in noch stärkerem Ausmaß. Darüber hinaus sind die angegebenen Zeiträume auch insofern nicht ganz exakt geschätzt, als v.a. in früheren Jahren auch Fassadeninstandsetzungen ohne die Vornahme von Dämmungsmaßnahmen erfolgten, diese hier aber nicht erfasst wurden.

Von Bedeutung – vor allem in Zusammenhang mit (künftigen) Anforderungen an Sanierungsmaßnahmen – ist die Verteilung auf unterschiedliche Arten der Sanierung. Hier zeigt sich, dass „umfassende“ Sanierungen im Sinne einer Kombination aus Dämmungsmaßnahmen und Heizungserneuerung nur in einer kleinen Anzahl von Fällen vorgenommen wird (9 Prozent). Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der laufenden Erhebungen im GBV-Bestand. Es dominiert eine Trennung von Fassaden- und Heizungserneuerung. Häufiger – in 60 Prozent aller Fälle - werden die Dämmungsmaßnahmen vor der Heizungserneuerung vorgenommen, darunter subsumiert sind auch Fälle, in denen die Herstellung einer Zentralheizung bzw. der Anschluss an die Fernwärme vorgenommen werden. Der umgekehrte Fall – Heizungserneuerung bzw. Herstellung vor Fassadensanierung – ist nur für 17 Prozent der sanierten Wohnungen zu beobachten.

Die energiepolitisch angestrebte gleichzeitige Sanierung von Fassade und Heizung gehört im Bereich der gemeinnützigen Wohnungen also nicht zum Standardmodell. Das mag sowohl an der unterschiedlichen Lebensdauer der Gewerke als auch an den Kosten liegen. Oben wurden die Kosten für die Fassadendämmung plus Fenstertausch in Höhe von durchschnittlich 190 Euro/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> angegeben, eine Heizungserneuerung bzw. Einbau oder Tausch verursacht nach den vorliegenden Daten etwa 40 – 80 Euro/m<sup>2</sup> WNF.



# 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Erhöhung des thermischen Standards durch Neubau und Sanierung hat eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs gebracht. Allerdings hat diese Reduktion ihren Preis, der durch die Einsparungen im laufenden Energieverbrauch nicht in allen Fällen kompensiert werden kann. Das betrifft sowohl Neubau als auch Sanierung.

Wie die Ergebnisse dieser Untersuchung – in Übereinstimmung mit Referenzstudien anderer Länder – zeigen, sind die tatsächlich erreichten Einsparungen gegenüber den theoretisch kalkulierten aufgrund des Zusammenspiels mehrerer Effekte geringer.

Wohnungs- und Energie- bzw. Umweltpolitik sollten dies zum Anlass nehmen, die bestehenden Konzepte zu überdenken.

## Neubau

Der im Jahr 2010 durch die Wohnbauförderung eingeführte Standard im Neubau weist einen Minderverbrauch für Heizenergie (ohne Warmwasser) gegenüber älteren Bauten von rund 30-50 Prozent auf. Von den thermisch noch effizienter eingestuften Gebäuden weisen nur die Passiv- und Niedrigstenergiehäuser einen noch geringeren Verbrauch auf. Dieser ist allerdings höher als erwartet, während die Kosten unter Berücksichtigung der Investitions- und Wartungskosten eindeutig höher und selbst durch einen erwartungsgemäß niedrigen Verbrauch nicht zu kompensieren sind. In der vorliegenden Untersuchung erweist sich jedenfalls das Gebäude der „Generation Wohnbauförderung 2010“ (Heizwärmebedarf 30 – 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> für Gebäude mit einer Kompaktheit A/V zwischen 0,35 und 0,55) im Vergleich aller Niedrigenergiegebäude als das kostenoptimale. Einzuräumen ist, dass der „nächstbessere“ Typ (20 – 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>) auch nicht schlecht abschneidet. Dieser Typ ist in der Stichprobe aber schwach vertreten, da davon noch nicht viele Objekte realisiert sind.

Der von der **Wohnbauförderung 2012** eingeführte Standard (Heizwärmebedarf 20 – 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> bei einer Kompaktheit A/V 0,35 – 0,55) sollte daher noch einmal geprüft werden. Ebenso sollte das Konzept des nun vorliegenden Nationalen Plans, als Alternative für weitere thermische Verbesserungen an der Gebäudehülle den Einsatz vor Ort gewinnbarer erneuerbarer Energien zur Erhöhung der Energieeffizienz vorzusehen, in der Wohnbauförderung übernommen werden. Derzeit findet sich der Einsatz von Solarenergie als zusätzliche Auflage in den Förderungsvorschriften<sup>16</sup>. Abzugehen ist von dem Ziel, in der Förderung höhere Standards als in den Bauordnungen vorzuschreiben. Finanzielle Stützungen für höhere Standards bleiben davon unberührt. In wirtschaftlicher Hinsicht zeigt sich, dass die höheren Investitionskosten von Niedrigstenergie- und Passivhäusern nur durch die Abfederung via Förderung kompensiert werden können, durch den geringeren Energieverbrauch ist dies nicht herbeizuführen. Dies ist auch bedingt dadurch, dass in diesen Gebäuden höhere Wartungskosten gegeben sind sowie weitere Kostenfaktoren zu erwarten sind, deren tatsächliches Ausmaß heute noch nicht bekannt ist (Reinigung, Hygieneprüfung, Reparatur).

Der Einsatz von solartechnisch gewonnener Energie erweist sich für die Mehrzahl – aber nicht alle – Objekte als effektiv. Im Mittel kann etwa die Hälfte der zur Warmwasseraufbereitung erforderlichen Energie in den entsprechen ausgestatteten Anlagen gewonnen werden. Für die Überprüfung der Kosten – Nutzen

<sup>16</sup> Überwiegend wird der Einsatz von Solaranlagen bei nicht fernwärme-versorgten Anlagen in Kombination mit anderen Energiesystemen verlangt; Ausnahmen sind vorgesehen für Standorte mit geringer Sonneneinstrahlung bzw. geringen Erträgen (vgl. Förderungsverordnungen und -richtlinien der Bundesländer).

– Analyse war die vorliegende Untersuchung nicht detailliert genug. Das Konzept des Nationalen Plans sollte als Anlass genommen werden, in der Branche diesen Aspekt weiter zu analysieren. Es ist aber davon auszugehen, dass nicht alle Standorte und Gebäudetypen für einen effizienten Einsatz der Solarenergie geeignet sind.

Vor dem Hintergrund der hier gewonnenen Ergebnisse sind die Alternativen des „Nationalen Plans“ grundsätzlich zu begrüßen. Dennoch bleibt zu hinterfragen, ob das Niveau, das für die thermische Qualität 2020 vorgesehen ist, vor allem aus Gründen der fehlenden Kosteneffizienz sachlich gerechtfertigt ist. Auch energie- und klimapolitisch zeigen sich die Niedrigstenergiebauten den Niedrigenergiebauten kaum überlegen, da der Hilfsstrom für Lüftungsanlagen sowohl den Primärenergiebedarf in die Höhe schraubt als auch zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Die Alternative der Energiegewinnung aus Solaranlagen ist nicht für alle Standorte und Gebäude realisierbar.

### **Sanierung**

Durch thermische Sanierungsmaßnahmen konnte der Energieverbrauch in den betroffenen Objekten in den vergangenen Jahren um rund 34 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub> reduziert werden (25 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>). In neueren, bzw. in der jüngsten Vergangenheit sanierten Objekten betrug die Reduktion etwa 45 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub> (35 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>), in auf Passivstandard sanierten Objekten um noch einmal 25 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> mehr. Das entspricht nur etwa der Hälfte der theoretisch berechneten bzw. erwarteten Einsparungen, da der Verbrauch in schlechter eingestuftem Gebäuden geringer als erwartet ist (Preboundeffekt), nach Sanierung aber zum Teil über den Erwartungen liegt (Reboundeffekte).

Den damit erzielten laufenden Einsparungen an Energiekosten im Ausmaß zwischen 20 und 40 Cent pro Monat und Quadratmeter stehen Investitionskosten gegenüber, die damit nicht kompensiert werden können. Eine Anhebung der laufenden Miete kann im gemeinnützigen Sektor nur über das System der Erhaltungs- und Verbesserungsbeiträge sowie durch die Unterstützung der Förderung vermieden werden. Am schlechtesten ist die Kosten-Nutzen-Relation in auf Passivstandard sanierten Objekten.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse – hinsichtlich der Überschätzung der Reduktion des Energieverbrauchs sowie der fehlenden Kosteneffizienz - sollten jegliche Verschärfungen der Anforderungen in der Sanierung hinterfragt werden.

Der „Nationale Plan“ sieht bezüglich der Sanierungsmaßnahmen nicht nur eine signifikante Herabsetzung der Anforderungen an den Heizwärmebedarf vor, sondern verfolgt auch das Konzept der umfassenden Sanierung – d.h. der gleichzeitigen Erneuerung von Baukörpern und Heiztechnik (z.B. Kesseltausch), soweit diese nicht den aktuellen Standards entspricht. Dies verschlechtert die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen weiter und bedeutet eine zusätzliche Kostenbelastung für Mieter bzw. allenfalls Wohnbauförderung. Außerhalb dieses Sektors könnte dieses Konzept zu einer Unterlassung von Sanierungsmaßnahmen führen.

### **Realitätsnäher und kosteneffizienter wären die Akzeptanz von Teilsanierungen – wie bisher in der Wohnbauförderung - sowie eine Definition der Standards in Abhängigkeit vom Ausgangswert.**

Gesamtwirtschaftlich bzw. energiepolitisch sollten Potentialabschätzungen und Zieldefinitionen der Verbrauchsreduktion nicht mit den kalkulierten Energiebedarfsberechnungen, sondern mit den tatsächlich gemessenen und erwartbaren Verbrauchswerten vorgenommen werden.

Ebenso sollte eine Überprüfung des „Nationalen Plan“ bis 2015 auf nationaler Ebene erfolgen. Diese Ergebnisse sollten in den Evaluierungsprozess auf EU-Ebene einfließen.

# Literatur:

Bauer 2013A: Eva Bauer: Baukosten: Erhöhte Anforderungen, Kostensteigerungen und Kompensations-effekte; in: Besser Wohnen 4/2013

Bauer 2013B: Eva Bauer: Höhere Energieeffizienz in Wohngebäuden – größere Häuser, mehr Geld fürs Auto; In: GBV-News 03/13 <http://www.gbv.at/Ausgabe/View/4335>

FGW 2009: Birgit Schuster/Andreas Oberhuber/Kerstin Götzl/Philipp Kaufmann: Vergleichende Analyse von Errichtungs- und Bewirtschaftungskosten großvolumiger Wohngebäude in Passivhaus- und Niedrigenergiehausqualität in Wien; im Auftrag der Wohnbauforschung Wien, FGW-Schriftenreihe

Kanatschnig 2012: Dietmar Kanatschnig/Eva Lacher: Linking Low Carbon Technologie with Low Carbon Society, Energie 2050: Anforderungen an die Technologiepolitik zur Eindämmung des Rebound-Effektes; Berichte aus Energie und Umweltforschung 58/2012, bmvit

Landesrechnungshof Vorarlberg 2012; Prüfbericht Wohnbauförderung

Schöberl 2011: Helmut Schöberl/Christoph Lang/Simon Handler: Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten; Bericht aus Energie- und Umweltforschung 63/2011; bmvit

Schöberl 2012: Helmut Schöberl/Richard Hofer: Betriebskosten- und Wartungskostenvergleich zwischen Passivhäusern und Niedrigenergiehäusern; Berichte aus Energie- und Umweltforschung 3/2012, bmvit

Statistik Austria 2002; Verbrauchsausgaben der privaten Haushalte 1999/2009, Sozialstatistische Ergebnisse der Konsumerhebung

Statistik Austria 2012; Verbrauchsausgaben der privaten Haushalte 2009/2010, Sozialstatistische Ergebnisse der Konsumerhebung

Statistik Austria 2013A Download; Energiebilanzen  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_und\\_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html)

Statistik Austria 2013B Download; Entwicklung der Energieintensität der Haushalte 1990 – 2011  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_und\\_umwelt/energie/energieeffizienzindikatoren/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeffizienzindikatoren/index.html)

Statistik Austria 2013C Download; Energieeinsatz der Haushalte  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_und\\_umwelt/energie/energieeinsatz\\_der\\_haushalte/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html)

Sunnika-Blank 2012: Minna Sunikka-Blank/Ray Galvin: Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption; Research Paper Building Research & Information (2012) (40)3, 260 – 273; Cambridge

Download: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09613218.2012.690952>

Treberspurg et al 2007, Martin Treberspurg/Roman Smutny/Andreas Oberhuber: Nachhaltigkeits-Monitoring des Passivhaus-Studentenheims Molkereistrasse; Wohnbauforschung Wien Download: [http://www.wohnbauforschung.at/Downloads/Nachhaltigkeits\\_Monitoring\\_Molkereistrasse\\_LF.pdf](http://www.wohnbauforschung.at/Downloads/Nachhaltigkeits_Monitoring_Molkereistrasse_LF.pdf)

Treberspurg 2009: Martin Treberspurg/Roman Smutny et al: Nachhaltigkeits-Monitoring ausgewählter Passivhaus-Wohnanlagen in Wien; im Auftrag der Wiener Wohnbauforschung

Umweltbundesamt 2013: AutorInnenteam: Klimaschutzbericht 2013, Wien

Visscher 2012: Henk Visscher/Dasa Majcen/Laure Itard (OTB Delft): Effectiveness of energy performance certification for the existing housing stock; RICS Cobra 2012

Wagner et al 2012; Waldemar Wagner et al: Forschungsprojekt Passivhausanlage Lodenareal; Endbericht, Gleisdorf 2012 Download: [https://www.energie-tirol.at/fileadmin/static/sonstiges/51800\\_Lodenareal\\_Endbericht\\_2013.03.13\\_mb.pdf](https://www.energie-tirol.at/fileadmin/static/sonstiges/51800_Lodenareal_Endbericht_2013.03.13_mb.pdf)

**TABELLE 1: Verbrauch Heizenergie Raumwärme (ohne Warmwasser) nach Bauperiode**

A. ALLE GBV-OBJEKTE							gesamt					mit Angabe Verbrauch Heizenergie				
Bauperiode	ungew.	gewichtet	HWB m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup> pro	Relation WNF:BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Verbrauch kWh pro Jahr und								
	Objekte	Objekte	Whg	BGF	Whg			Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF					
vor 1945	23	72	1.517	111	59	0,73	21	549	69	91	95					
1945 - 1960	32	30	1.328	75	56	0,71	10	301	59	86	87					
1961 - 1965	23	29	1.121	62	65	0,75	17	768	58	78	81					
1966 - 1970	23	23	1.058	56	66	0,80	15	733	79	97	103					
1971 - 1975	23	29	1.185	49	71	0,79	17	694	60	78	85					
1976 - 1980	21	22	815	65	75	0,81	10	398	63	76	91					
1981 - 1985	25	25	945	60	82	0,77	15	590	59	77	82					
1986 - 1990	16	13	693	74	75	0,74	9	605	56	75	78					
1991 - 1995	26	51	1.712	69	73	0,75	36	1.363	74	98	100					
1996 - 2000	20	47	1.236	47	71	0,72	35	998	52	71	73					
2001 - 2005	38	34	1.088	44	78	0,74	21	836	47	61	62					
2006 ff	51	45	1.520	21	75	0,76	33	1.148	44	59	60					
<b>GESAMT</b>	<b>321</b>	<b>420</b>	<b>14.216</b>	<b>59</b>	<b>70</b>	<b>0,75</b>	<b>238</b>	<b>8.984</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>81</b>					
<b>GESAMT mit Schätzung ohne Angabe*</b>				<b>60</b>					<b>60</b>	<b>79</b>	<b>83</b>					

B. GBV-OBJEKTE ohne FASSADENSANIERUNG							gesamt					mit Angabe Verbrauch Heizenergie				
Bauperiode	ungew.	gewichtet	HWB m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup> pro	Relation WNF:BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Verbrauch kWh pro Jahr und								
	Objekte	Objekte	Whg	BGF	Whg			Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF					
vor 1945	12	35	875	130	60	0,70	10	245	72	105	106					
1945 - 1960	11	10	655	89	54	0,71	2	126	74	98	102					
1961 - 1965	8	9	290	80	66	0,82	4	148	76	93	95					
1966 - 1970	7	6	187	92	77	0,83	4	153	104	124	140					
1971 - 1975	6	7	221	76	63	0,75	5	175	73	97	105					
1976 - 1980	10	8	521	80	75	0,84	3	252	66	75	100					
1981 - 1985	18	18	621	72	83	0,76	9	318	72	94	100					
1986 - 1990	16	13	693	74	75	0,74	9	605	56	75	78					
1991 - 1995	25	49	1.681	69	72	0,75	36	1.363	74	98	100					
1996 - 2000	20	47	1.236	47	71	0,72	35	998	52	71	73					
2001 - 2005	38	34	1.088	44	78	0,74	21	836	47	61	62					
2006 ff	51	45	1.520	21	75	0,76	33	1.148	44	59	60					
<b>GESAMT</b>	<b>222</b>	<b>282</b>	<b>9.589</b>	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>0,75</b>	<b>172</b>	<b>6.368</b>	<b>60</b>	<b>79</b>	<b>82</b>					
<b>gesamt bis 1980</b>	<b>54</b>	<b>76</b>	<b>2.749</b>	<b>96</b>	<b>64</b>	<b>0,76</b>	<b>29</b>	<b>1.099</b>	<b>76</b>	<b>96</b>	<b>107</b>					
<b>gesamt ab 1980</b>	<b>168</b>	<b>205</b>	<b>6.839</b>	<b>51</b>	<b>75</b>	<b>0,75</b>	<b>142</b>	<b>5.269</b>	<b>57</b>	<b>75</b>	<b>77</b>					

C. GBV-OBJEKTE mit FASSADENSANIERUNG							gesamt					mit Angabe Verbrauch Heizenergie				
Bauperiode	ungew.	gewichtet	HWB m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup> pro	Relation WNF:BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Verbrauch kWh pro Jahr und								
	Objekte	Objekte	Whg	BGF	Whg			Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF					
vor 1945	11	36	642	85	58	0,79	10	304	65	79	85					
1945 - 1960	21	21	673	57	57	0,70	8	175	49	75	74					
1961 - 1965	15	20	830	58		0,73	12	619	54	74	77					
1966 - 1970	16	17	871	48	64	0,79	12	580	71	89	93					
1971 - 1975	17	22	964	44	73	0,80	11	519	55	72	78					
1976 - 1980	11	13	294	38	74	0,76	7	147	58	77	78					
1981ff	8	10	354	36	79	0,78	5	272	44	56	60					
<b>GESAMT</b>	<b>99</b>	<b>139</b>	<b>4.627</b>	<b>52</b>	<b>66</b>	<b>0,76</b>	<b>66</b>	<b>2.616</b>	<b>58</b>	<b>76</b>	<b>79</b>					
<b>gesamt bis 1980</b>	<b>91</b>	<b>129</b>	<b>4.274</b>	<b>54</b>	<b>65</b>	<b>0,76</b>	<b>61</b>	<b>2.344</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>82</b>					
<b>gesamt ab 1980</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>354</b>	<b>36</b>	<b>79</b>	<b>0,78</b>	<b>5</b>	<b>272</b>	<b>44</b>	<b>56</b>	<b>60</b>					

\* Die Hochrechnung auf den Gesamtbestand ist nur bedingt gültig; andere Datenquellen des Verbandes ergeben einen etwa 15% höheren HWB; v.a. bei den jüngsten Objekten sind eher jene mit einem unterdurchschnittlichen HWB in die Stichprobe gekommen (vgl. auch Text, Kapitel Stichprobe) Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf lt. Energieausweis; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung; BGF = Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

**TABELLE 2: Verbrauch Heizenergie Raumwärme + Warmwasser nach Bauperiode**

A. ALLE GBV-OBJEKTE							mit Angabe Verbrauch Heizenergie				
Bauperiode	ungew.	gewichtet	Whg	HWB m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> pro	Relation	gewichtete	mittlerer Verbrauch kWh pro Jahr und			
	Objekte	Objekte		BGF	Whg			WNF:BGF	Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF
vor 1945	23	72	1.517	111	59	0,73	21	549	93	123	129
1945 - 1960	32	30	1.328	75	56	0,71	10	301	80	116	117
1961 - 1965	23	29	1.121	62	65	0,75	17	768	83	112	116
1966 - 1970	23	23	1.058	56	66	0,80	15	733	104	128	136
1971 - 1975	23	29	1.185	49	71	0,79	17	694	84	110	119
1976 - 1980	21	22	815	65	75	0,81	10	398	86	103	124
1981 - 1985	25	25	945	60	82	0,77	15	590	80	104	111
1986 - 1990	16	13	693	74	75	0,74	9	605	80	108	113
1991 - 1995	26	51	1.712	69	73	0,75	36	1.363	100	132	136
1996 - 2000	20	47	1.236	47	71	0,72	35	998	75	103	105
2001 - 2005	38	34	1.088	44	78	0,74	21	836	69	89	91
2006 ff	51	45	1.520	21	75	0,76	33	1.148	67	89	90
<b>GESAMT</b>	<b>321</b>	<b>420</b>	<b>14.216</b>	<b>59</b>	<b>70</b>	<b>0,75</b>	<b>238</b>	<b>8.984</b>	<b>83</b>	<b>109</b>	<b>114</b>
<b>GESAMT mit Schätzung ohne Angabe*</b>				<b>60</b>							

B. GBV-OBJEKTE ohne FASSADENSANIERUNG							mit Angabe Verbrauch Heizenergie				
Bauperiode	ungew.	gewichtet	Whg	HWB m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> pro	Relation	gewichtete	mittlerer Verbrauch kWh pro Jahr und			
	Objekte	Objekte		BGF	Whg			WNF:BGF	Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF
vor 1945	12	35	875	130	60	0,70	10	245	97	141	142
1945 - 1960	11	10	655	89	54	0,71	2	126	92	122	127
1961 - 1965	8	9	290	80	66	0,82	4	148	100	123	126
1966 - 1970	7	6	187	92	77	0,83	4	153	128	153	173
1971 - 1975	6	7	221	76	63	0,75	5	175	103	138	150
1976 - 1980	10	8	521	80	75	0,84	3	252	88	99	132
1981 - 1985	18	18	621	72	83	0,76	9	318	91	119	127
1986 - 1990	16	13	693	74	75	0,74	9	605	80	108	113
1991 - 1995	25	49	1.681	69	72	0,75	36	1.363	100	132	136
1996 - 2000	20	47	1.236	47	71	0,72	35	998	75	103	105
2001 - 2005	38	34	1.088	44	78	0,74	21	836	69	89	91
2006 ff	51	45	1.520	21	75	0,76	33	1.148	67	89	90
<b>GESAMT</b>	<b>222</b>	<b>282</b>	<b>9.589</b>	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>0,75</b>	<b>172</b>	<b>6.368</b>	<b>83</b>	<b>110</b>	<b>115</b>
<b>gesamt bis 1980</b>	<b>54</b>	<b>76</b>	<b>2.749</b>	<b>96</b>	<b>64</b>	<b>0,76</b>	<b>29</b>	<b>1.099</b>	<b>100</b>	<b>127</b>	<b>141</b>
<b>gesamt ab 1980</b>	<b>168</b>	<b>205</b>	<b>6.839</b>	<b>51</b>	<b>75</b>	<b>0,75</b>	<b>142</b>	<b>5.269</b>	<b>80</b>	<b>107</b>	<b>110</b>

C. GBV-OBJEKTE mit FASSADENSANIERUNG							mit Angabe Verbrauch Heizenergie				
Bauperiode	ungew.	gewichtet	Whg	HWB m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> pro	Relation	gewichtete	mittlerer Verbrauch kWh pro Jahr und			
	Objekte	Objekte		BGF	Whg			WNF:BGF	Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF
vor 1945	11	36	642	85	58	0,79	10	304	65	79	85
1945 - 1960	21	21	673	57	57	0,70	8	175	49	75	74
1961 - 1965	15	20	830	58		0,73	12	619	54	74	77
1966 - 1970	16	17	871	48	64	0,79	12	580	71	89	93
1971 - 1975	17	22	964	44	73	0,80	11	519	55	72	78
1976 - 1980	11	13	294	38	74	0,76	7	147	58	77	78
1981ff	8	10	354	36	79	0,78	5	272	44	56	60
<b>GESAMT</b>	<b>99</b>	<b>139</b>	<b>4.627</b>	<b>52</b>	<b>66</b>	<b>0,76</b>	<b>66</b>	<b>2.616</b>	<b>58</b>	<b>76</b>	<b>79</b>
<b>gesamt bis 1980</b>	<b>91</b>	<b>129</b>	<b>4.274</b>	<b>54</b>	<b>65</b>	<b>0,76</b>	<b>61</b>	<b>2.344</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>82</b>
<b>gesamt ab 1980</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>354</b>	<b>36</b>	<b>79</b>	<b>0,78</b>	<b>5</b>	<b>272</b>	<b>44</b>	<b>56</b>	<b>60</b>

\* Die Hochrechnung auf den Gesamtbestand ist nur bedingt gültig; andere Datenquellen des Verbandes ergeben einen etwa 15% höheren HWB; v.a. bei den jüngsten Objekten sind eher jene mit einem unterdurchschnittlichen HWB in die Stichprobe gekommen (vgl. auch Text, Kapitel Stichprobe) Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf lt. Energieausweis; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung; BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

**TABELLE 3: Verbrauch Heizenergie Raumwärme (ohne Warmwasser) 2011 nach Objekttyp**

<b>A. ALLE GBV-OBJEKTE (Neubau und Altbau mit/ohne Sanierung)</b>									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	ungew. Objekte	gewichtet Objekte	gesamt		davon: Objekte mit Angabe Verbrauch Heizung				
			HWB pro Whg	m <sup>2</sup> BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro			
					Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	17	17	666	9	13	572	31	44	43
HWB 13 bis 20 mL (WR)	10	11	362	17	5	266	47	58	59
HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	4	77	38	48	52
HWB 31 bis 40	41	44	1.663	33	30	1.290	44	56	58
HWB 41 bis 50 mL	10	11	402	46	9	330	47	66	67
HWB 41 bis 50	40	46	2.202	46	30	1.746	55	71	74
HWB 51 bis 60	30	42	1.338	55	23	645	57	76	79
HWB 61 bis 75	36	51	1.652	68	32	1.057	79	104	109
HWB 76 bis 100	36	48	2.321	85	29	1.442	70	92	101
HWB 101 bis 125	12	18	303	111	9	206	97	119	121
HWB 125+	14	29	585	161	7	182	59	94	94
ohne Angabe HWB	67	99	2.550		47	1.172	72	93	98
<b>GESAMT</b>	<b>321</b>	<b>420</b>	<b>14.216</b>		<b>238</b>	<b>8.984</b>	<b>61</b>	<b>80</b>	<b>84</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>254</b>	<b>321</b>	<b>11.666</b>	<b>59</b>	<b>191</b>	<b>7.812</b>	<b>59</b>	<b>77</b>	<b>81</b>
<b>B. GBV-OBJEKTE OHNE FASSADENSANIERUNG (Neubau/Altbau)</b>									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	ungew. Objekte	gewichtet Objekte	gesamt		davon: Objekte mit Angabe Verbrauch Heizung				
			HWB pro Whg	m <sup>2</sup> BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro			
					Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	14	13	521	9	9	427	30	41	41
HWB 13 bis 20 mL (WR)	8	8	316	17	4	241	47	59	59
HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	4	77	38	48	52
HWB 31 bis 40	23	20	818	34	18	709	44	55	57
HWB 41 bis 50 mL	9	10	353	46	8	281	43	60	61
HWB 41 bis 50	18	21	1.084	46	17	1.044	49	65	66
HWB 51 bis 60	17	24	736	55	14	420	56	75	77
HWB 61 bis 75	26	31	1.171	68	24	742	87	114	119
HWB 76 bis 100	26	35	1.835	84	24	1.275	71	92	100
HWB 101 bis 125	10	16	290	110	9	206	97	119	121
HWB 125+	11	20	461	167	3	98	62	105	105
ohne Angabe HWB	52	78	1.830		38	848	69	93	98
<b>GESAMT</b>	<b>222</b>	<b>282</b>	<b>9.589</b>		<b>172</b>	<b>6.368</b>	<b>62</b>	<b>82</b>	<b>85</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>170</b>	<b>203</b>	<b>7.758</b>	<b>62</b>	<b>134</b>	<b>5.520</b>	<b>60</b>	<b>79</b>	<b>83</b>
<b>C. GBV-OBJEKTE MIT FASSADENSANIERUNG</b>									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	ungew. Objekte	gewichtet Objekte	gesamt		davon: Objekte mit Angabe Verbrauch Heizung				
			HWB pro Whg	m <sup>2</sup> BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro			
					Objekte	Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	3	4	145	9	4	145	33	53	49
HWB 13 bis 20 mL (WR)	2	3	45	15	1	25	42	55	55
HWB 21 bis 30 mL (WR)									
HWB 31 bis 40	18	24	845	32	12	580	44	57	59
HWB 41 bis 50 mL	1	1	49	42	1	49	68	92	92
HWB 41 bis 50	22	25	1117	45	13	702	65	80	88
HWB 51 bis 60	13	18	602	56	9	226	60	81	83
HWB 61 bis 75	10	20	482	66	8	315	59	79	83
HWB 76 bis 100	10	13	486	86	5	167	56	96	103
HWB 101 bis 125	2	2	13	113					
HWB 125+	3	8	124	139	3	84	55	80	80
ohne Angabe HWB	15	21	719		9	323	80	94	100
<b>GESAMT</b>	<b>321</b>	<b>139</b>	<b>4627</b>		<b>66</b>	<b>2.616</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>82</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>254</b>	<b>118</b>	<b>3908</b>	<b>52</b>	<b>57</b>	<b>2.292</b>	<b>56</b>	<b>75</b>	<b>79</b>

Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
BGF - Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche

**TABELLE 4: Verbrauch Heizenergie Raumwärme + Warmwasser 2011 nach Objekttyp**

<b>A. ALLE GBV-OBJEKTE (Neubau und Sanierung)</b>									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> a	ungew. Objekte	gewichtet Objekte	gesamt		davon: Objekte mit Angabe Verbrauch Heizung				
			Whg	HWB pro m <sup>2</sup> BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro			
						Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	17	17	666	9	13	572	53	76	75
HWB 13 bis 20 mL (WR)	10	11	362	17	5	266	69	86	87
HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	4	77	63	81	87
HWB 31 bis 40 mL	41	44	1.663	33	30	1.290	67	86	89
HWB 41 bis 50 mL	10	11	402	46	9	330	72	100	102
HWB 41 bis 50	40	46	2.202	46	30	1.746	77	101	105
HWB 51 bis 60	30	42	1.338	55	23	645	82	108	112
HWB 61 bis 75	36	51	1.652	68	32	1.057	104	137	144
HWB 76 bis 100	36	48	2.321	85	29	1.442	95	125	137
HWB 101 bis 125	12	18	303	111	9	206	121	150	152
HWB 125+	14	29	585	161	7	182	84	132	132
ohne Angabe HWB	67	99	2.550		47	1.172	96	124	131
<b>GESAMT</b>	<b>321</b>	<b>420</b>	<b>14.216</b>		<b>238</b>	<b>8.984</b>	<b>83</b>	<b>109</b>	<b>114</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>254</b>	<b>321</b>	<b>11.666</b>	<b>59</b>	<b>191</b>	<b>7.812</b>	<b>81</b>	<b>107</b>	<b>111</b>
<b>B. GBV-OBJEKTE OHNE FASSADENSANIERUNG (Neubau)</b>									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> a	ungew. Objekte	gewichtet Objekte	gesamt		davon: Objekte mit Angabe Verbrauch Heizung				
			Whg	HWB pro m <sup>2</sup> BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro			
						Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	14	13	521	9	9	427	52	73	73
HWB 13 bis 20 mL (WR)	8	8	316	17	4	241	70	87	87
HWB 21 bis 30 mL (WR)	8	6	172	26	4	77	63	81	87
HWB 31 bis 40 mL	23	20	818	34	18	709	66	84	87
HWB 41 bis 50 mL	9	10	353	46	8	281	68	94	96
HWB 41 bis 50	18	21	1084	46	17	1.044	70	94	95
HWB 51 bis 60	17	24	736	55	14	420	81	106	110
HWB 61 bis 75	26	31	1171	68	24	742	111	147	153
HWB 76 bis 100	26	35	1835	84	24	1.275	96	123	135
HWB 101 bis 125	10	16	290	110	9	206	121	150	152
HWB 125+	11	20	461	167	3	98	87	147	147
ohne Angabe HWB	52	78	1830		38	848	94	126	133
<b>GESAMT</b>	<b>222</b>	<b>282</b>	<b>9.589</b>		<b>172</b>	<b>6.368</b>	<b>83</b>	<b>110</b>	<b>115</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>170</b>	<b>203</b>	<b>7.758</b>	<b>62</b>	<b>134</b>	<b>5.520</b>	<b>82</b>	<b>108</b>	<b>112</b>
<b>C. GBV-OBJEKTE MIT FASSADENSANIERUNG</b>									
Objekttyp nach HWB und Lüftung HWB in kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> a	ungew. Objekte	gewichtet Objekte	gesamt		davon: Objekte mit Angabe Verbrauch Heizung				
			Whg	HWB pro m <sup>2</sup> BGF	gewichtet Objekte	mittlerer Jahres-Verbrauch in kWh pro			
						Whg	m <sup>2</sup> BGF	m <sup>2</sup> WNF	m <sup>2</sup> BNF
HWB bis 12 (Passivgebäude)	3	4	145	9	4	145	55	87	81
HWB 13 bis 20 mL (WR)	2	3	45	15	1	25	63	82	82
HWB 21 bis 30 mL (WR)	0	0	0		0	0			
HWB 31 bis 40 mL	18	24	845	32	12	580	68	87	91
HWB 41 bis 50 mL	1	1	49	42	1	49	92	126	126
HWB 41 bis 50	22	25	1117	45	13	702	89	110	121
HWB 51 bis 60	13	18	602	56	9	226	85	113	117
HWB 61 bis 75	10	20	482	66	8	315	85	113	118
HWB 76 bis 100	10	13	486	86	5	167	83	143	153
HWB 101 bis 125	2	2	13	113	0				
HWB 125+	3	8	124	139	3	84	80	115	115
ohne Angabe HWB	15	21	719		9	323	102	120	127
<b>GESAMT</b>	<b>321</b>	<b>139</b>	<b>4627</b>		<b>66</b>	<b>2.616</b>	<b>82</b>	<b>107</b>	<b>113</b>
<b>GESAMT mit Angabe HWB</b>	<b>254</b>	<b>118</b>	<b>3908</b>	<b>52</b>	<b>57</b>	<b>2.292</b>	<b>79</b>	<b>105</b>	<b>110</b>

Abkürzungen: HWB = Heizwärmebedarf; mL = mechanische Lüftung, WR = Wärmerückgewinnung;  
BGF = Bruttogrundfläche; WNF = Wohnnutzfläche; BNF = beheizbare Nutzfläche