



LAND

OBERÖSTERREICH

# Energieverbrauch und Energiebedarf

## im mehrgeschossigen Wohnbau



Zukunft baut  
auf Erfahrung



Umweltschutz

1. Einleitung .....	04
2. Methodik .....	04
3. Ergebnisse .....	05
3.1. Grobanalyse - Bestandsgebäude .....	05
3.2. Detailanalyse - Bestandsgebäude .....	08
3.3. Detailanalyse - Neubau (Baujahr 2000 bis 2007) .....	10
3.4. Detailanalyse - Thermische Sanierung .....	11
4. Diskussion und wirtschaftliche Aspekte .....	16
5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....	17
6. Literaturverzeichnis .....	19

In dieser Studie werden der gemessene Energieverbrauch und der korrespondierende berechnete Energiebedarf von mehrgeschossigen Wohnbauten untersucht.

Die Energieverbrauchsdaten wurden von der Wohnungsanlagen GmbH (WAG) bereitgestellt. Insgesamt handelt es sich um über 1.100 fernwärmeversorgte Gebäude, die von ca. 300 Übergabestationen (mit Wärmezählpunkten) versorgt werden. Es handelt sich bei diesen Gebäuden um Bestandsgebäude und um Neubauten (Baujahr 2000 bis 2007).

Die Qualität von Energieausweisen ist ein wesentliches Kriterium für einen aussagekräftigen Vergleich zwischen Verbrauch und Rechenwert. Bei Bestands-Energieausweisen älterer Gebäude werden – um auf der sicheren Seite zu liegen – oft Defaultwerte verwendet oder zu sichere (schlechte) Annahmen getroffen, die zu einem überhöhten, unrealistischen Energiebedarf führen. Diese Einflüsse werden in dieser Studie untersucht.

Bei Thermischen Sanierungen ist die rechnerische Energieeinsparung oft höher als die tatsächliche Einsparung. Dieses Thema wurde in der Literatur schon vielfach untersucht und hat mehrere Ursachen, u.a. das Nutzerverhalten (Prebound- und Reboundeffekt) aber natürlich auch die Genauigkeit der gerechneten Energiebedarfe vor und nach der Thermischen Sanierung. In dieser Studie werden detaillierte Auswertungen einzelner Sanierungsprojekte dargestellt.

Entscheidend für eine hohe Ausschöpfung des Energieeinsparpotenzials im Zuge einer Thermischen Sanierung ist die hydraulische Einregulierung des Heizungssystems. Dieser Einfluss wird ebenfalls untersucht.

## 1. EINLEITUNG

- ▷ Startpunkt der Untersuchungen war eine Bachelorarbeit an der Fachhochschule für „Öko-Energietechnik“ in Wels [Wimmer 2015].
- ▷ In weiterer Folge wurden von der Fachabteilung weitere Detailuntersuchungen vorgenommen.
- ▷ Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse, Ergebnisse und Schlussfolgerungen dargestellt.

## 2. METHODIK

Die Daten der WAG beinhalteten Verbrauchsaufzeichnungen von ausschließlich fernwärmerversorgten mehrgeschossigen Wohnhausanlagen in Linz, Steyr und Voitsberg. Ein Großteil dieser Daten umfasste nur die Heizwärmeverbräuche, d.h. den Energieverbrauch nur für Raumwärme (ohne Warmwasser). Zum Zweck dieser Studie wurde der Heizwärmeverbrauch mit den Heizgradtagen klimakorrigiert. Energieausweise – sofern verfügbar – wurden von der WAG beigelegt. Alle in dieser Studie in Quadratmeter angegebenen Flächen beziehen sich immer auf die Bruttogeschosßfläche (BGF) des Gebäudes.

Bei 26 Fernwärme-Übergabestationen wurde neben dem Heizwärmeverbrauch getrennt auch der Warmwasserwärmeverbrauch gemessen. Der Mittelwert dieser Verbräuche wurde als pauschaler Ansatz gewählt für jene Gebäude, die keine Warmwasserzählung hatten (Abbildung 1). Der Warmwasserwärmeverbrauch (inkl. haustechnische Verluste) beträgt in etwa  $25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Dieser Wert entspricht auch den Ergebnissen anderer Studien [Erhorn 2007].

### Analyse Warmwasserwärmeverbrauch (inklusive Verluste)

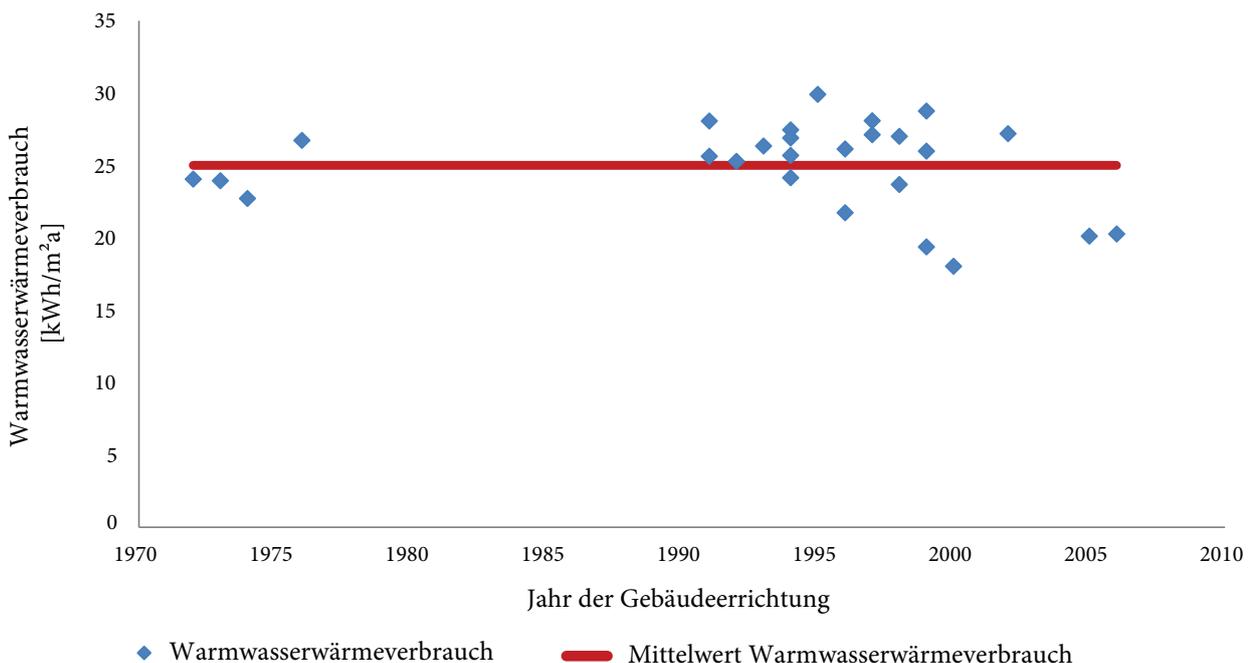


Abbildung 1: Spezifischer Warmwasserwärmeverbrauch, gemessen an 26 Fernwärmeübergabestationen

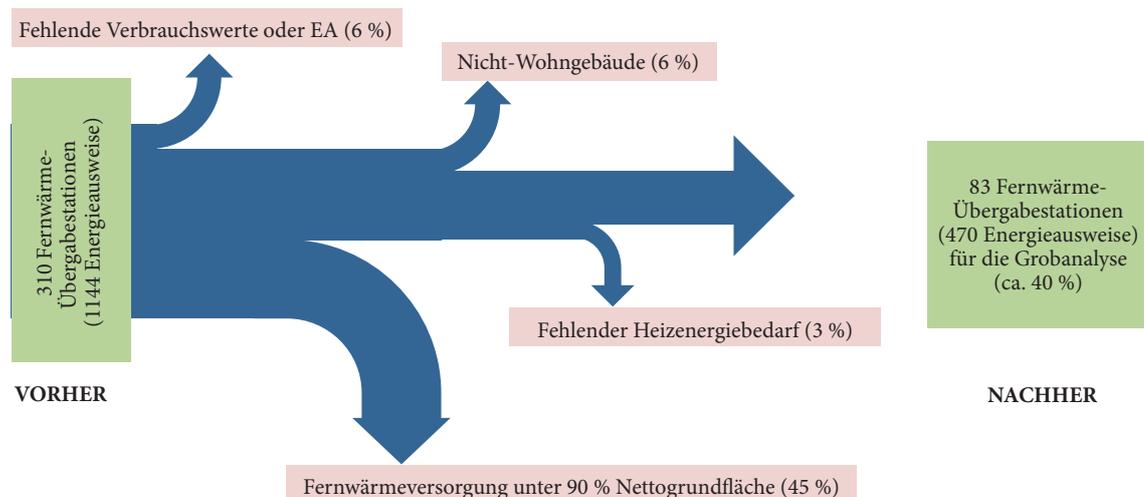
### 3. ERGEBNISSE

In einem ersten Schritt - der Grobanalyse - wurden auf Basis bestimmter Ausschlusskriterien alle vorhandenen Energieausweise ohne Überprüfung der Übereinstimmung der Eingabedaten mit der tatsächlichen Beschaffenheit der Gebäude und deren Heiztechnik herangezogen. In einem weiteren Schritt - der Detailanalyse - wurden daraufhin die Energieausweise der Grobanalyse weiter selektiert, wobei deren Eingabedaten nach genauen Prüfkriterien auf Plausibilität und Übereinstimmung mit der realen Ausstattung der Gebäude geprüft wurden.

#### 3.1 Grobanalyse Bestandsgebäude

**Abbildung 2** stellt die Ausschlusskriterien der Grobanalyse und deren Auswirkung auf die Anzahl der weiterverwendeten Energieausweise bzw. Fernwärme-Übergabestationen dar:

- ▷ Fernwärmeversorgung unter 90 % Nettogrundfläche
- ▷ fehlende Verbrauchswerte oder Energieausweise
- ▷ andere Nutzung (Nichtwohngebäude)
- ▷ fehlender Heizenergiebedarf im Energieausweis

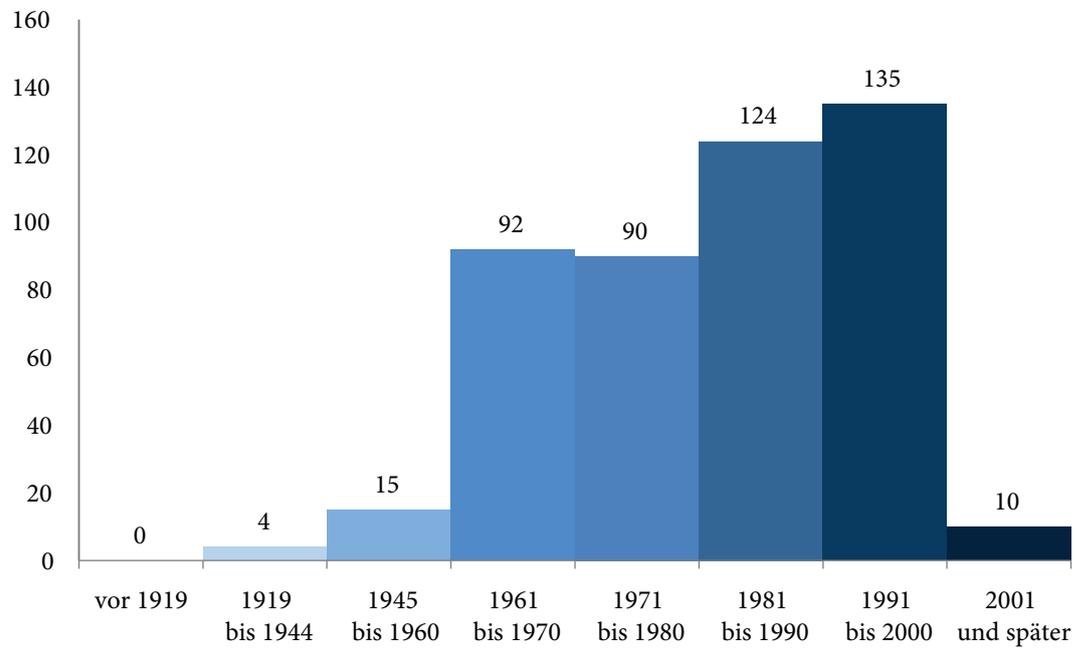


**Abbildung 2:** Ausschlusskriterien - Grobanalyse

Von 310 Fernwärmeübergabestationen blieben nach der Grobanalyse 83 über. Die analysierten Energieausweise reduzierten sich nach der Filterung von 1144 auf 470.

**Abbildung 3** zeigt die Verteilungsstatistik der verbliebenen 470 Energieausweise nach Bauperiode.

### Grobanalyse: Anzahl der Energieausweise je Bauperiode

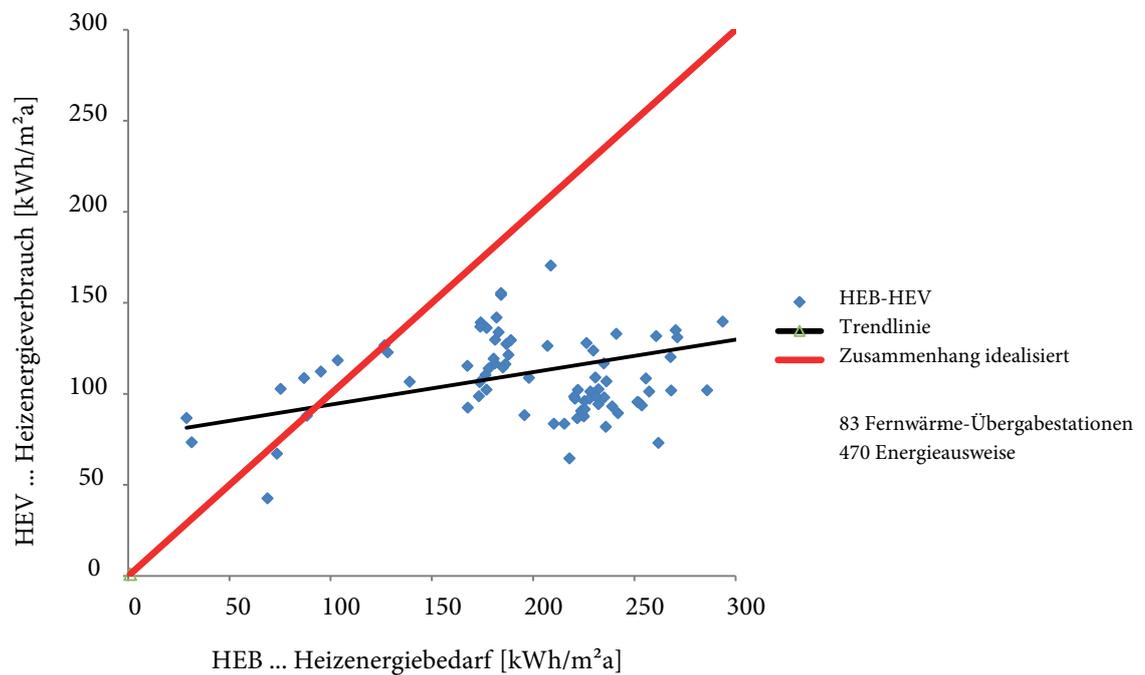


**Abbildung 3:** Anzahl der nach der Grobanalyse verbliebenen Energieausweise je Bauperiode

In **Abbildung 4** ist der rechnerische Heizenergiebedarf HEB (Heizwärmebedarf und Warmwasserwärmebedarf inkl. aller haustechnischen Verluste) dem gemessenen Heizenergieverbrauch HEV (Heizwärmeverbrauch und Warmwasserwärmeverbrauch inkl. aller haustechnischen Verluste) gegenübergestellt.

Die Abweichungen der gemessenen Verbräuche zu den berechneten Bedarfswerten sind teilweise beträchtlich. Der Heizenergieverbrauch bei schlechterem Baustandard ( $HEB > 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ) ist deutlich niedriger als der berechnete Heizenergiebedarf.

### Grobanalyse: Heizenergieverbrauch (Heizen + Warmwasser) versus Heizenergiebedarf (Rechenwert)



**Abbildung 4:** Vergleich zwischen spezifischem Heizenergieverbrauch (gemessen) und spezifischem Heizenergiebedarf (rechnerisch) je m<sup>2</sup> Bruttogeschosßfläche – nach Grobanalyse

Das durchschnittliche Verhältnis von Heizenergieverbrauch zu Heizenergiebedarf betrug nach der Grobanalyse 0,55.

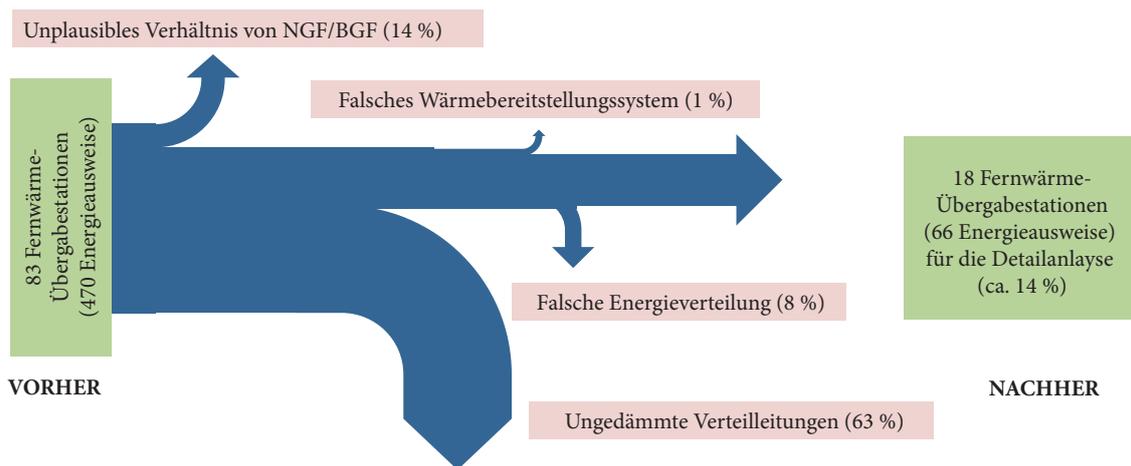
## 3.2. Detailanalyse Bestandsgebäude

In der Detailanalyse wurden die Energieausweise nach der Filterung durch die Grob-analyse weiter selektiert, wobei Energieausweis-Eingabeparameter nach bestimmten Prüfkriterien auf Plausibilität und Übereinstimmung mit der realen Ausstattung der Gebäude geprüft wurden.

**Abbildung 5** stellt die Ausschlusskriterien der Detailanalyse und deren Auswirkung auf die Anzahl der Energieausweise bzw. Fernwärme-Übergabestationen dar:

- ▷ ungedämmte Verteilleitungen (zugängliche Verteilleitungen wurden gedämmt)
- ▷ unplausibles Verhältnis von Nettogrundfläche zu Bruttogrundfläche
- ▷ falsche Eingabe des Wärmebereitstellungssystems
- ▷ falsche Eingabe der Energieverteilung (dezentral statt zentral)

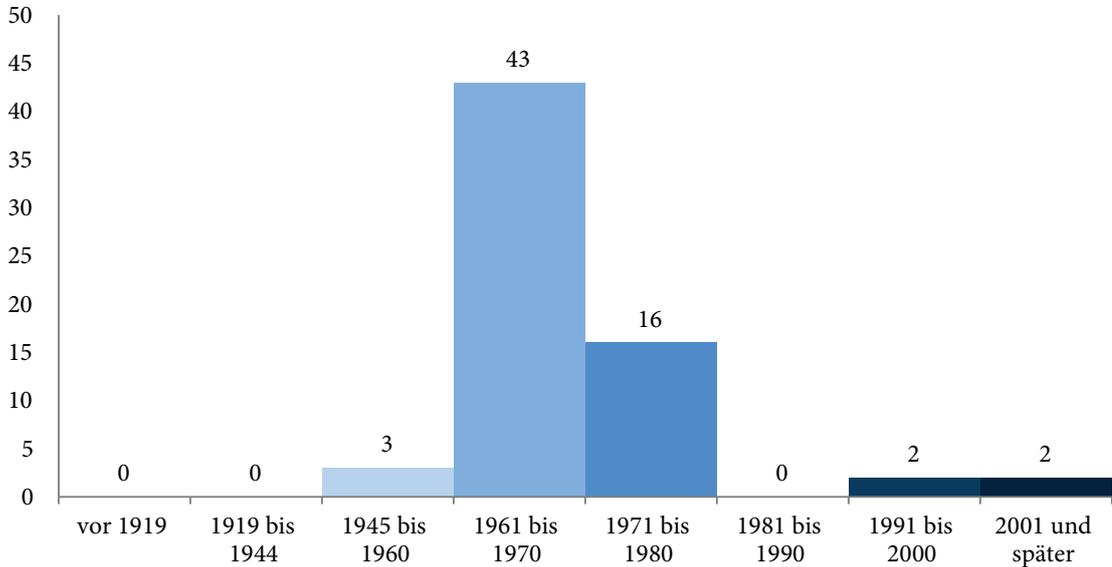
Von 83 Fernwärmeübergabestationen blieben nach der Detailanalyse 18 über. Die analysierten Energieausweise reduzierten sich nach der Filterung von 470 auf 66.



**Abbildung 5:** Ausschlusskriterien - Detailanalyse

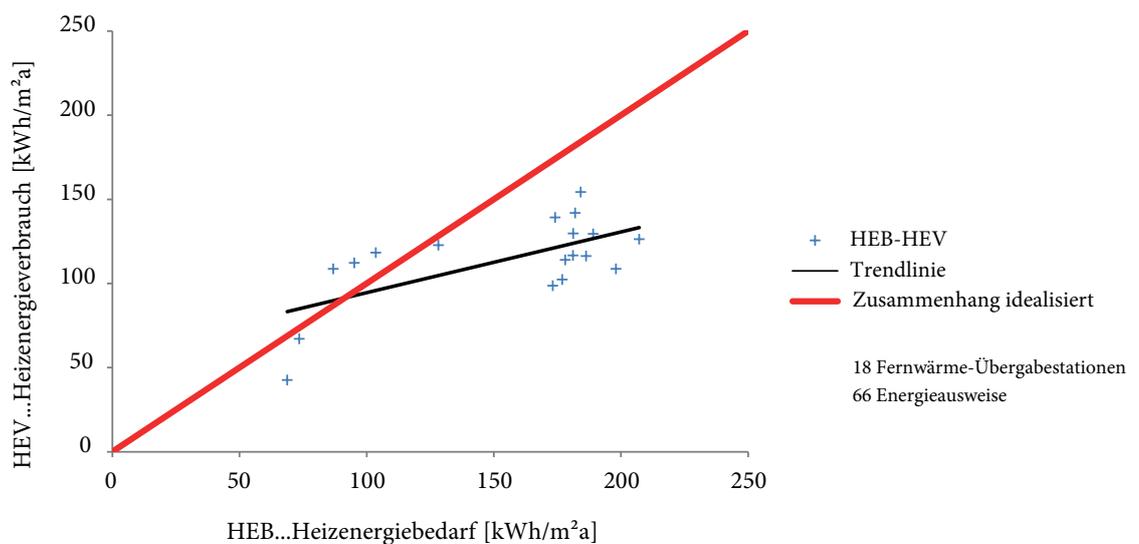
**Abbildung 6** zeigt die Verteilungsstatistik der verbliebenen 66 Energieausweise nach Bauperiode.

### Detailanalyse: Anzahl der Energieausweise je Bauperiode



**Abbildung 6:** Anzahl der nach der Detailanalyse verbliebenen Energieausweise je Bauperiode

Der Vergleich vom Heizenergiebedarf und Heizenergieverbrauch nach der Detailanalyse wird in **Abbildung 7** dargestellt. Die Übereinstimmung der gemessenen Verbräuche mit den berechneten Bedarfswerten ist höher als nach der Grobanalyse, jedoch lässt sich auch hier erkennen, dass der Heizenergieverbrauch bei schlechterem Baustandard nach wie vor in der Regel niedriger ist als der korrespondierende Heizenergiebedarf.



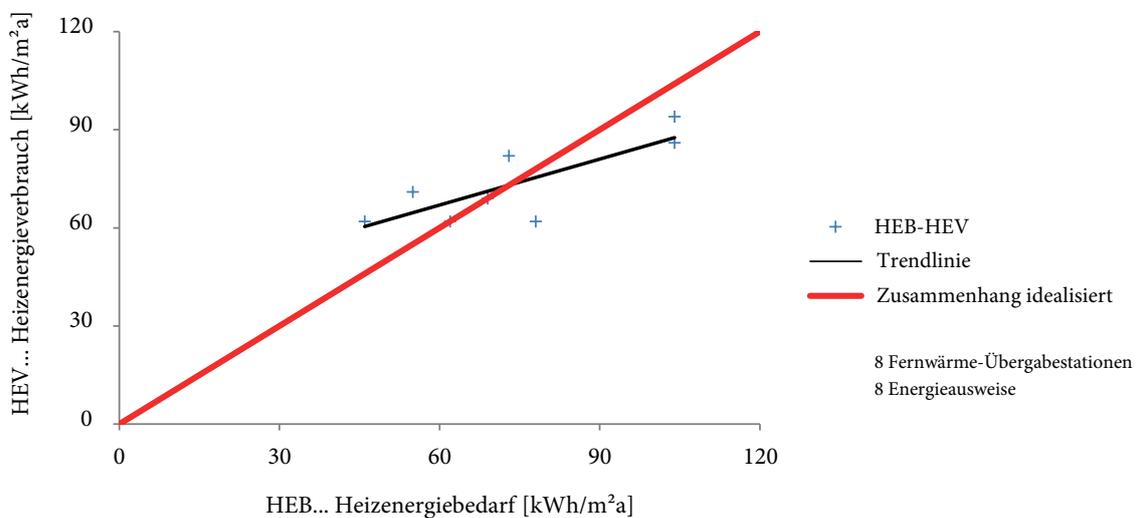
**Abbildung 7:** Vergleich zwischen spezifischem Heizenergieverbrauch (gemessen) und spezifischem Heizenergiebedarf (rechnerisch) je m<sup>2</sup> Bruttogeschosßfläche – nach Detailanalyse

Das durchschnittliche Verhältnis von Heizenergieverbrauch zu Heizenergiebedarf betrug nach der Detailanalyse 0,74. Somit ist eine wesentlich bessere Übereinstimmung als nach der Grobanalyse gegeben. Hauptgrund für die bessere Übereinstimmung war der Wegfall jener Energieausweise bei denen die Verteilleitungen als ungedämmte Leitungen eingegeben wurden. Laut WAG wurden jedoch sämtliche zugängliche Verteilleitungen auf ein Mindestmaß gedämmt.

### 3.3. Detailanalyse - Neubau (Baujahr 2000 bis 2007)

Untersucht wurden im Detail auch 8 Neubauten (sowohl Fensterlüftung als auch mechanische Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung). Die Energieausweise für die untersuchten Objekte wurden neu berechnet. Der rechnerische Heizenergiebedarf (HEB) lag bei diesen Objekten im Bereich von 50 bis 100 kWh/m<sup>2</sup>a. Die Verbrauchswerte stimmen im Bereich von HEB zwischen 70 und 90 kWh/m<sup>2</sup>a sehr gut mit den Rechenwerten überein (siehe Abbildung 8). Unterhalb von HEB 70 kWh/m<sup>2</sup>a sind die Verbräuche tendenziell höher als die Rechenwerte, über HEB 90 kWh/m<sup>2</sup>a sind die Verbräuche tendenziell niedriger als die Rechenwerte.

Das durchschnittliche Verhältnis von Heizenergieverbrauch zu Heizenergiebedarf betrug bei den Neubauten 0,99.



**Abbildung 8:** Vergleich zwischen spezifischem Heizenergieverbrauch (gemessen) und spezifischem Heizenergiebedarf (rechnerisch) je m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche – bei Neubauten (Baujahr 2000 – 2007)

### 3.4. Detailanalyse - Thermische Sanierung

Untersucht wurden im Detail sieben Thermische Sanierungen an Wohnanlagen. Die Energieausweise vor und nach Sanierung für die untersuchten Objekte wurden neu berechnet. Basis für die Daten waren Pläne, Vor-Ort-Erhebungen und Angaben vom Fernwärmebetreiber.

Beschreibung der Detailanalyse – Thermische Sanierung:

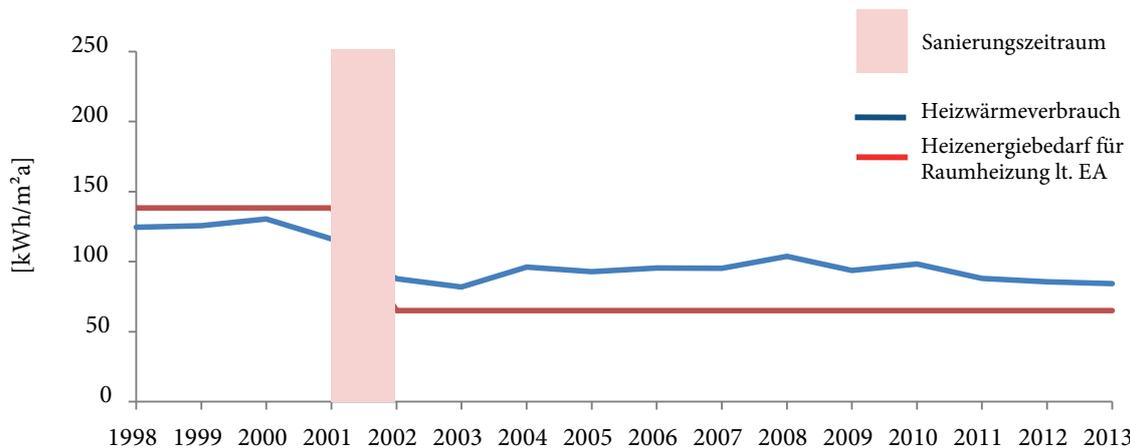
- ▷ Der Heizwärmeverbrauch bezieht sich auf das jeweilige Kalenderjahr und nicht auf die Heizperiode
- ▷ Betrachtet wurde der Zeitraum drei Jahre vor einer Thermischen Sanierung und mehrere Jahre danach
- ▷ Der Heizwärmeverbrauch des Sanierungsjahres wurden für die Analyse nicht herangezogen
- ▷ Der Heizwärmeverbrauch wurde klimakorrigiert (Heizgradtage)
- ▷ Der Energieträger blieb bei sämtlichen Sanierungen mit Fernwärme gleich

Nachfolgend werden exemplarisch vier dieser Thermischen Sanierungen dargestellt.

Beschreibung der Diagramme in der Detailanalyse:

- ▷ Die rote Linie zeigt den rechnerischen Heizenergiebedarf für Raumheizung (Heizwärmebedarf inkl. haustechnischer Verluste, ohne Warmwasserwärmebedarf)
- ▷ Die blaue Linie zeigt den gemessenen Heizwärmeverbrauch (Energieverbrauch für Raumwärme inklusive Haustechnikverluste, ohne Warmwasserwärmeverbrauch)
- ▷ Der Sanierungszeitraum wird mittels einer roten Markierung angezeigt

## Wohnanlage A – Baujahr 1973 – Sanierungsjahr 2001



**Abbildung 9:** Spezifischer Heizwärmeverbrauch und spezifischer Heizenergiebedarf für Raumheizung je m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche – Wohnanlage A

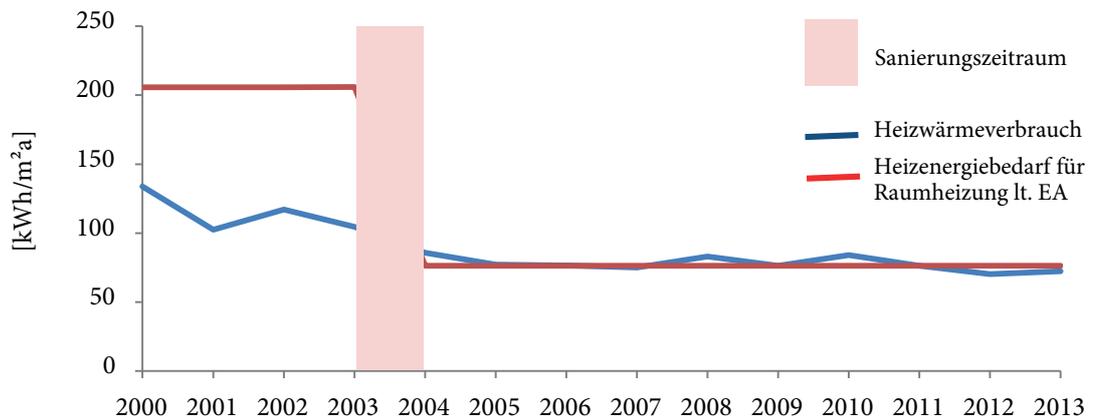
**Abbildung 9** zeigt den spezifischen Heizwärmeverbrauch der 2001 sanierten „Wohnanlage A“ verglichen mit den rechnerischen Bedarfswerten vor und nach der Thermischen Sanierung.

Folgende wesentliche Thermische Sanierungsmaßnahmen wurden durchgeführt:

- ▷ Außenwand: U-Wert von 1,2 auf 0,3 W/m<sup>2</sup>K (10 cm Dämmung)
- ▷ Oberste Geschossdecke: U-Wert von 0,55 auf 0,25 W/m<sup>2</sup>K (15 cm Dämmung)
- ▷ Kellerdecke: U-Wert von 1,35 auf 0,31 W/m<sup>2</sup>K (10 cm Dämmung)
- ▷ Fenster: U<sub>w</sub>-Wert von 3,0 auf 1,9 W/m<sup>2</sup>K

Der rechnerische spezifische Heizenergiebedarf für Raumheizung wurde von 138 auf 65 kWh/m<sup>2</sup>a um ca. 53 % reduziert. Die gemessene Heizwärmeeinsparung beträgt ca. 23 %.

## Wohnanlage B – Baujahr 1940 – Sanierungsjahr 2003



**Abbildung 10:** Spezifischer Heizwärmeverbrauch und spezifischer Heizenergiebedarf für Raumheizung je m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche – Wohnanlage B

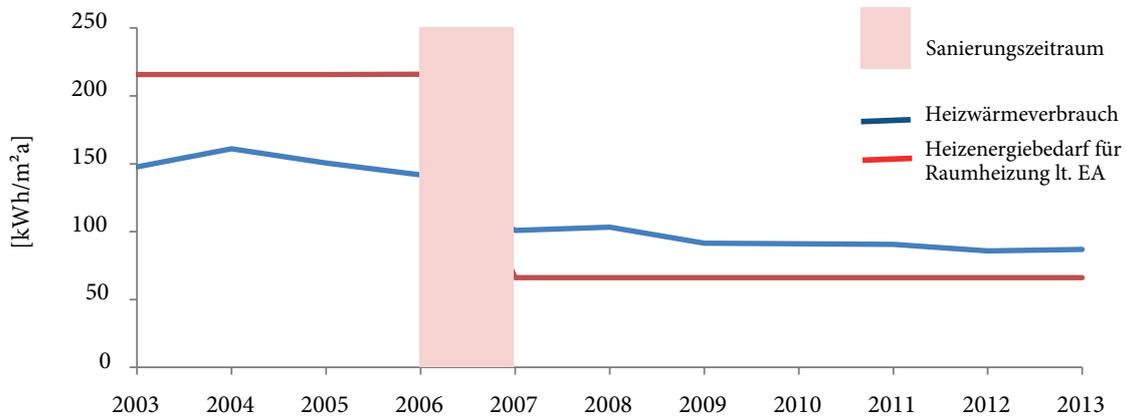
**Abbildung 10** zeigt den spezifischen Heizwärmeverbrauch der 2003 sanierten „Wohnanlage B“ verglichen mit den rechnerischen Bedarfswerten vor und nach der Thermischen Sanierung.

Folgende wesentliche Thermische Sanierungsmaßnahmen wurden durchgeführt:

- ▷ Außenwand: U-Wert von 1,5 auf 0,34 W/m<sup>2</sup>K (10 cm Dämmung)
- ▷ Oberste Geschosdecke: U-Wert von 1,2 auf 0,2 W/m<sup>2</sup>K (17 cm Dämmung)
- ▷ Kellerdecke: U-Wert von 1,2 auf 0,3 W/m<sup>2</sup>K (10 cm Dämmung)
- ▷ Fenster: U<sub>w</sub>-Wert von 2,5 auf 1,9 W/m<sup>2</sup>K

Der rechnerische spezifische Heizenergiebedarf für Raumheizung wurde von 206 auf 76 kWh/m<sup>2</sup>a um ca. 63 % reduziert. Die gemessene Heizwärmeeinsparung beträgt ca. 34 %.

## Wohnanlage C – Baujahr 1960 – Sanierungsjahr 2006



**Abbildung 11:** Spezifischer Heizwärmeverbrauch und spezifischer Heizenergiebedarf für Raumheizung je m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche – Wohnanlage C

**Abbildung 11** zeigt den spezifischen Heizwärmeverbrauch der 2006 sanierten „Wohnanlage C“ verglichen mit den rechnerischen Bedarfswerten vor und nach der Thermischen Sanierung.

Folgende wesentliche Thermische Sanierungsmaßnahmen wurden durchgeführt:

- ▷ Außenwand: U-Wert von 1,4 auf 0,24 W/m<sup>2</sup>K (14 cm Dämmung)
- ▷ Oberste Geschoßdecke: U-Wert von 2,82 auf 0,15 W/m<sup>2</sup>K (24 cm Dämmung)
- ▷ Kellerdecke: U-Wert von 1,2 auf 0,3 W/m<sup>2</sup>K (10 cm Dämmung)
- ▷ Fenster: U<sub>w</sub>-Wert von 2,5 auf 1,9 W/m<sup>2</sup>K

Der rechnerische spezifische Heizenergiebedarf für Raumheizung wurde von 216 auf 66 kWh/m<sup>2</sup>a um ca. 69 % reduziert. Die gemessene Heizwärmeeinsparung beträgt ca. 39 %.

## Wohnanlage D – Baujahr 1974 – Sanierungsjahr 2007



**Abbildung 12:** Spezifischer Heizwärmeverbrauch und spezifischer Heizenergiebedarf für Raumheizung je m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche – Wohnanlage D

**Abbildung 12** zeigt den spezifischen Heizwärmeverbrauch der 2007 sanierten „Wohnanlage D“ verglichen mit den rechnerischen Bedarfswerten vor und nach der Thermischen Sanierung.

Nach der Sanierung kam es anfänglich sogar zu einer Erhöhung des Heizwärmeverbrauchs. Daher wurden seitens des Bauträgers Optimierungen an der Haustechnik vorgenommen, die zu einer Reduktion des Heizwärmeverbrauchs führten.

Folgende wesentliche Thermische Sanierungsmaßnahmen wurden durchgeführt:

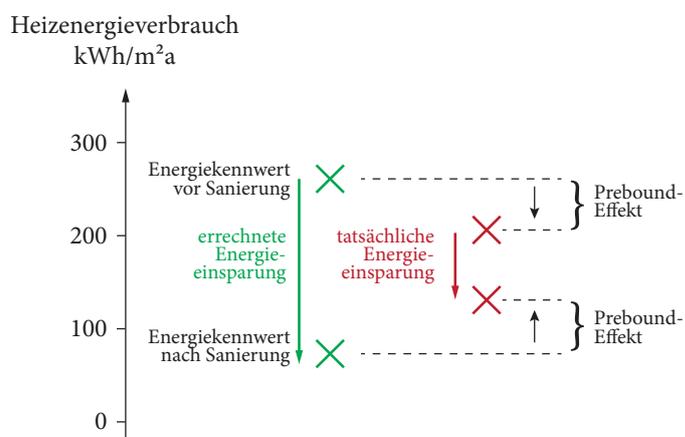
- ▷ Außenwand: U-Wert von 0,97 auf 0,22 W/m<sup>2</sup>K (14 cm Dämmung)
- ▷ Oberste Geschossdecke: U-Wert von 0,75 auf 0,14 W/m<sup>2</sup>K (24 cm Dämmung)
- ▷ Kellerdecke: U-Wert von 1,29 auf 0,31 W/m<sup>2</sup>K (10 cm Dämmung)
- ▷ Fenster: U<sub>w</sub>-Wert von 2,5 auf 1,2 W/m<sup>2</sup>K

Der rechnerische spezifische Heizenergiebedarf für Raumheizung wurde von 129 auf 47 kWh/m<sup>2</sup>a um ca. 64 % reduziert. Die gemessene Heizwärmeeinsparung beträgt ca. 28 %.

## 4. Diskussion und wirtschaftliche Aspekte

Die Beispiele A bis D zeigen, dass zum Teil eine große Diskrepanz zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Energieeinsparung besteht. Diese Erkenntnis ist in der Literatur gut untersucht. Ein wesentlicher Grund für die Abweichung ist der Nutzer der Wohnung mit seinen Komfortansprüchen.

Beim sogenannten „Preboundeffekt“ (Nutzereinschränkungen vor der Thermischen Sanierung) nimmt der Bewohner eines Wohngebäudes absichtlich eine Komforteinschränkung in Kauf, um somit Heizkosten zu sparen. Vor der Sanierung ist der Heizenergiebedarf höher als der tatsächliche Heizenergieverbrauch. Der sogenannte „Reboundeffekt“ (gesteigerter Komfort des Nutzers nach der Thermischen Sanierung) führt zu einer Verminderung der erwarteten Energieeinsparungen (siehe **Abbildung 13** [Sunikka 2012]).



**Abbildung 13:** Reboundeffekt [Sunikka 2012]

Unsere eigenen Untersuchungen haben darüber hinaus gezeigt, dass die Abweichungen vor der Thermischen Sanierung oft auch auf zu pessimistische (zu sehr auf der sicheren Seite liegende) Annahmen über die U-Werte der Außenbauteile im Gebäudebestand beruhen. Um ein hohes Energieeinsparpotenzial bei einer Thermischen Sanierung zu lukrieren, ist eine hydraulische Einregulierung des Heizungssystems notwendig. Dies erkennt man zum Beispiel bei der Wohnanlage D. Nach der Sanierung stieg der Energieverbrauch sogar leicht an, erst eine Einregulierung des Heizungssystems brachte eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs. Die energiebedingten Mehrkosten wurden bei jedem Objekt detailliert erfasst und den gemessenen Heizwärmeverbräuchen gegenübergestellt.

Die untersuchten Thermischen Sanierungen amortisieren sich auf Basis der tatsächlichen Energieeinsparung nach ca. 10 bis 25 Jahren bei folgenden Annahmen:

- ▷ Sowieso-Kostenanteil 50 % (im Mittel über alle energetischen Maßnahmen)
- ▷ Inflation 3 %
- ▷ kalkulatorischer Zinssatz 2 %
- ▷ Energiepreis 75 € / MWh

Der Mittelwert der Sowieso-Kosten von 50 % entspricht einer vergleichsweise konservativen Annahme [Kern 2003], [Hinz 2012], [Holm 2015].

Anmerkung: Sowieso-Kosten sind Kosten, die auch dann anfallen würden, wenn keine Thermische Sanierung durchgeführt wird, also Erhaltungs- und Instandhaltungskosten.

## 5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Vergleich zwischen dem gemessenen Heizenergieverbrauch (HEV) und dem berechneten Heizenergiebedarf (HEB) ergab, dass der Heizenergiebedarf in vielen Fällen deutlich vom Heizenergieverbrauch abweicht, was bereits mehrfach in anderen Studien untersucht wurde. Bei Bestands-Energieausweisen älterer Gebäude werden – um auf der sicheren Seite zu liegen – oft zu sichere (schlechte) Annahmen getroffen, die zu einem überhöhten, unrealistischen Energiebedarf führen.

### **Weitere wesentliche Gründe für die Abweichung zwischen Verbrauch und Bedarf sind:**

- ▷ Nutzerverhalten: unterschiedliche Komfortansprüche
- ▷ Preboundeffekt: Komforteinschränkung vor der Thermischen Sanierung
- ▷ Reboundeffekt: erhöhter Komfort nach der Thermischen Sanierung

Die Besonderheit dieser Studie liegt in den genauen Energieverbrauchsanalysen sowohl für den Heizwärmeverbrauch als auch für den Warmwasserwärmeverbrauch. Es handelte sich bei dieser Studie ausschließlich um fernwärmeversorgte Gebäude. Durch dieses einheitliche Heizsystem ergab sich eine sehr genaue Vergleichbarkeit des Einsatzes für Heizenergie. Durch die Quantität und die Qualität der erfassten Daten konnten präzise Evaluierungen vorgenommen werden.

Durch eine systematische Datenanalyse (Grobanalyse – Detailanalyse – Neubauanalyse) konnte gezeigt werden: Je genauer die Eingabedaten für den Energieausweis sind, desto besser stimmen Heizenergieverbrauch und Heizenergiebedarf überein. Ausdrückbar ist dies durch das Verhältnis Heizenergieverbrauch (HEV) zu Heizenergiebedarf (HEB), das im Idealfall 1,0 sein sollte. Das durchschnittliche Verhältnis von HEV zu HEB betrug:

- 0,55 in der Grobanalyse (HEV / HEB) (sämtliche Baujahre)**
- 0,74 in der Detailanalyse (HEV / HEB) (sämtliche Baujahre)**
- 0,99 in der Neubauanalyse (HEV / HEB) (Baujahr 2000 bis 2007)**

Diese Ergebnisse decken sich gut mit den Angaben in der „Gebäuderenovierungsstrategie Österreichs“ [BMVIT 2014] und der Studie „Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen“ [BBSR 2019]. In der „Gebäuderenovierungsstrategie Österreichs“ wird im Durchschnitt über alle Wohngebäude (statistisch gemittelt über den gesamten Gebäudebestand) von 0,81 (HEV / HEB) ausgegangen.

Im Falle von Thermischen Sanierungen ist jedenfalls auch der Energieverbrauch vor der Sanierung möglichst genau zu ermitteln. Erst auf Basis dieser Verbrauchsdaten und auf Basis der Daten eines qualitätsgeprüften Energieausweises vor und nach der geplanten Sanierung sowie auf Basis der Daten zum Baujahr des Gebäudes und zur Haustechnik kann von Experten eine Energieverbrauchsreduktion abgeschätzt bzw. eine Wirtschaftlichkeitsrechnung erstellt werden.

Die in dieser Studie untersuchten Thermischen Sanierungen sind wirtschaftlich darstellbar (Amortisationszeit zwischen 10 und 25 Jahren). Die energiebedingten Mehrkosten wurden detailliert erfasst und den tatsächlichen Heizwärmeverbräuchen gegenübergestellt. Dies unter der Voraussetzung, dass ohnehin bautechnische und haustechnische Adaptierungen des Gebäudes anstehen, also sogenannte „Sowieso-Kosten“ in Abzug gebracht werden können. Entscheidend für die energetische Sanierung des gesamten nationalen Gebäudebestandes ist es, genau solche „Triggerpunkte“ im Lebenszyklus eines Gebäudes (Neuvermietung, Verkauf, Generationenwechsel, Generalsanierung aus bautechnischen Gründen, etc.) optimal zu nutzen und dabei das Optimierungspotenzial hinsichtlich Dämmstandard als auch hinsichtlich des Anteils Erneuerbarer Energie zu heben.

Entscheidend für eine möglichst hohe Ausschöpfung des Energieeinsparpotenzials im Zuge einer Thermischen Sanierung ist auch die hydraulische Einregulierung des Heizungssystems.

Bei den Neubauten (Baujahr 2000 bis 2007) in dieser Studie sind die Unterschiede zwischen Verbrauch und Rechenwert gering. Die Verbrauchswerte von Neubauten stimmen im Bereich von HEB zwischen 70 und 90 kWh/m<sup>2</sup>a sehr gut mit den Rechenwerten überein. Unterhalb von HEB 70 kWh/m<sup>2</sup>a sind die Verbräuche tendenziell höher als die Rechenwerte, über HEB 90 kWh/m<sup>2</sup>a sind die Verbräuche tendenziell niedriger als die Rechenwerte. Dies zeigen auch zahlreiche andere Untersuchungen in der Literatur. Für ein eindeutiges Bild bei Niedrigstenergiegebäuden mit HEB unter 70 kWh/m<sup>2</sup>a ist die untersuchte Datenmenge allerdings zu gering.

Zukünftig sollten daher verstärkt Gebäude, die aktuellen Energieeffizienzstandards entsprechen, sowie Gebäude mit thermischen Solaranlagen und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, also Gebäude mit HEB kleiner als 70 kWh/m<sup>2</sup>a, näher untersucht werden. Je geringer der Energiebedarf ist, desto stärker geht naturgemäß das reale Nutzerverhalten im Vergleich zu standardisierten, nutzungsspezifischen Parametern, wie z.B. Personenbelegungsdichte, Warmwasserbedarf, hygienisch erforderlicher Luftwechsel etc., in den Energieverbrauch ein. Will man auch in diesem Gebäudesegment die Rechenwerte im Mittel besser mit den Verbrauchswerten zur Deckung bringen, müssen in der Normung die Defaultwerte für die nutzungsspezifischen Parameter (Nutzungsprofile) und Eingabedaten wie Außenklima aber auch Innenraumtemperaturen an aktuelle Randbedingungen angepasst werden. In Österreich werden dazu die energieausweisrelevanten Normen laufend überarbeitet und angepasst.

## 6. Literaturverzeichnis

[Erhorn 2007] Hans Erhorn, 2007. Bedarf – Verbrauch: Ein Reizthema ohne Ende oder die Chance für sachliche Energieberatung? Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Deutschland

[BMVIT 2014] Gebäuderenovierungsstrategie Österreich (Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend). Online, Zugriffsdatum: 21. Oktober 2015, Link: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014\\_neeap\\_de\\_austria\\_annexb.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_neeap_de_austria_annexb.pdf)

[Wimmer 2015] Andreas Wimmer, 2015. Evaluierung von Energieverbrauchs- und Energiebedarfswerten im mehrgeschossigen Wohnbau. Bachelorarbeit an der Fachhochschule für „Öko-Energietechnik“ in Wels, Österreich zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science in Engineering“

[Sunikka 2012] Minna Sunikka-Blank & Ray Galvin, 2012. Der Preboundeffekt: die Schere zwischen errechnetem und tatsächlichen Energieverbrauch. Universität Cambridge, Cambridge, England. Übersetzung: Rainer Scheppelmann. Leitstelle Klimaschutz, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg, Deutschland

[Kern 2003] Robert Kernöcker, 2003. Energieschlau sanieren: Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungen bei Mehrfamilien-Wohnhäusern anhand ausgeführter Beispiele. Land Oberösterreich, Abteilung Umweltschutz, Linz, Österreich

[Hinz 2012] Eberhard Hinz, 2012. Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Berlin/Darmstadt, Deutschland

[Holm 2015] Andreas H. Holm, 2015. Wirtschaftlichkeit von wärmedämmenden Maßnahmen. Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle von Baustoffen und Bauteilen. Forschung, Entwicklung und Beratung auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchteschutzes. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München (FIW), Deutschland

[BBSR 2019] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2019. Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen. BBSR-Online-Publikation 04/2019, Bonn, Deutschland

## IMPRESSUM

### **HERAUSGEBER**

Amt der Oö. Landesregierung ▶ Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft ▶ Abteilung Umweltschutz  
Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz ▶ Tel.: +43(0)732/7720-14550 ▶ E-Mail: [us.post@ooe.gv.at](mailto:us.post@ooe.gv.at)  
[www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at)

**DATENQUELLE** WAG Wohnungsanlagen GmbH

**AUTOREN** Ing. DI(FH) Andreas Berger, Mag. DI Robert Kernöcker

**LAYOUT** Julia Tauber

**DRUCK** Eigenvervielfältigung

**TITELBILD** MTG - [stocke.adobe.com](http://stocke.adobe.com)

**Mai 2019**

**Informationen zum Datenschutz finden Sie unter:** [www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz)