

# **Wohngebäude im Niedrigstenergie- und Passivhausstandard in der Liegenschaftsbewertung**

**Entwicklung  
einer  
Gesamt-Energieeffizienz-Bewertungsmethode**



**Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH)  
HARALD REITER**



## KURZFASSUNG

Der Immobilienmarkt ist im Umbruch begriffen. Durch gesetzliche Vorgaben der EU und zunehmendes Bewusstsein für Energieeffizienz sind bereits heute verschiedene energetische Gebäudequalitäten am Markt anzutreffen. So wurden hauptsächlich Gebäude im Niedrigenergiehaus- und Passivhausstandard errichtet. In der Liegenschaftsbewertung kann die Energieeffizienz bisher nur schwer eingepreist werden. Dies stellt Liegenschaftssachverständige vor neue Herausforderungen.

Das vorrangige Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung einer geeigneten Bewertungsmethodik zur Berücksichtigung des Passivhaus- bzw. Niedrigstenergiehausstandards für Wohngebäude in der Liegenschaftsbewertung.

Hierzu wurde eine neue Energieeffizienzbewertungsmethode entwickelt. Zur Methodenentwicklung waren folgende Parameter zu bestimmen:

- Eine für die Bewertung geeignete und aussagekräftige Energiekennzahl
- Eine zugehörige Referenzenergiekennzahl, die den Mindeststandard widerspiegelt
- Ein heranzuziehender Energiepreis zur Berechnung des jährlichen in Geldeinheiten ausgedrückten zusätzlichen Nutzens durch die erzielbaren Minderkosten
- Eine Zeitspanne, einen Zinssatz und eine Energiepreissteigerungsrate zur Kapitalisierung des bewerteten Nutzens
- Die Höhe der Instandhaltungs- bzw. Betriebskosten aufgrund der aufwendigeren Gebäudetechnikkomponenten

Aus den gewonnenen Erkenntnissen konnte mit der entwickelten Methodik eine „Energieeffizienz-Bewertungstabelle“ für Gebäude, die eine bessere Effizienz als der wärmetechnische Mindeststandard aufweisen, abgeleitet werden.

Die Tabelle baut grundsätzlich auf den nach OIB-Richtlinie 6 (2011) berechneten und im neuen Energieausweis (2012) ersichtlichen Energieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) auf. Für die Bewertung müssen dem Wertermittler lediglich folgende Parameter bekannt sein:

- Der im Energieausweis berechnete Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ )
- Die charakteristische Länge des Gebäudes
- Die Restnutzungsdauer der für die Energieeffizienz relevanten Bauteile
- Die im zu bewertenden Gebäude verwendete Energiebereitstellungsart

Mit der in dieser Arbeit entwickelten Energieeffizienzbewertungsmethode ist es erstmals möglich, die Gesamtenergieeffizienz von Wohngebäuden im Zuge der Immobilienbewertung vollständig abzubilden und in eine bestehende Bewertungssoftware aufzunehmen.

Zum Abschluss sind zwei detaillierte Bewertungsbeispiele und drei Muster-Bewertungen im Sachwert-, Ertragswert-, und DCF-Verfahren dargestellt. Diese können dem Wertermittler als Vorlage dienen.

## ABSTRACT

The real estate market is undergoing radical change. As a result of the European Union laws due to an increase awareness of energy efficiency, today's market offers buildings of various different energetic qualities. In the past most houses were built according to low energy and passive-house-standards. The pricing of energy efficiency is very difficult in the property assessment. This fact represents new challenges for real estate experts.

The primary objective of this study is to develop an appropriate valuation method, which allows for passive-house and low-energy building standards to be taken into account in the property valuation of residential buildings.

For this purpose, a new energy policy has been developed. For the development of methods the following parameters were determined:

- A meaningful energy index suitable for valuation
- An associated reference energy index, which reflects the minimum requirements
- An energy price to calculate the annual monetary advantage expressed through monetary units achieved through reduced costs
- A period of time, an interest rate and a rate of energy price increase for the capitalization of the benefit
- The level of maintenance and operating costs due to the more complex components of the building's technology.

Due to the knowledge gained by the developed methodology, an "Energy Efficiency Rating Chart" could be created for buildings that have a better efficiency than the minimum technical requirements.

The table is based on the principle according to the OIB-Guideline 6 (2011) and the energy-efficiency-factor ( $f_{GEE}$ ) that is shown in the new Energy Performance Certificate (2012). For the assessment the real estate experts only need to know the following:

- The total energy efficiency factor ( $f_{GEE}$ ) calculated in the Energy Performance Certificate
- The characteristic length of the building
- The remaining period of use of the relevant components for energy efficiency
- The type of energy-supply in the rated building.

The method developed in this work makes it possible, for the first time, to present the overall energy-efficiency of residential buildings within the assessment of real property and to include the method into existing assessment programs.

Finally two detailed assessment examples and three sample reviews in property-value, earned value and DCF methods are shown. These samples can serve as a template for the investigators.

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>2</b>
1.1.1	2
1.1.2	5
1.1.3	6
1.1.4	7
1.1.5	7
1.1.6	7
1.1.7	8
1.1.8	9
1.1.9	9
1.1.10	11
1.1.11	15
<b>1.2</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>18</b>
1.3.1	18
1.3.2	19
1.3.3	19
1.3.4	20
<b>1.4</b>	<b>20</b>
1.4.1	22
1.4.2	22
<b>1.5</b>	<b>23</b>
<b>1.6</b>	<b>24</b>
1.6.1	24
1.6.2	24
1.6.3	25
1.6.4	26
1.6.5	26
<b>2</b>	<b>27</b>
<b>2.1</b>	<b>27</b>
2.1.1	27

2.1.2	Bauökologie	27
2.1.3	Soziale Gesichtspunkte	28
2.1.4	Energieeffizienz	28
<b>2.2</b>	<b>Einfluss von Energieeffizienz auf den Gebäudewert</b>	<b>29</b>
2.2.1	Eigengenutzte Immobilien in Top-Lagen	30
2.2.2	Eigengenutzte Immobilien in Mittelklasselagen	30
2.2.3	Zinshäuser	30
2.2.4	Büro- und Gewerbeimmobilien	30
2.2.5	Potentialermittlung in der Altbausanierung	31
<b>2.3</b>	<b>Bewirtschaftungs- und Instandhaltungskosten</b>	<b>31</b>
<b>2.4</b>	<b>Werthaltigkeit von energieeffizienten Gebäuden</b>	<b>32</b>
<b>2.5</b>	<b>Energieeffizienz in der derzeitigen Bewertungspraxis</b>	<b>32</b>
<b>2.6</b>	<b>Ansätze zur methodischen Berücksichtigung</b>	<b>33</b>
2.6.1	Vergleichswertverfahren	33
2.6.2	Sachwertverfahren	34
2.6.3	Ertragswertverfahren	34
2.6.4	Discounted-Cash-Flow-Verfahren	35
2.6.5	Schlussfolgerung	35
<b>2.7</b>	<b>Entwicklung einer Energieeffizienzbewertungsmethode</b>	<b>36</b>
2.7.1	Allgemeines	36
2.7.2	Bestimmen einer Energiekennzahl	37
2.7.3	Bestimmen eines Referenzwerts	38
2.7.4	Ist-Endenergiebedarf des zu bewertenden Gebäudes	45
2.7.5	Gesamtenergieeffizienzfaktor	45
2.7.6	Differenzenergiebedarfsermittlung	45
2.7.7	Bewerteter Differenzwärmebedarf	47
2.7.8	Energiepreisermittlung	47
2.7.9	Bruttogrundfläche	50
2.7.10	Berechnung der jährlichen bewerteten Minderkosten	50
2.7.11	Berechnung des Energieeffizienz-Vervielfältigers	51
2.7.12	Berechnung des Zuschlags für die bessere Energieeffizienz	59
2.7.13	Instandhaltungskosten und Betriebskosten	59
2.7.14	Grafisches Ablaufschema der Energieeffizienzbewertung	61
<b>2.8</b>	<b>Energieeffizienz-Bewertungstabelle</b>	<b>62</b>
2.8.1	Praxisanwendung mit Daten aus der OIB-RL 6 (2011)	65
2.8.2	Praxisanwendung mit Daten aus der OIB-RL 6 (2007)	68

<b>2.9</b>	<b>Anwendung in der Bewertungspraxis</b>	<b>72</b>
2.9.1	Beispiel Sachwertverfahren	72
2.9.2	Beispiel Ertragswertverfahren	75
2.9.3	Beispiel DCF-Verfahren	78
<b>3</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG - AUSBLICK</b>	<b>81</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>85</b>

# 1 EINLEITUNG

Der Immobilienmarkt ist im Umbruch begriffen. Durch gesetzliche Vorgaben der EU und zunehmendes Bewusstsein für Energieeffizienz sind bereits heute verschiedenste energetische Gebäudequalitäten am Markt anzutreffen. So werden zunehmend Gebäude im Niedrigenergiehaus- und Passivhausstandard errichtet. In der Liegenschaftsbewertung kann die Energieeffizienz bisher nur schwer eingepreist werden. Dies stellt Liegenschaftssachverständige vor neue Herausforderungen.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer geeigneten Bewertungsmethodik zur Berücksichtigung des Passivhaus- bzw. Niedrigstenergiehausstandards in der Liegenschaftsbewertung.

Auf dem Weg dazu werden u.a. folgende Unterziele bearbeitet:

- Untersuchung des derzeitigen Passivhausmarkts und dessen zukünftige Entwicklung
- Eruiieren der rechtlichen Grundlagen um zukünftige Entwicklungen und Vorgaben abschätzen zu können
- Vergleichen und interpretieren von Energiekennzahlen
- Vergleich der am Markt befindlichen verschiedenen Gebäudekonzepte in Hinsicht auf die Bauweise, die Qualität, die Herstellungskosten und die laufenden Unterhaltskosten
- Durchleuchten der derzeitigen Liegenschaftsbewertungspraxis und darstellen der einzelnen gängigen Bewertungsmethoden

Durch Zusammenführen der gewonnenen Erkenntnisse wird eine für die Liegenschaftsbewertung brauchbare Bewertungsmethodik, die Gebäude hinsichtlich ihrer Gesamtenergieeffizienz bewertet, entworfen.

Der Nutzen für Liegenschaftssachverständige liegt in der erstmaligen Möglichkeit bei Gebäuden die in Passivhaus- und Niedrigstenergiehausstandard errichtet wurden, Gesamt-Energieeffizienzkriterien, in die Bewertung aufzunehmen.

Dies ist insofern von Bedeutung, da in der Liegenschaftsbewertung der Sachverständige laut Bewertungsgesetz den Markt vollständig abzubilden hat und er dies nur mit einer geeigneten Bewertungsmethodik erreicht werden kann.

## 1.1 Energiekennzahlen

### 1.1.1 Allgemeines

Die Berechnungen der Energiekennzahlen von Gebäuden erfolgen in Österreich entweder lt. der OIB RL 6 oder bei Passivhäusern mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) nach Dr. Feist.

Nachfolgend sind die für die thermische und energetische Gebäudequalität wichtigsten Grundlagen bzw. Kennzahlen beschrieben.

#### 1.1.1.1 Systemgrenzen

Die Systemgrenze des Gebäudes ist als geometrische Grenze der wärmeaustauschenden Hüllfläche zu verstehen. Die Systemgrenze beeinflusst auch durch die Lage des Wärmezeugungssystems und des Warmwasserspeichers das Ausmaß des Energieverlustes. Wärmeverluste außerhalb der thermischen Hülle gehen vollständig an die Umgebung verloren, während Verluste innerhalb der thermischen Hülle teilweise als rückgewinnbar in die Energiebilanzierung eingehen.

Gebäudeteile, welche nicht konditioniert (beheizt oder gekühlt) sind bzw. einen Temperaturunterschied größer gleich vier Kelvin zu den beheizten Räumen aufweisen, zählen nicht zum konditionierten Volumen und liegen somit nicht innerhalb der Systemgrenze. (Land Niederösterreich, OIB-RL 6 – Benutzerleitfaden, 2008) Die Gebäudesystemgrenzen sind in Abbildung 2.1 dargestellt.

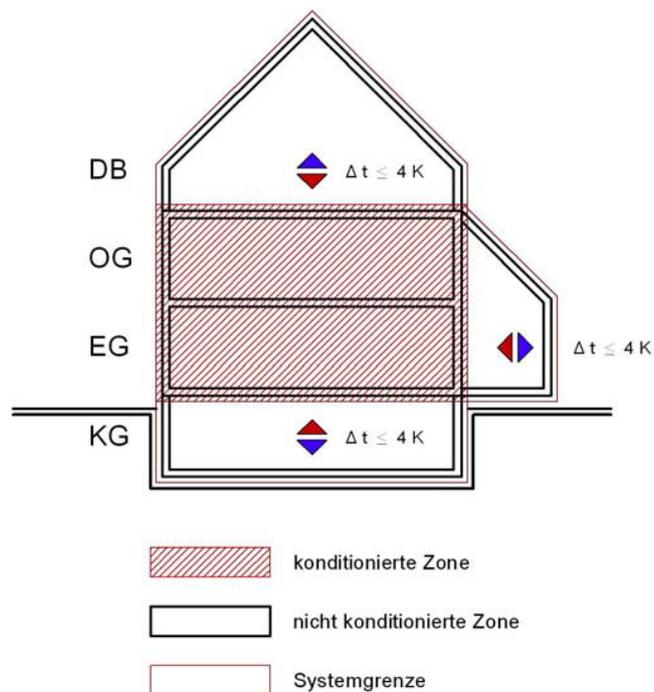


Abbildung 2.1: Schema Systemgrenze, Quelle: Land NÖ, 2008

### 1.1.1.2 Charakteristische Länge

Die charakteristische Länge ist ein Maß für die Kompaktheit des Hauses und ergibt sich aus dem Quotienten von konditioniertem Bruttovolumen und der Gebäudehüllfläche. Dies ist in Gleichung (1.1) ersichtlich. (ÖNORM B 8110-6, 2007, S. 8.)

$$l_c = \frac{V}{A} \quad (1.1)$$

$l_c$	charakteristische Länge, in m
$V$	konditioniertes Bruttovolumen, in m <sup>3</sup>
$A$	die das konditionierte Bruttovolumen umgebende Gebäudehüllfläche, in m <sup>2</sup>

### 1.1.1.3 Kompaktheit

Der Kehrwert der charakteristischen Länge drückt die Kompaktheit eines Gebäudes aus. (ÖNORM B 8110-6, 2007, S. 8) Die Kompaktheit eines Gebäudes ist somit das Verhältnis von beheizter Oberfläche zum beheizten Gebäudevolumen. Die folgende Abbildung 2.2 zeigt die Kompaktheit ( $A/V$ -Verhältnis) verschiedener Bauformen.

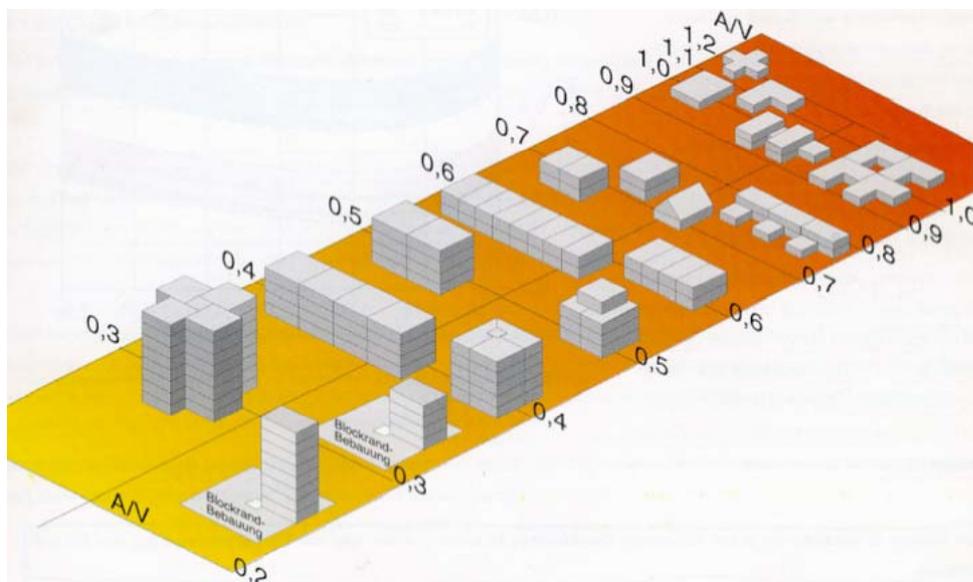


Abbildung 2.2: Baukörperformen - Kompaktheit, Quelle: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2009

Die Vorteile einer kompakten Bauweise sind:

- einfachere Anschlussdetails
- Wärmebrücken können vermieden werden
- leichtere Herstellbarkeit der Luftdichtheit
- Einsatz von weniger Baumaterial und Dämmstoff
- Reduktion der Baukosten

Beispiel:

Einfluss der Umfangvergrößerung eines Gebäudes aus der eine geringere Kompaktheit resultiert, dies zeigt Abbildung 2.3.

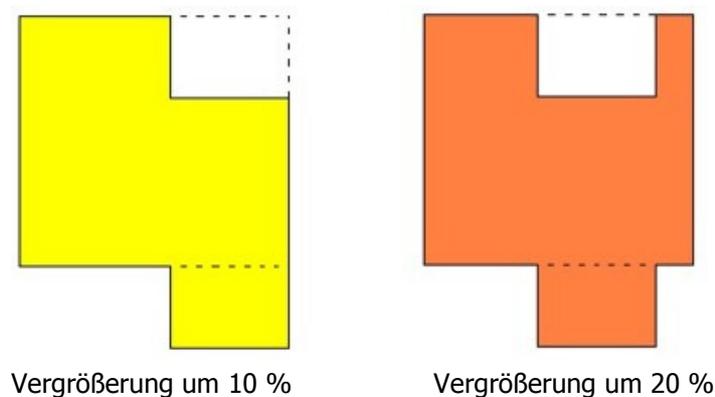


Abbildung 2.3: Umfangvergrößerung - Kompaktheit, Quelle: LEV-Stmk, 2009

Um den erhöhten Wärmeverlust durch eine Vergrößerung des Gebäudeumfangs um 10 % auszugleichen, muss die Dämmung der gesamten Gebäudehülle (Decke, Außenwand und Boden) um 2 cm erhöht werden. Bei einer Erhöhung des Gebäudeumfangs um 20 % sind das schon 4 cm. Um die Kompaktheit hoch zu halten ist es notwendig, eine Gliederung und abwechslungsreiche Gestaltung von Gebäuden über thermisch getrennte Balkone, Carports, angebaute unbeheizte Pufferräume oder durch abgestimmte Material- oder Farbkonzepte zu erreichen. Daraus folgt: Je kompakter ein Gebäude ist, desto geringer ist auch sein Heizwärmebedarf. (Stückler, 2008, Modul 1, S. 19)

### 1.1.2 Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf (HWB) ist die rechnerisch ermittelte Wärmemenge, welche unter Normnutzungsbedingungen den Räumen zugeführt werden muss, um die vorgegeben Innentemperatur aufrecht zu erhalten. Die Innentemperatur, welche der Berechnung zu Grunde liegt, beträgt beispielweise bei Wohngebäuden 20°C.

Als Einflussfaktoren fließen Objektdaten, Transmissionsverluste, Lüftungsverluste, solare Gewinne und interne Wärmegewinne in die Energiebilanzierung ein. Die Restgröße ist der Heizwärmebedarf, welcher als spezifische Wärmemenge in kWh/m<sup>2</sup>a angegeben wird. Nach OIB wird dieser Wert auf die Bruttogrundfläche (BGF), nach Berechnung im PHPP auf die Energiebezugsfläche (EBF), bezogen.

Der Heizwärmebedarf beschreibt somit die thermische Qualität der Gebäudehülle. Die Einflussgrößen der Heizwärmebedarfsberechnung sind in Abbildung 2.4 grafisch dargestellt. (ÖNORM B 8110-6, 2007 bzw. PHPP, 2007, S.85)

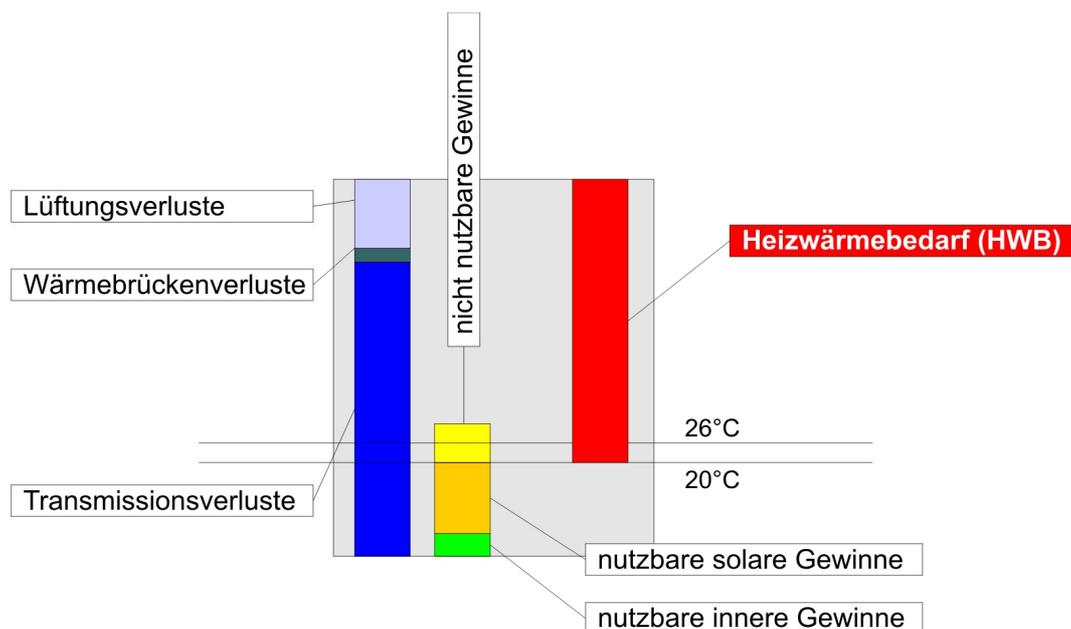


Abbildung 2.4: Einflussgrößen des HWB, eigene Darstellung

Für die grafische Darstellung des jährlichen Heizwärmebedarfs im Energieausweis ( $HWB_{BGF,SK}$ ) bezogen auf das Standortklima (SK) sind folgende in Tabelle 1.1 ersichtliche, Klassengrenzen festgelegt: (OIB-RL 6, 2011, S. 10)

Tabelle 1.1: Heizwärmebedarfsklassen, Quelle: OIB RL 6, 2011

Klasse A++	$HWB_{BGF,SK} \leq 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse A+	$HWB_{BGF,SK} \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse A	$HWB_{BGF,SK} \leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse B	$HWB_{BGF,SK} \leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse C	$HWB_{BGF,SK} \leq 100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse D	$HWB_{BGF,SK} \leq 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse E	$HWB_{BGF,SK} \leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse F	$HWB_{BGF,SK} \leq 250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Klasse G	$HWB_{BGF,SK} > 250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

### 1.1.3 Warmwasserwärmebedarf

Der Warmwasserwärmebedarf wird nach OIB und PHPP unterschiedlich definiert.

Laut OIB ist der Warmwasserwärmebedarf jene Energiemenge, die ohne Berücksichtigung der Wärmeverluste der Anlagentechnik zur Erwärmung der gewünschten Menge Warmwasser zugeführt werden muss. D.h. das ist der Energiemengenverbrauch für das Warmwasser, welches auf „die Haut“ auftrifft (wie z.B. beim Duschen und Baden).

Der monatliche Warmwasserwärmebedarf wird lt. OIB-RL 6 über einen flächenabhängigen Wert näherungsweise ermittelt. Er wird also unabhängig von der Personenanzahl berechnet, obwohl diese eigentlich der wichtigste Parameter für die Bedarfsermittlung wäre. Stattdessen gibt die ÖNORM B 8110-5:2011 Tabelle 2 vorgegebene Nutzerprofile als Berechnungsgrundlage an.

Beispielsweise ist bei Wohngebäuden, egal ob Ein- oder Mehrfamilienhaus, für den Warmwasserbedarf folgendes Nutzungsprofil festlegt:

365 Nutzungstage im Jahr mit einem Energiebedarf von 35,0 Wh pro m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche und Tag. Daraus ergibt sich ein normierter spezifischer Warmwasserwärmebedarf, welcher bei Wohngebäuden 12,78 kWh/m<sup>2</sup>a (35 Wh/m<sup>2</sup>d x 365 Tage) beträgt. (ÖNORM B 8110-5, 2011 S. 8 bzw. ÖNORM H 5056, S. 33)

Im PHPP hingegen erfolgt die Berechnung des Warmwasserwärmebedarfs mit einem Standardwert in Abhängigkeit des jeweiligen Gebäudenutzerprofils. Für Wohngebäude im Passivhausstandard lt. PHPP wird z.B. ein Warmwasserverbrauch von 25 Liter pro Tag bei 60° und Person angesetzt. (PHPP, 2012, S. 130)

### 1.1.4 Nutzwärmebedarf

Die Summe aus Heizwärmebedarf und Warmwasserwärmebedarf ist der sogenannte Nutzwärmebedarf (NWB).

### 1.1.5 Heizenergiebedarf

Auch der Heizenergiebedarf ist unterschiedlich definiert.

In der OIB-Berechnung ist der jährliche Heizenergiebedarf jene rechnerisch ermittelte Wärmemenge, die im langjährigen Mittel während einer Heizsaison den Räumen des Gebäudes und dem Wasser zur Warmwasserbereitung zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf und den Warmwasserwärmebedarf decken zu können. Die Berechnung erfolgt im Monatsbilanzverfahren, d.h. für jedes der einzelnen Monate gesondert. (ÖNORM H 5056, 2011, S. 34) Die Bilanzierung des HEB ist in Abbildung 2.5 dargestellt.

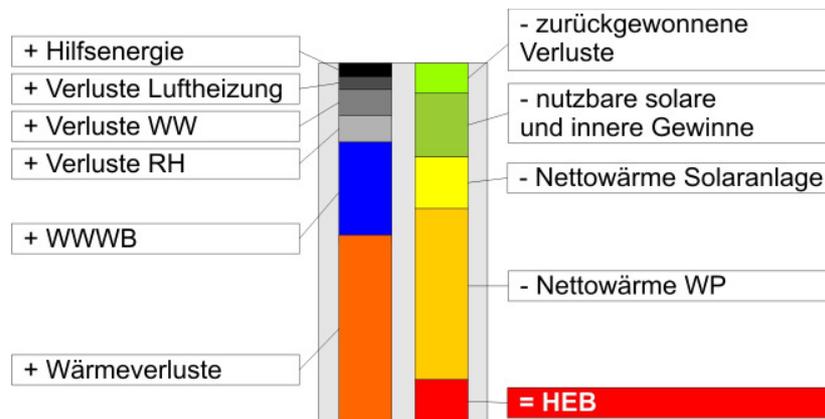


Abbildung 2.5: Einflussgrößen des HEB, eigene Darstellung

Im Gegensatz dazu wird der Heizenergiebedarf im Ergebnisblatt des PHPP nicht explizit ausgeworfen.

### 1.1.6 Endenergiebedarf

Laut OIB beschreibt der Endenergiebedarf jene Energiemenge, die dem Heizsystem und allen anderen energietechnischen Systemen zugeführt werden muss, um den Heizenergiebedarf und den Haushaltsstrombedarf bei Wohngebäuden bzw. den Heiz-, Befeuchtungs-, Kühl- und Beleuchtungsenergiebedarf sowie den Betriebsstrombedarf bei Nichtwohngebäuden decken zu können. Ermittelt wird der Endenergiebedarf an der Systemgrenze des Gebäudes.

Unterschieden wird in Wohngebäude und Nichtwohngebäude (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011, S. 7)

Der Endenergiebedarf bei Wohngebäuden lt. OIB wird nach Formel (1.2) berechnet:

$$EEB = HEB + HHSB \quad (1.2)$$

<i>EEB</i>	jährlicher Endenergiebedarf, in kWh/a
<i>HEB</i>	jährlicher Heizenergiebedarf, in kWh/a
<i>HHSB</i>	jährlicher Haushaltsstrombedarf, in kWh/a

Im PHPP wird der Endenergiebedarf ( $Q_{End}$ ), wie folgende Formel (1.3) zeigt, ermittelt: (PHPP, 2007, S. 152)

$$Q_{End} = e_{Verteilung} \times e_{Wärmeerzeugung} \times Q_{Nutz} \quad (1.3)$$

$Q_{End}$	jährlicher Endenergiebedarf, in kWh/a
$e_{Verteilung}$	Aufwandszahl des Wärmeverteilungssystems
$e_{Wärmeerzeugung}$	Aufwandszahl des Wärmeerzeugers, gibt an wie viel Kilowattstunden an Endenergie zur Erzeugung von einer Kilowattstunde Nutzwärme benötigt werden, bei Wärmepumpen ist der Wert kleiner als 1
$Q_{Nutz}$	Effektiv nutzbare Wärme; entspricht der Summe des Heizwärmebedarfs und des Warmwasserbedarfs bei Wohngebäuden lt. OIB, in kWh/a

### 1.1.7 Heiztechnikenergiebedarf

Der Heiztechnikenergiebedarf laut OIB ist jene Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung- und -verteilung verloren geht. Verluste und Energiebedarf des Heiztechniksystems sind Kesselverluste, Verteilverluste, Pumpenstrom, etc. Er errechnet sich lt. ÖNORM H 5056 (2011) aus dem bereinigten Heizenergiebedarf abzüglich des Heizwärmebedarfs und des Warmwasserwärmebedarfs lt. Formel (1.4).

$$Q_{HTEB} = Q_{HEB} - Q_h - Q_{tw} + Q_{Umw,H} + Q_{Umw,TW} + Q_{Sol,N} \quad (1.4)$$

$Q_{HTEB}$	Jährlicher Heiztechnikenergiebedarf, in kWh/a
$Q_{HEB}$	Jährlicher Heizenergiebedarf, in kWh/a
$Q_h$	Jährlicher Heizwärmebedarf, in kWh/a
$Q_{TW}$	Jährlicher Warmwasserwärmebedarf, in kWh/a
$Q_{Umw,H}$	Jährlicher Nettobetrag der Umweltwärme WP-RH, in kWh/a
$Q_{Umw,TW}$	Jährlicher Nettobetrag der Umweltwärme WP-WW, in kWh/a
$Q_{Sol,N}$	Jährlicher Nettobetrag der Solaranlage, in kWh/a

Im PHPP werden die Verluste der Wärmeenergieerzeugung und -verteilung durch Energieaufwandszahlen dargestellt. (PHPP, 2012, S. 158)

### 1.1.8 Haushaltsstrombedarf

Mit Erscheinen der neuen OIB-RL 6 (2011) wird erstmals in der Bauphysikberechnung für Wohngebäude auch der Haushaltsstrombedarf angegeben. Der Haushaltsstrombedarf (HHSB) ist mit 50% der inneren Wärmegewinne infolge von Personen und Geräte im Heizfall unter Heranziehung der Nutzungsdauer zu berücksichtigen. (OIB-RL 6, 2011, S. 6)

Im PHPP wird der Haushaltsstrombedarf genauer als lt. OIB berechnet. So wird für jede Stromdienstleistung der Jahresstrombedarf gesondert ermittelt. Berücksichtigung finden folgende Faktoren: (PHPP, 2012, S. 138-139)

- die verwendeten Geräte (Kühlschrank, E- Herd, usw.)
- der Normverbrauch des betreffenden Geräts
- der Nutzungsfaktor zur Korrektur des Normverbrauchs
- die Häufigkeit der Nutzung und der Anteil direkt elektrischer Dienstleistung
- ob sich die E-Geräte in der thermischen Hülle befinden

### 1.1.9 Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf laut OIB, welcher bezogen auf das Standortklima anzugeben ist, wird unter zusätzlicher Berücksichtigung des Haushalts- bzw. Betriebsstrombedarfs und neu festgelegten Konversionsfaktoren, wie in Tabelle 1.2 ersichtlich, berechnet. (OIB-RL 6, 2011, S. 6)

Um den Primärenergiebedarf von Wohngebäuden zu berechnen werden,

- der Heizenergiebedarf der Raumheizung abzüglich des Hilfsenergiebedarfs,
- der Hilfsenergiebedarf der Raumheizung,
- der Heizenergiebedarf für Warmwasser abzüglich des Hilfsenergiebedarfs,
- der Hilfsenergiebedarf für Warmwasser und
- der Haushaltsstrombedarf

mit den jeweiligen Konversionsfaktoren multipliziert. Die Summe der einzelnen Primärenergien bildet den Gesamtprimärenergiebedarf. (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011, S. 9) Der spezifische Primärenergiebedarf (PEB) wird auf die Bruttogrundfläche (BGF) bezogen. (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011, S. 10)

Tabelle 1.2: Konversionsfaktoren, Quelle: OIB, 2012

Energieträger	$f_{PE}$	$f_{PE,n,ern.}$	$f_{PE,ern}$	$f_{CO2}$
	[-]	[-]	[-]	[g/kWh]
Kohle	1,46	1,46	0,00	337
Heizöl	1,23	1,23	0,00	311
Erdgas	1,17	1,17	0,00	236
Biomasse	1,08	0,06	1,02	4
Strom (Österreich-Mix)	2,62	2,15	0,47	417
Fernwärme aus Heizwerk erneuerbar	1,60	0,28	1,32	51
Fernwärme aus Heizwerk nicht erneuerbar	1,52	1,38	0,14	291
Fernwärme aus hocheffizienter KWK, Default	0,92	0,20	0,72	73
Abwärme, Default	1,00	1,00	0,00	20

Ähnlich der Berechnung nach OIB werden auch im PHPP die Endenergiebedarfe mit einem Konversionsfaktor, der vom jeweiligen verwendeten Energieträger abhängig ist, multipliziert. Der spezifische Primärenergiekennwert ( $q_p$ ) wird jedoch auf die Energiebezugsfläche ( $A_{EB}$ ) bezogen.

### 1.1.10 Gesamtenergieeffizienzfaktor

Eine Neuheit im Energieausweis stellt auch der Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) dar. Er wird als Relation des Lieferenergiebedarfs ( $LEB_{Ist}$ ) zum Referenzwert ( $EEB_{26}$ ) ermittelt und ist laut Leitfaden zur OIB-RL 6 berechnet. (Erläuternde Bemerkungen zur OIB-RL 6, 2011, S. 9) Das zeigt Formel (1.5):

$$f_{GEE} = \frac{LEB_{Ist}}{EEB_{26}} \quad (1.5)$$

$f_{GEE}$	Gesamtenergieeffizienzfaktor
$LEB_{Ist}$	jährlicher Lieferenergiebedarf (Standortklima bzw. Referenzklima) in kWh/a
$EEB_{26}$	Endenergiebedarf bei Einführung der Ermittlung der Gesamtenergieeffizienz im Jahre 2007 (Standortklima bzw. Referenzklima), in kWh/a

Der Lieferenergiebedarf ist der Endenergiebedarf vermindert um die vor Ort zugeführten erneuerbaren Energiemengen. Da die Berechnung des Lieferenergiebedarfs erst in die nächste Normengeneration aufgenommen wird, muss dieser inzwischen durch den Endenergiebedarf ( $EEB_{Ist}$ ) ersetzt werden.

Für die grafische Darstellung im Energieausweis des Gesamtenergieeffizienz-Faktors ( $f_{GEE}$ ) wurden in der Norm folgende Klassengrenzen, wie Tabelle 1.3 zeigt, festgelegt: (OIB-RL 6, 2011, S. 11)

Tabelle 1.3: Gesamtenergieeffizienzfaktorklassifizierung, Quelle: OIB RL 6, 2011

Klasse A++	$f_{GEE} \leq 0,55$
Klasse A+	$f_{GEE} \leq 0,70$
Klasse A	$f_{GEE} \leq 0,85$
Klasse B	$f_{GEE} \leq 1,00$
Klasse C	$f_{GEE} \leq 1,75$
Klasse D	$f_{GEE} \leq 2,50$
Klasse E	$f_{GEE} \leq 3,25$
Klasse F	$f_{GEE} \leq 4,00$
Klasse G	$f_{GEE} > 4,00$

Ein  $f_{GEE}$ -Wert von 1 entspricht genau dem festgelegten Gesamtenergieeffizienzmindeststandard. Gebäude mit einem Wert über 1 besitzen eine schlechtere Energieeffizienz, Gebäude unter dem Wert von 1 eine bessere Energieeffizienz als der Mindeststandard.

### 1.1.10.1 Endenergiebedarf

Der Endenergiebedarf ( $EEB_{Ist}$ ) ist die Summe aus dem Heizenergiebedarf (HEB) und dem Haushaltsenergiebedarf (HHSB). Zur Berechnung des Gesamtenergieeffizienzfaktors ( $f_{GEE}$ ) wird der spezifische Endenergiebedarf ( $EEB_{Ist,BGF}$ ) bezogen auf die Bruttogrundfläche herangezogen. (Leitfaden energietechnisches Verhalten, 2011, S. 7)

### 1.1.10.2 Referenzendenergiebedarf

Der spezifische Referenzendenergiebedarf der sog.  $EEB_{26}$  errechnet sich aus der Formel (1.6): (Leitfaden energietechnisches Verhalten, 2011, S. 11)

$$EEB_{26} = (HWB_{26,Fl} + wwwwb_{Default}) \times e_{AWZ} + HHSB_{Default} \quad (1.6)$$

$EEB_{26}$	spezifischer Referenz-Endenergiebedarf (26er-Linie), in kWh/m <sup>2</sup> a
$HWB_{26,Fl}$	spezifischer Referenz-Heizwärmebedarf (26er-Linie), in kWh/m <sup>2</sup> a
$wwwwb_{Default}$	spezifischer Warmwasserwärmebedarf, in kWh/m <sup>2</sup> a
$e_{AWZ}$	zugehörige Energieaufwandszahl lt. Tabellen der Seite 14 „OIB-Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“
$HHSB_{Default}$	spezifischer Haushaltsstrombedarf, Defaultwert, in kWh/m <sup>2</sup> a

### 1.1.10.3 Heizwärmebedarf

Dem Anforderungs-Endenergiebedarf ( $EEB_{26}$ ) ist der Heizwärmebedarf der 26er Linie, der sog.  $HWB_{26}$ , zugrunde gelegt. (Leitfaden energietechnisches Verhalten, 2011, S. 12)

Dieser errechnet sich wie folgende Formel (1.7) zeigt:

$$HWB_{26} = 26 \times (1 + 2/l_c) \quad (1.7)$$

$HWB_{26}$	spezifischer Heizwärmebedarf (26- Linie), in kWh/m <sup>2</sup> a
$l_c$	charakteristische Länge, in m

Zur Berechnung des Referenzendenergiebedarfs ist jedem verwendeten Energieträger eine zugehörige Energieaufwandszahl zugeordnet. Das bedeutet, dass die Anforderung einen maximalen Aufwandswert je nach System bestimmt. Diese Energieaufwandszahl wird dem Heiztechnikenergiebedarf (HTEB) gegenübergestellt.

### 1.1.10.4 Energieaufwandszahl

Für Gebäude mit einer Bruttogrundfläche **von kleiner oder gleich 400 m<sup>2</sup>** ist die Energieaufwandszahl ( $e_{AWZ}$ ) zur Berechnung des Referenzheizenergiebedarfes in Abhängigkeit von  $l_c$  zwischen den Werten der Tabelle 2.4 bis 2.7 zu interpolieren: (Leitfaden Energietechnische Verhalten von Gebäuden, 2011, S. 13) Die Tabelle 1.4, Tabelle 1.5, Tabelle 1.6 und Tabelle 1.7 zeigen die Einteilung der Energieaufwandszahlen in Abhängigkeit des verwendeten Energieträgers. (Leitfaden energietechnisches Verhalten, 2011, S. 13-14)

Tabelle 1.4: Energieaufwandszahlen unter 400m<sup>2</sup> Nutzfläche für Kohle, Heizöl, Erdgas, Biomasse und Fernwärme, Quelle: OIB, 2012

$l_c$	$e_{AWZ,f.f.}$	$e_{AWZ,f.fl.}$	$e_{AWZ,f.gf.}$	$e_{AWZ,Bio}$	$e_{AWZ,FW}$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,92	1,96	1,45	1,37	1,69	1,26
1,33	1,82	1,40	1,33	1,60	1,22
1,60	1,70	1,30	1,25	1,52	1,19
2,18	1,63	1,27	1,23	1,48	1,19

- f.f. fossil fest → Kohle
- f.fl. fossil flüssig → Heizöl
- f.gf. fossil gasförmig → Erdgas
- Bio Biomasse, Pellets
- FW Fernwärme

Tabelle 1.5: Energieaufwandszahlen bis 400m<sup>2</sup> Nutzfläche für Wärmepumpen, Quelle: OIB, 2012

$l_c$	$e_{AWZ,LW-WP}$	$e_{AWZ,SW-WP(f)}$	$e_{AWZ,SW-WP(t)}$	$e_{AWZ,GW-WP}$	$e_{AWZ,DX-WP}$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,92	0,37	0,27	0,29	0,22	0,27
1,33	0,35	0,26	0,27	0,21	0,26
1,60	0,34	0,26	0,27	0,20	0,25
2,18	0,34	0,26	0,27	0,21	0,25

$l_c$	$JAZ_{26,LW-WP}$	$JAZ_{26,SW-WP(f)}$	$JAZ_{26,SW-WP(t)}$	$JAZ_{26,GW-WP}$	$JAZ_{26,DX-WP}$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,92	3,03	3,62	3,47	4,47	4,24
1,33	3,13	3,66	3,51	4,53	4,30
1,60	3,14	3,68	3,53	4,55	4,32
2,18	3,11	3,65	3,49	4,48	4,28

- LW-WP Luft/Wasser-Wärmepumpe
- SW-WP(f) Sole/Wasser-Wärmepumpe (Flachkollektor)
- SW-WP(t) Sole/Wasser-Wärmepumpe (Tiefensonde)
- GW-WP Wasser/Wasser-Wärmepumpe (Grundwasser)
- DX-WP Direktverdampfer-Wärmepumpe

Für Gebäude mit einer Bruttogrundfläche **von größer gleich 400 m<sup>2</sup>** ist die Energieaufwandszahl ( $e_{AWZ}$ ) zur Berechnung des Referenzheizenergiebedarfes in Abhängigkeit von  $l_c$  zwischen folgenden Werten zu interpolieren: (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011, S. 14)

Tabelle 1.6: Energieaufwandszahlen über 400m<sup>2</sup> Nutzfläche für Kohle, Heizöl, Erdgas, Biomasse und Fernwärme, Quelle: OIB, 2012

$l_c$	$e_{AWZ,f.f.}$	$e_{AWZ,f.fl.}$	$e_{AWZ,f.gf.}$	$e_{AWZ,Bio}$	$e_{AWZ,FW}$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,92	2,32	1,78	1,69	1,96	1,54
1,33	2,09	1,65	1,57	1,79	1,43
1,60	1,89	1,47	1,41	1,65	1,35
2,18	1,78	1,40	1,35	1,58	1,32
2,53	1,70	1,37	1,32	1,52	1,29
3,20	1,64	1,36	1,31	1,49	1,29
3,56	1,58	1,35	1,30	1,46	1,29
4,17	1,55	1,35	1,30	1,44	1,29
4,47	1,53	1,35	1,30	1,43	1,29

Tabelle 1.7: Energieaufwandszahlen über 400m<sup>2</sup> Nutzfläche für Wärmepumpen, Quelle: OIB, 2012

$l_c$	$e_{AWZ,LW-WP}$	$e_{AWZ,SW-WP(f)}$	$e_{AWZ,SW-WP(t)}$	$e_{AWZ,GW-WP}$	$e_{AWZ,DX-WP}$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,92	0,61	0,45	0,48	0,39	0,44
1,33	0,57	0,40	0,42	0,34	0,39
1,60	0,48	0,36	0,38	0,31	0,35
2,18	0,47	0,35	0,37	0,30	0,35
2,53	0,45	0,34	0,36	0,29	0,34
3,20	0,46	0,34	0,36	0,29	0,34
3,56	0,45	0,34	0,36	0,29	0,34
4,17	0,45	0,34	0,36	0,30	0,34
4,47	0,45	0,34	0,36	0,30	0,34

$l_c$	$JAZ_{26,LW-WP}$	$JAZ_{26,SW-WP(f)}$	$JAZ_{26,SW-WP(t)}$	$JAZ_{26,GW-WP}$	$JAZ_{26,DX-WP}$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,92	2,41	2,95	2,79	3,41	3,37
1,33	2,36	3,06	2,90	3,55	3,51
1,60	2,63	3,10	2,94	3,62	3,57
2,18	2,61	3,08	2,92	3,58	3,53
2,53	2,61	3,08	2,92	3,58	3,54
3,20	2,58	3,05	2,89	3,53	3,49
3,56	2,58	3,05	2,88	3,52	3,49
4,17	2,57	3,03	2,86	3,49	3,47
4,47	2,57	3,03	2,86	3,48	3,46

Der Gesamtenergieeffizienzfaktor wird für sanierte und unsanierte Gebäude wie z.B. Neubauten gleich berechnet.

#### **1.1.10.5 Haushaltsstrombedarf**

Der Referenzendenergiebedarf enthält zusätzlich zum Heizwärmebedarf und dem Warmwasserwärmebedarf auch den Haushaltsstrombedarf eines Gebäudes. Dieser errechnet sich wie unter Punkt 2.5.7 näher beschrieben.

#### **1.1.11 Kohlendioxidemissionen**

Auch der CO<sub>2</sub>-Emissionskennwert wird ähnlich dem Primärenergiekennwert durch Multiplikation des jeweiligen Konversionsfaktors (siehe Tabelle 2.3, Spalte 5) mit dem Endenergiebedarf (EEB<sub>ist</sub>) ermittelt. (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011, S. 10-11 bzw. PHPP, 2012, S. 159)

## 1.2 Interpretation der Energiekennzahlen

Die vorhin beschriebenen Energiekennzahlen beschreiben die energetische Qualität von Gebäuden auf unterschiedliche Weise und sind stark von der Systemgrenzenziehung abhängig.

Der Heizwärmebedarf bildet lediglich die Qualität der Gebäudehülle ab. Im Vergleich dazu beschreibt die Nutzenergie jenen Energiebedarf, welcher dem Nutzer bzw. Verbraucher im Wohngebäude nach der letzten Umwandlung zur Raumtemperierung und zum Warmwassergebrauch zur Verfügung steht. Anlagenverluste die durch die Wärmebereitung-, Verteilung- und Speicherung entstehen bleiben unberücksichtigt. Diese Systemverluste werden durch den sogenannten Heiztechnikbedarf abgebildet. Dieser ergibt vermehrt um den Nutzenergiebedarf den Heizenergiebedarf für Heizung und Warmwasser. Der Endenergiebedarf enthält zusätzlich zum Heizenergiebedarf auch den Haushaltsstrombedarf. Er beschreibt somit die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes am besten. Der Endenergiebedarf zu einem Referenzendenergiebedarf ins Verhältnis gesetzt drückt die Gesamtenergieeffizienz durch einen Faktor aus. Dieser sog. Gesamtenergieeffizienzfaktor ist die einzige Energiekennzahl mit der sich verschiedene Gebäudekonzepte miteinander vergleichen lassen.

Ausgehend vom Endenergiebedarf kann mittels sogenannten Konversionsfaktoren der Primärenergiebedarf und der Kohlendioxidausstoß berechnet werden. In Abbildung 1.6 sind die Energiekennzahlen Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf grafisch dargestellt.

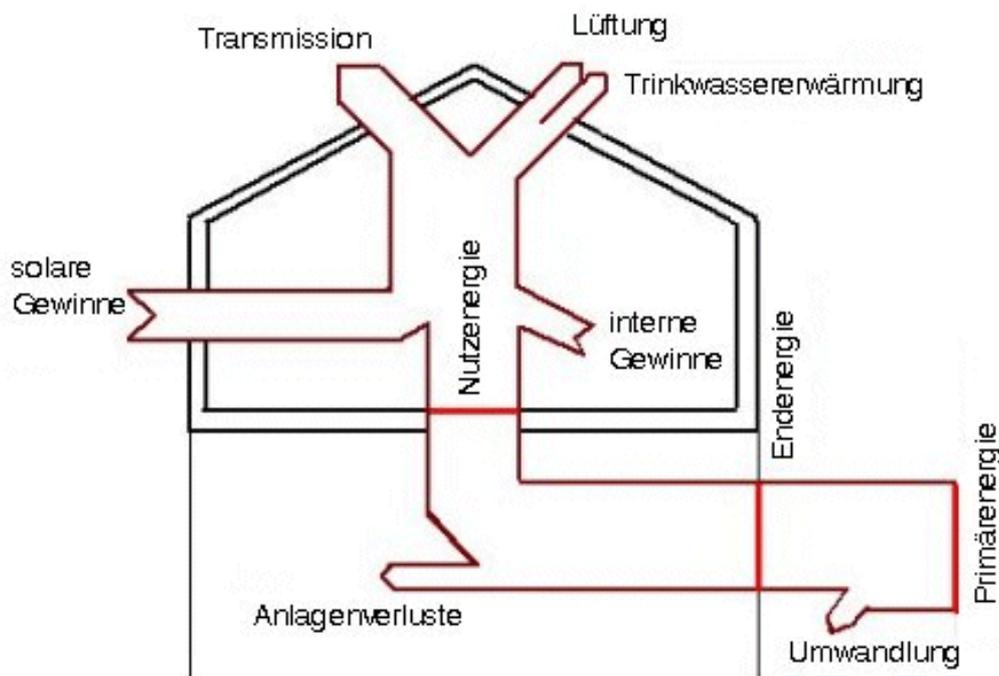


Abbildung 1.6: Überblick über Energiekennzahlen, Quelle: Klima Aktiv, 2012

Die einzelnen Energiekennzahlen drücken unterschiedliche Betrachtungsweisen aus:

- Heizwärmebedarf (HWB) – Blickwinkel: thermische Qualität der Gebäudehülle
- Primärenergiebedarf (PEB) – Blickwinkel: Ressourcen Verbrauch
- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) – Blickwinkel: Klimaschutz
- Endenergiebedarf (EEB und  $f_{GEE}$ ) bzw. Lieferenergiebedarf (LEB) – Blickwinkel: Gesamtenergieeinsparung (unter Berücksichtigung der Vorort erzeugten Energie)

Bemerkbar ist eine Entwicklung weg von der reinen Gebäudehüllenbewertung hin zu einer Bewertung der Gesamtenergieeffizienz. Die Abbildung 1.7 zeigt die Entwicklung der Energiekennzahlen von der einfachen Gebäudehüllenbewertung mittels U-Wert Berechnung hin zur Gesamtenergieeffizienzbewertung ausgedrückt durch den Lieferenergiebedarf, den Gesamtenergieeffizienzfaktor, den Kohlendioxidausstoß und den Primärenergiebedarf.

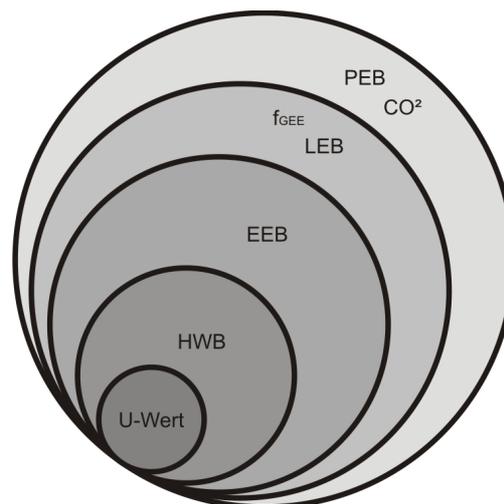


Abbildung 1.7: Vom U-Wert zum Primärenergiebedarf, eigene Darstellung

Der Endenergiebedarf berücksichtigt in keiner Weise die Wertigkeit der eingesetzten Energie. Das bedeutet in der Berechnungspraxis, dass ein Gebäude mit einer Wärmepumpe als Wärmebereitstellungssystem einen sehr niedrigen Endenergiebedarf aufweist, dasselbe Gebäude mit einer Biomasseheizung einen sehr hohen Endenergiebedarf besitzt. Daraus ist schon heute zu erkennen, dass hinkünftige Anforderungen in dualer Weise, dass bedeutet einerseits die thermische und andererseits die energetische Qualität des Gebäudes bewertend, formuliert werden sollten. (Pöhn, Pech, Bednar, Streicher, 2012, S. 133)

## 1.3 Anforderungen lt. OIB bzw. PHPP

### 1.3.1 Anforderungen an den Heizwärmebedarf

Der maximal zulässige Heizwärmebedarf nach OIB für Neubauten im Wohngebäudebereich wurde in Abhängigkeit der Geometrie (Kompaktheit) und bezogen auf das Referenzklima festgelegt. (OIB-RL 6, 2007, S. 3-4 und OIB-RL 6, 2011, S. 3-4) Dies zeigt Tabelle 2.8.

Tabelle 2.8: Anforderungen an den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden bei Neubau, Quelle: OIB-RL 6 (2007) bzw. OIB-RL 6 (2011)

Anforderungen an den Heizwärmebedarf bei Neubau von Wohngebäuden		
ab Inkrafttreten bis 31.12.2009	$\text{HWB}^*V, \text{WG}, \text{max}, \text{Ref} = 26 * (1 + 2,0/l_c)$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Höchstens jedoch 78,0 [kWh/m <sup>2</sup> a]
ab 1.1.2010	$\text{HWB}^*V, \text{WG}, \text{max}, \text{Ref} = 19 * (1 + 2,5/l_c)$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Höchstens jedoch 66,5 [kWh/m <sup>2</sup> a]
Ab Inkrafttreten (2012)	$\text{HWB}^*V, \text{WG}, \text{max}, \text{Ref} = 16 * (1 + 3,0/l_c)$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Höchstens jedoch 54,4 [kWh/m <sup>2</sup> a]

Der maximal zulässige Heizwärmebedarf bei umfassenden Sanierungen (neuer Wortlaut: „größere Renovierungen“) im Wohnbau, wurde wie Tabelle 2.9 zeigt, festgelegt.

Tabelle 2.9: Anforderungen an den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden bei größerer Renovierung, Quelle: OIB-RL 6 (2007) bzw. OIB-RL 6 (2011)

Anforderungen an den Heizwärmebedarf bei größerer Renovierung von Wohngebäuden		
ab Inkrafttreten bis 31.12.2009	$\text{HWB}^*V, \text{WG}, \text{max}, \text{Ref} = 34 * (1 + 2,0/l_c)$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Höchstens jedoch 102,0 [kWh/m <sup>2</sup> a]
ab 1.1.2010	$\text{HWB}^*V, \text{WG}, \text{max}, \text{Ref} = 25 * (1 + 2,5/l_c)$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	Höchstens jedoch 87,5 [kWh/m <sup>3</sup> a]
Ab Inkrafttreten (2012)	$\text{HWB}^*V, \text{WG}, \text{max}, \text{Ref} = 25 * (1 + 2,5/l_c)$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Höchstens jedoch 87,5 [kWh/m <sup>2</sup> a]

Wie in den vorhergehenden Tabellen erkenntlich, stellt der  $l_c$ -Wert über die Begrenzung des Heizwärmebedarfs ein zusätzliches, indirektes Anforderungskriterium dar.

Nach dem von Dr. Feist entwickelten Passivhausprojektierungspaket darf ein Passivhaus den Heizwärmebedarfs Grenzwert von 15 kWh/m<sup>2</sup>a, unabhängig von der Kompaktheit, nicht überschreiten. (PHPP, 2007, S. 14) Der spezifische Heizwärmebedarf ist auf die Energiebezugsfläche, welche etwa mit der Nettogrundfläche lt. OIB übereinstimmt, bezogen.

### 1.3.2 Anforderungen an den Endenergiebedarf

Folgende Anforderungen an den Endenergiebedarf (EEB) ist bei Neubau bzw. bei größerer Renovierung lt. OIB einzuhalten. (OIB-RL 6, 2011, S. 5) Die Anforderung an den Endenergiebedarf bei Wohngebäuden errechnet sich nach Formel (1.8).

$$EEB_{BGF,WG,max;SK} = HWB_{BGF,WG,max,SK} + WWWB_{BGF,WG} + f_{HT} * HTEB_{BGF,WG,Ref} + HHSB \quad (1.8)$$

$EEB_{BGF,WG,max;SK}$	spezifischer brutto-grundflächenbezogener Endenergiebedarf für die Referenzausstattung bezogen auf das Standortklima, in kWh/m <sup>2</sup> a
$HWB_{BGF,WG,max,SK}$	maximaler spezifischer brutto-bezogener Heizwärmebedarf auf das Standortklima, in kWh/m <sup>2</sup> a
$WWWB_{BGF,WG}$	brutto-grundflächenbezogener Warmwasserwärmebedarf bezogen auf das gebäudespezifische Nutzungsprofil, in kWh/m <sup>2</sup> a
$f_{HT}$	Faktor für den Heiztechnik-Energiebedarf einer Referenzausstattung: 1,05
$HTEB_{BGF,WG,Ref}$	spezifischer brutto-grundflächenbezogener Heiztechnikenergiebedarf für die Referenzausstattung bezogen auf das Standortklima, in kWh/m <sup>2</sup> a
HHSB	Haushaltsstrombedarf, in kWh/m <sup>2</sup> a

### 1.3.3 Anforderung Primärenergiebedarf

Derzeit sieht die energetische Bewertung von Gebäuden lt. OIB keine Anforderungen an den Primärenergiebedarf (PEB) vor. Der PEB wird derzeit nur zu Informationszwecken ausgewiesen.

Im nach PHPP zertifizierten Passivhaus (Wohngebäude) darf der Gesamtprimärenergiebedarf max. 120 kWh/m<sup>2</sup>a, unter Berücksichtigung von Standardannahmen für Haushaltsgeräte, betragen. (PHPP, 2012, S. 160)

### 1.3.4 Anforderungen an die Gebäudetechnik

Bei Neubau und größeren Renovierungen von Gebäuden muss vor Baubeginn der Einsatz von hocheffizienten alternativen Energiesystemen in Betracht gezogen und dokumentiert werden.

Dies betrifft die technische, ökologische und wirtschaftliche Realisierbarkeit. (OIB-RL 6, S. 9) Als hocheffiziente Alternativenergie-Systeme werden jedenfalls anerkannt:

- Dezentrale Energieversorgungskonzepte auf der Grundlage von Energie aus erneuerbaren Energiequellen
- Kraft- Wärmekopplung
- Fern- bzw. Nahwärme, insbesondere wenn diese ganz oder teilweise auf Energie aus erneuerbaren Quellen beruht
- Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von mind. 3,0

## 1.4 Erhebung von Energiekennzahlen

Die Grundlage zur monetären Bewertung der Energieeffizienz ist die Zugänglichkeit zu Energiekennzahlen. Die Berechnung der Energiekennzahlen erfolgt meist nach OIB. Die benötigten Werte sind dem Energieausweis zu entnehmen. Eine andere Möglichkeit ist, ein Passivhaus nach dem Passivhausprojektierungspaket nach Dr. Feist zu berechnen. **Zur Erlangung einer Baubewilligung ist jedoch die Berechnung nach der OIB-RL 6 zwingend erforderlich.**

Ver mehrt werden neuerdings auch von Immobilieninvestoren Nachhaltigkeitszertifikate nachgefragt. Diese bilden neben der Energieeffizienz auch weitere Nachhaltigkeitsfaktoren wie Barrierefreiheit, energetische und ökologische Qualität der Energieerzeugung und Versorgung, die Ökologie der verwendeten Baustoffe, erhöhte Komfort- und Raumluftqualität und eine Berechnung bzw. Abschätzung der Lebenszykluskosten ab. Auch aus derartigen Zertifikaten können Energiekennzahlen entnommen werden. Die folgende Tabelle 3.10 bietet einen kurzen Überblick über derzeit am Markt befindlichen Gebäudezertifizierungssysteme samt einer rechtlichen Beurteilung sowie einen Überblick deren Auswirkung auf die Gebäudequalität. (Geissler, et al., 2010, S. 32)

Tabelle 3.10: Gebäudezertifikate, Quelle: Leitfaden, Energieausweis und Nachhaltigkeitsausweise für Gebäude, 2010

	Rechtliche Situation	Berechtigung zur Erstellung	Status Gebäudeausweis	Einschätzung Gebäudequalität
Energieausweis	verpflichtend	Berufsbefugnis	Aussteller haftet; Gutachten	Gut (wenn Qualitätssicherung)
klima:aktiv Voraussetzung ist einschlägige Berufsbefugnis (z.B. Energieberater, Architekten, Ziviltechniker)	freiwillig	Absolvieren einer Schulung;	Keine Haftung; Auszeichnung	Gut (keine genaue Prüfung; Plausibilitätsprüfungen Werden durchgeführt)
TQB	freiwillig	Absolvieren einer Schulung; Voraussetzung ist einschlägige Berufsbefugnis (Architekten, Ziviltechniker)	Zertifikat Aussteller haftet; Gutachten Qualitätssicherungsnachweis	Sehr gut (Gebäudedaten Werden geprüft)
DGNB	freiwillig	zugelassene Berater gemäß DGNB	Zertifikat	Sehr gut (mehrstufige Konformitätsprüfung)
PHPP	freiwillig	Vom PH-Institut Darmstadt zertifizierter Prüfer	Zertifikat	Sehr gut – (geprüfte Zertifizierung durch Experten) aber lediglich für Passivhäuser
MINERGIE®-ECO	freiwillig	zugelassene Zertifizierungsstelle gemäß MINERGIE	Zertifikat	Gut (Fachmann deklariert, Nachweise, Stichprobenprüfung)
BREEAM	freiwillig	zugelassene Berater gemäß BREEAM	Zertifikat	Gut (genaue Prüfung, aber viele qualitative Angaben)
LEED	freiwillig	zugelassene Berater gemäß LEED	Zertifikat	Gut (genaue Prüfung, aber viele qualitative Angaben)

Die in Österreich gängigen Zertifizierungsverfahren „klima:aktiv“ und „TQB“ bzw. „DGNB“ verwenden auch die OIB- oder die PHPP-Berechnung als Grundlage der energetischen und thermischen Bewertung eines Gebäudes.

### **1.4.1 Passivhausprojektierungspaket**

Passivhäuser können freiwillig nach dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) nach Dr. Feist zertifiziert werden. Die Berechnung ist genauer und lückenloser als die Berechnung nach OIB. Es werden beispielsweise die auftretenden Wärmebrücken des Gebäudes und die Verschattungssituation detaillierter berechnet. In der Energieausweisberechnung lt. OIB werden dafür meist aus Vereinfachungsgründen nur ungenaue Default-Werte angesetzt.

### **1.4.2 Energieausweis**

Der gesetzlich vorgeschriebene Energieausweis ist ein Dokument zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudes. (ÖNORM H 5055, 2011, S. 4) Er ist aufgrund der guten Verbreitung in Österreich ein für den Wertermittler geeignetes Instrument, um an für die Bewertung geeignete Energiekennzahlen zu kommen.

Die erste Seite des EA zeigt ein Label mit vier verschiedenen Energiekennwerten: (OIB-RI 6, 2011, S. 23)

- Den Heizwärmebedarf
- Den Primärenergiebedarf
- Die Kohlendioxidemissionen
- Den Gesamtenergieeffizienzfaktor

Alle Werte werden auf die Bruttogrundfläche bezogen und auf das jeweilige Standortklima als Energielabel (A++ bis G) angegeben. (OIB-RL6, 2011, S. 10-11)

Die spezifischen Kennzahlen und die Gesamtbedarfe pro Jahr werden auf der 2. Seite angegeben.

Ende 2011 brachte die zweite ÖNORMEN-Generation bei der Berechnung eine Annäherung an die Methodik des Passivhausprojektierungsprojekts (PHPP). Die Passivhaus-Definition erfuhr jedoch eine Aufweichung. Bisher konnte man davon ausgehen, dass ein Passivhaus einen Heizwärmebedarf von 15 kWh/m<sup>2</sup>a auf die Energiebezugsfläche (=ca. die Nutzfläche) und eine Heizlast von 10 W/m<sup>2</sup> für jeden Raum aufweist, so wird nunmehr nur der Heizwärmebedarf herangezogen. Die ursprüngliche Luftbeheizbarkeit ist nicht mehr Anforderung. Daraus folgt, dass in einigen Räumen eine Wärmeabgabe z.B. durch eine Flächenheizung erfolgen muss. Hier spricht man vom sog. Komfort-Passivhaus. (Pöhn, 2011, OIB Aktuell)

Durch Modifikation von Default-Werten werden hohe Übereinstimmungen mit den Ergebnissen aus dem PHPP erzielt. Beispielsweise wurde eine Verminderung des Zusammenhangs zwischen Bruttogrundfläche und Bezugsfläche eingeführt, wie die Gleichungen (2.9) und (2.10) zeigen: (ÖNORM B 8110-6, 2010, S. 9)

**Einfamilienhäuser:**

$$BF_{PH-Neuerung} = BGF * 0,6 \quad (2.9)$$

**Mehrfamilienhäuser:**

$$BF_{PH-Neuerung} = BGF * 0,7 \quad (2.10)$$

$BF_{PH-Neuerung}$       Bezugsfläche in m<sup>2</sup> (entspricht ca. der Nettogrundfläche NGF)  
 $BGF$                       Bruttogrundfläche in m<sup>2</sup>

Die Berechnungsmethodik nach OIB mit den dazugehörigen ÖNORMEN wird eine Weiterentwicklung erfahren. Die nächste Ausgabe der ÖNORM B 8110-6 wird eine Integration einer Passivhaus-Nachweis-Berechnung beinhalten. Begleitet wird diese von einer überarbeiteten Heizlast-Norm (bei ausschließlicher Luftbeheizung) und einem dynamischen Nachweis der Vermeidung der sommerlichen Überwärmung. (Pöhn, Pech, Bednar, Streicher, 2012, S.40)

Die Energieausweisberechnungen lt. OIB-RL 6 können als Grundlage für die energetische und thermische Bewertung im Zuge der Klima-Aktiv-Zertifizierung und der TQM- Zertifizierung dienen. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, dass die Gebäudezertifizierungen TQB und klima:aktiv größtenteils miteinander kompatibel sind. Im TQB ist lediglich ein Kriterium mehr bewertet.

Die ersten zwei Seiten des Energieausweises sind im Anhang 1 bzw. 2 dargestellt.

## 1.5 Energieeffizienz in der derzeitigen Bewertungspraxis

Bei der Verkehrswertermittlung spielen das Baujahr, die Qualität der Baustoffe sowie die durchgeführten Instandhaltungsarbeiten eine wesentliche Rolle. In der Regel weisen Gebäude den energetischen Standard auf, der zum Zeitpunkt ihrer Errichtung dem Stand der Technik entsprach bzw. laut den geltenden Bauvorschriften verordnet war. Anders stellt sich die Lage bei Sanierungen dar. Für die Energieeffizienz eines Gebäudes zeichnen vor allem Bauteile die durch Transmission Wärmeverluste verursachen, verantwortlich. Das sind beispielsweise Außenwände, Außendecken, Fenster, Dach und Bauteile die zu nicht-konditionierten Zonen Wärme abstrahlen.

Zusätzlich ist die energetische Qualität des Heizungs- bzw. Gebäudetechniksystems von Belang. In der derzeitigen Bewertungspraxis wird der zeitbedingte Zustand der Gebäudebestandteile im Sachwertverfahren durch eine entsprechende

Alterswertminderung der Herstellkosten und im Ertragswertverfahren durch die im Vervielfältiger verwendete Restnutzungsdauer berücksichtigt. Daraus resultiert, dass der thermische bzw. energetische Zustand der Bau- und Anlagenteile in der Liegenschaftsbewertung keine Berücksichtigung findet. (Reiter, 2009)

Gebäude, die eine bessere Energieeffizienz aufweisen, als die bei der Errichtung lt. gesetzlichen Richtlinien geforderte, werden somit nachteilig bewertet. Dies trifft insbesondere auf Gebäude wie z.B. Passivhäuser, Niedrigstenergiehäuser und Gebäude mit einer überdurchschnittlich effizienten und nachhaltigen Energieversorgung, wie z.B. Sonnenhäuser und Nullenergiehäuser zu. Es stellt sich nun folgende Frage: **Wie kann bessere Energieeffizienz in die Liegenschaftsbewertung Aufnahme finden und ausreichend abgebildet werden?**

## **1.6 Ansätze zur methodischen Berücksichtigung**

Die methodische Berücksichtigung kann grundsätzlich durch

- den Ansatz von Wertminderungen bei den Herstellungskosten,
- die Verlängerung der üblichen Rest- oder Gesamtnutzungsdauer,
- die Höhe des Kapitalisierungszinssatzes und
- die Anpassung der nachhaltig erzielbaren Mieten

erfolgen. (Kranewitter, 2008)

Nachfolgend wird eine mögliche methodische Berücksichtigung von Energieeffizienzmerkmalen bei den in Österreich gängigen Bewertungsverfahren einer Untersuchung unterzogen.

### **1.6.1 Vergleichswertverfahren**

Die Grundvoraussetzung zur Anwendung des Vergleichswertverfahrens ist, dass eine genügend große Anzahl von Gebäuden oder Nutzungseinheiten mit gleichen Eigenschaften vorliegt. Diese Eigenschaften betreffen auch die Energieeffizienz. Denkbar wäre bei völlig identen Gebäuden wie z.B. Reihenhäusern, die aufgrund unterschiedlicher thermischer Sanierungen eine differierende Energieeffizienz aufweisen, bewertete Zuschläge durch in Zukunft erwartete Minderkosten in der Bewertung zu tätigen.

### **1.6.2 Sachwertverfahren**

Die Berücksichtigung im Sachwertverfahren kann grundsätzlich durch Anpassung der Herstellungskosten und durch eine Bewertung von zukünftig zu erwartenden

Minderkosten unter dem Punkt „sonstiger wertbeeinflussender Umstände“, erfolgen. (Reiter, 2012, S.9)

#### **4.5.2.1 Berücksichtigung bei den Herstellungskosten**

Wie im Kapitel 3 „Gebäudekonzepte im Vergleich“ beschrieben, ist die Errichtung von Niedrigstenergie- bzw. Passivhäusern im Vergleich zu Gebäuden nach dem geltenden baugesetzlichen Mindeststandard, mit höheren Herstellungskosten verbunden. Die Höhe der Herstellungskosten ist jedoch nicht zwingend mit einer besseren Energieeffizienz in Verbindung zu bringen. Sie können auch mit einer aufwendigeren bzw. teureren Ausstattung korrelieren. Deshalb ist eine Berücksichtigung an dieser Stelle im Sachwertverfahren nicht sinnvoll. (Geissler, 2012, S. 14)

#### **4.5.2.2 Berücksichtigung durch „sonstige wertbeeinflussende Umstände“**

Unter diesem Punkt kann eine monetäre Bewertung von in Zukunft zu erwartenden Minderkosten im Vergleich zu einem Standard-Referenzgebäude abgebildet werden. (Reiter, 2012, S. 9)

### **1.6.3 Ertragswertverfahren**

Im Ertragswertverfahren könnte eine bessere Energieeffizienz durch Anpassung des Kapitalisierungszinssatzes oder durch eine Anpassung der nachhaltigen Miete bzw. durch eine Bewertung von zukünftig zu erwartenden Minderkosten unter dem Punkt „sonstiger wertbeeinflussender Umstände“, erfolgen.

#### **4.5.3.1 Berücksichtigung im Kapitalisierungszinssatz**

Grundsätzlich wäre es denkbar eine bessere Energieeffizienz durch Risikoabschläge auf den Kapitalisierungszinssatz in die Bewertung einfließen zu lassen. Das Resultat wäre jedoch eine Kapitalisierung auf die gesamte Restnutzungsdauer des Gebäudes. Für die Energieeffizienz sind aber nur einzelne Teile des Gebäudes wie die Bauteile der Gebäudehülle, sowie Teile der Gebäudetechnik verantwortlich. Diese „für die Energieeffizienz relevanten Bauteile“ (Reiter, 2009, S. 101) haben im Regelfall eine kürzere Restnutzungsdauer als das Gesamtgebäude. Der Energieeffizienz würde somit bei diesem Ansatz eine zu hohe Bedeutung zugemessen.

#### **4.5.3.2 Berücksichtigung durch Anpassung der nachhaltigen Miete:**

Der Mieter nimmt zunehmend die entstehende Gesamtbelastung aus dem vertraglichen Mietentgelt und den überwältigten Betriebskosten (die 2. Miete) wahr. (Kaufmann, 2012, S.13) Daraus ergibt sich, dass bei zunehmenden Betriebskosten (wie erhöhten Heizkosten) die Ertragsmöglichkeiten für den Eigentümer abnehmen. Dieser Umstand könnte durch die kritische Hinterfragung der nachhaltigen Miete im Jahresrohertrag in die Bewertung Eingang finden.

#### **4.5.3.3 Sonstige wertbeeinflussende Umstände**

Der Punkt „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ bietet eine weitere Möglichkeit, die Energieeffizienz im Ertragswertverfahren abzubilden. Eine monetäre Bewertung von in Zukunft zu erwartenden Minderkosten im Vergleich zu einem Standard-Referenzgebäude könnte an dieser Stelle erfolgen. (Reiter, 2012, S. 9)

#### **1.6.4 Discounted-Cash-Flow-Verfahren**

Im DCF- Verfahren können zukünftige Ertragsentwicklungen hervorgerufen durch die bessere Energieeffizienz, gut dargestellt werden. Es ist auch möglich anstehende Instandhaltungsarbeiten, welche z.B. bei Wohnraumlüftungssystemen obligatorisch sind, im Zyklus abzubilden. Zukünftige Energiepreissteigerungen können in die Bewertung Eingang finden. Das Verfahren ist nur so gut wie das Eintreten der prognostizierten Eingangsdaten. Es ist daher mit großer Sorgfalt vorzugehen.

#### **1.6.5 Schlussfolgerung**

Wie in der jüngsten einschlägigen Literatur (Geissler, 2012, Reiter, 2009 bzw. 2012,) vorgeschlagen, soll die methodische Berücksichtigung der Energieeffizienz im Ertragswertverfahren durch eine Anpassung der nachhaltigen Miete oder als Zuschlag unter dem Punkt „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ erfolgen. In allen anderen Verfahren ist ein Zuschlag für die zukünftigen Minderkosten unter „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ zu tätigen. Die Energieeffizienzbewertung sollte ausgehend von in Zukunft erwartbaren Minderkosten aufgrund des besseren energetischen Zustands des zu bewertenden Gebäudes im Vergleich zu einem Referenzgebäude, welches den wärmetechnischen Mindeststandard aufweist, erfolgen. (Reiter, 2009) Jedenfalls sind auch eventuell entstehende, höhere Instandhaltungskosten auf Grund der aufwendigeren Gebäudetechnik, wie z.B. einer Wohnraumlüftungsanlage, zu bewerten.

## **2 BEWERTUNG VON ENERGIEEFFIZIENZ**

### **2.1 Allgemeines**

Der Immobilienmarkt befindet sich im Wandel. Zu den bisher am Immobilienmarkt wertbestimmenden Eigenschaften einer Liegenschaft wie Lage, Größe, Ausstattung und Gebäudealter, kommen zunehmend neue, sogenannte Nachhaltigkeitsaspekte, hinzu. Das sind beispielsweise:

- Das barrierefreie Planen und Bauen
- Die Bauökologie
- Soziale Gesichtspunkte und
- Energieeffizienz

#### **2.1.1 Barrierefrei Planen und Bauen**

Die Altersstruktur in Österreich verschiebt sich deutlich hin zu älteren Menschen. Derzeit befinden sich rund 23 % in der Altersgruppe der über 60-Jährigen. Im Jahr 2030 wird dieser Anteil auf über 30 % steigen. Die Gesamtzahl der über 80-Jährigen steigt bis 2030 von derzeit 405.000 um mehr als die Hälfte auf 635.000 Personen an. (Statistik Austria, 2011) Die Gesetzgebung reagierte darauf mit der vom Österreichischen Institut für Bautechnik herausgegebenen „OIB Richtlinie 4 – Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit“, in der das behindertengerechte Bauen ab drei Wohneinheiten bei Neubauten und teilweise bei umfassenden Sanierungen seit 2011 verpflichtend vorgeschrieben ist.<sup>1</sup> (OIB-Richtlinie 4, 2011)

Eine größere Nachfrage nach barrierefreien Immobilien, einhergehend mit einer Marktpreissteigerung, wird die Folge sein.

#### **2.1.2 Bauökologie**

Die Bautätigkeit beeinflusst die Natur und Umwelt erheblich. Für die Bauökologie sind nicht nur die verbauten Materialien selbst von Bedeutung, sondern auch die Stoff- und Energieflüsse, die mit deren Erzeugung, Verarbeitung, Nutzung und der

---

<sup>1</sup> Die OIB-RL 4 ist in die Gesetzgebung der jeweiligen Bauordnungen übernommen worden.

Entsorgung verknüpft sind. (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2006, S. 5)

Erste stoffkreislaufschonende sog. „Cradle to Cradle“ Konzepte wurden bereits verwirklicht. Unter den Vorzeichen zukünftiger Ressourcenknappheit (fossile Energieträger, mineralische Baustoffe, Metalle wie Kupfer) werden solche Gebäudekonzepte am Markt mehr und mehr an Bedeutung gewinnen.

Schon heute ist zur Erlangung verschiedener Wohnbauförderungen und bei freiwilligen Gebäudezertifizierungen (z.B. Klima:aktiv) der sog. Ökoindex 3 (OI3-Index) heranzuziehen. Dieser bewertet die ökologische Materialqualität in Hinblick auf:

- den Primärenergieinhalt (PEI) – er berücksichtigt die im Produkt enthaltene nicht erneuerbare Herstellungsenergie (graue Energie)
- das Treibhauspotential (GWP) – dieses berücksichtigt den durch die Produktherstellung verursachten Anteil an der Treibhausgasproduktion
- das Versäuerungspotential (AP) – es bewertet die regional wirksame Versäuerung von Böden, Wald und Gewässern

Diese Faktoren sind jeweils zu 1/3 gewichtet. Der OI3-Index wird auf die Bruttogeschossfläche laut OIB-Leitfaden bezogen. (IBO, 2012)

### **2.1.3 Soziale Gesichtspunkte**

Soziale Aspekte der Nachhaltigkeit sind beispielsweise:

- Gesundheit am Arbeitsplatz
- Sicherheit am Arbeitsplatz
- Arbeitsplatzgestaltung

Diese Aspekte sind momentan noch schwer monetär zu bewerten, könnten aber in Zukunft eine gewisse Rolle spielen.

### **2.1.4 Energieeffizienz**

Durch die lange Lebensdauer von Gebäuden sind die entstehenden Kosten während der Nutzungsphase von großer Relevanz. Primär geht es die Senkung des Energiebedarfs.

Die Energiebedarfssenkung kann sowohl durch Optimierung der Gebäudehülle als auch durch eine Effizienzverbesserung der Energiebereitstellung geschehen.

Für die Gebäudehülle sind folgende Parameter entscheidend: (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2006, S. 25)

- Direkte Sonnennutzung
- Absorptionsverhalten
- Wärmespeicherung
- Zonierung (Gliederung des Gebäudes in verschiedene Temperaturbereiche)
- Gebäudegeometrie (A/V-Verhältnis)
- Verschattung (Vermeidung der sommerlichen Überwärmung)
- Ausrichtung (der Hauptfensterflächen und der Dachflächen für Solaranlagen)
- Wärmebrückenvermeidung
- Fensterqualität (U-Wert und G-Wert)
- Luftdichtheit
- Durchgängig hochwertige Wärmedämmung

All diese Parameter versucht der Niedrigstenergie- bzw. Passivhausbaustandard zu optimieren. Im Bewusstsein, dass die Energieeffizienz nur ein Teilgebiet der Nachhaltigkeit von Gebäuden darstellt, wird in der vorliegenden Arbeit nur für diese, da für den Markt greifbar und vergleichbar, eine mögliche Bewertungsmethodik entwickelt.

Folgende Punkte sind bei der Bewertung von Niedrigstenergie- und Passivhäusern kritisch zu hinterfragen und einer näheren Betrachtung zu unterziehen:

- Der Einfluss von Energieeffizienz auf den Immobilienwert (durch geringere Betriebskosten)
- Zusätzlich entstehende Bewirtschaftungs- und Instandhaltungskosten aufgrund der aufwendigeren Gebäudetechnik
- Die Werthaltigkeit von energieeffizienten und nachhaltigen Objekten

## **2.2 Einfluss von Energieeffizienz auf den Gebäudewert**

Vorrangig gilt es zu klären, ob besonders energieeffiziente Gebäude am Markt einen Wettbewerbsvorteil besitzen und daraus resultierend einen höheren Verkaufspreis erzielen. Der Niedrigstenergie- oder Passivhausstandard darf nicht ohne Weiteres als „wertvoller“ in der Immobilienbewertung dargestellt werden. Die Aufgabe des Wertermittlers besteht lediglich darin, den Markt möglichst vollständig abzubilden. Nur Gebäude, die am Markt tatsächlich höher honoriert werden, sind auch als

wertvoller zu bewerten. Daraus folgt, dass der Einfluss von Energieeffizienz bei jeder Immobilie getrennt zu untersuchen und zu bewerten ist. (Reiter, 2012, S. 5)

### **2.2.1 Eigengenutzte Immobilien in Top-Lagen**

Bei eigengenutzten Immobilien der gehobenen Preisklasse in Top-Innenstadtlagen wird die Energieeffizienz bei der Kaufentscheidung erfahrungsgemäß nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Lage und die Ausstattung stehen als Wertparameter im Vordergrund. (Reiter, 2012, S. 5)

### **2.2.2 Eigengenutzte Immobilien in Mittelklasselagen**

Energieeffiziente eigengenutzte Gebäude im Mittelpreisklassensegment werden seit kurzem vom Markt als wertvoller bewertet. Das zunehmende Bewusstsein um zukünftige Energiepreiserhöhungen führt zu steigender Nachfrage nach energieeffizienten Immobilien. Die verpflichtende Einführung des Energieausweises macht Gebäude vergleichbar. Eine bessere Information um Energieverbräuche und -kosten ist die logische Folge. Dies betrifft sowohl Eigentumswohnungen als auch Einfamilienhäuser.

Auch Banken bewerten Immobilien mit geringen Betriebskosten besser als sogenannte „Energiefresser“. Das Kreditausfallswagnis erscheint reduziert, da die Gesamtbelastung für den Kreditnehmer sinkt. Eine gezielte Kundenwerbung ist bereits bemerkbar. (z.B. Erste Bank, 2012)

### **2.2.3 Zinshäuser**

Bei Zins- oder Mischhäusern werden im Ertragswertverfahren die Betriebs- und Heizkosten, soweit sie als ertragsmindernd und als nicht auf den Mieter überwälzbar einzustufen sind, in der Bewertung Berücksichtigung finden müssen.

Vom Mieter wird zunehmend der Gesamtaufwand, zusammengesetzt aus Miete und Betriebskosten (2. Miete), wahrgenommen. (Kaufmann, 2012, S. 13) Längere Leerstellungszeiten, welche in der Bewertung mit einem zwangsläufig größeren Mietausfallswagnis Berücksichtigung finden, bzw. geringere Mietertragsmöglichkeiten für den Eigentümer könnten bei ineffizienten Gebäuden die Folge sein. Durch bessere Energieeffizienz hervorgerufene erhöhte Bewirtschaftungs- und Instandhaltungskosten, wie eine z.B. wartungsintensive Gebäudetechnik, werden sich hingegen auf den Ertrag negativ auswirken.

### **2.2.4 Büro- und Gewerbeimmobilien**

Bei Büro- und Gewerbeimmobilien kann eine bessere Energieeffizienz von Bedeutung sein, da die laufenden Betriebskosten aufgrund des hohen Energieeinsatzes für den Investor bzw. den Betreiber von Interesse sind.

Bei Büroneubauten sind, um für den Investor ausreichende Renditen erwirtschaften zu können, Green-Building-Zertifikate beinahe ein Muss-Kriterium. (Ehlmaier, 2012)

Die vorliegende Arbeit entwickelt nur für Wohngebäude eine Bewertungsmethode, da nur ungenügende Untersuchungen über die zu erwartenden Instandhaltungskosten der Haustechnik zur Abdeckung des Befeuchtungs-, Kühl-, und Beleuchtungsenergiebedarfs bei Nicht-Wohngebäuden vorliegen.

### **2.2.5 Potentialermittlung in der Altbausanierung**

Es ist durchaus möglich, einen Altbau auf Passivhausstandard zu bringen.

Voraussetzung dafür können u.a. folgende Parameter sein:

- Ausreichende Raumhöhen z.B. Kellerhöhen für die Montage von Deckendämmungen
- ausreichende Grenzabstände zur Montage von Außenwanddämmungen
- kein Vorhandensein von sonstigen, dem Baugesetz widersprechenden Voraussetzungen, wie z.B. die durch Anbringen einer zusätzlichen Dämmung resultierende Verengung des Zugangs über Laubengänge (Minstdurchgangsbreiten)
- Möglichkeit der Versorgung mit Fernwärme (Netz vorhanden?), Erdwärme (Wasserrecht), Luft-Wasserwärmepumpe (Lärmschutz)
- Denkmalschutz (Fenstertausch, Fassade)

Im Gutachten sollten zumindest die Potentiale des Gebäudes in Hinblick auf eine optimale thermische und energetische Sanierung vom Wertermittler aufgezeigt werden.

## **2.3 Bewirtschaftungs- und Instandhaltungskosten**

Bei Gebäuden, die im Niedrigstenergie- bzw. Passivhausstandard errichtet werden, ist eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zwingend erforderlich, um die Lüftungsverluste zu minimieren und den geforderten geringen Heizwärmebedarf zu erreichen. In den österreichischen Klimaregionen ist, wie im Kapitel 3.4 beschrieben, keine reine Luftheizung möglich bzw. sinnvoll. Ein zusätzliches Heizsystem zur ausreichenden Konditionierung der Räume ist vorzusehen. Daraus folgt, dass keine Reduzierung der Herstellungskosten durch den Einbau einer Lüftungsanlage darstellbar ist. Sehr wohl ist jedoch mit zusätzlichen Instandhaltungskosten für den aus hygienischen Gründen notwendigen Filtertausch sowie mit zusätzlichen Betriebskosten durch den für den Betrieb erforderlichen Strombedarf zu rechnen.

Diese Mehrkosten im Wohnbau sind wie folgt zu beziffern:

- Zusätzliche Betriebskosten für Strom: **0,40 Euro** per Quadratmeter Nutzfläche
- Zusätzliche Instandhaltungskosten: **0,80 Euro** per Quadratmeter Nutzfläche

**Die Summe der zusätzlichen Aufwendungen beträgt: 1,20 Euro per Quadratmeter Nutzfläche<sup>2</sup>**

## **2.4 Werthaltigkeit von energieeffizienten Gebäuden**

Bei energieeffizienten Objekten wie Passiv- oder Niedrigstenergiehäusern ist, um Lüftungsverluste und sonstige durch die Wärmebereitstellung entstehende Verluste zu minimieren, eine aufwendigere Gebäudetechnik notwendig. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, gesteuerte Beschattungssysteme, Wärmebereitstellungssysteme mit Regelungssystemen, usw. sind in solchen Gebäuden obligat. Daraus resultiert ein steigender Anteil der Gebäudetechnik an den Gesamtherstellungskosten. Die Gebäudetechnik weist im Vergleich zu den bautechnischen Anlagen eine um vieles kürzere Nutzungsdauer auf. Die Folge ist, dass Gebäude mit aufwendiger Gebäudetechnik eine kürzere Gesamtnutzungsdauer aufweisen.

## **2.5 Energieeffizienz in der derzeitigen Bewertungspraxis**

Bei der Verkehrswertermittlung spielen das Baujahr, die Qualität der Baustoffe sowie die durchgeführten Instandhaltungsarbeiten eine wesentliche Rolle. In der Regel weisen Gebäude den energetischen Standard auf, der zum Zeitpunkt ihrer Errichtung dem Stand der Technik entsprach bzw. laut den geltenden Bauvorschriften verordnet war. Anders stellt sich die Lage bei Sanierungen dar. Für die Energieeffizienz eines Gebäudes zeichnen vor allem Bauteile die durch Transmission Wärmeverluste verursachen, verantwortlich. Das sind beispielsweise Außenwände, Außendecken, Fenster, Dach und Bauteile die zu nicht-konditionierten Zonen Wärme abstrahlen.

---

<sup>2</sup> Siehe Punkt 3.6.2

Zusätzlich ist die energetische Qualität des Heizungs- bzw. Gebäudetechniksystems von Belang. In der derzeitigen Bewertungspraxis wird der zeitbedingte Zustand der Gebäudebestandteile im Sachwertverfahren durch eine entsprechende Alterswertminderung der Herstellkosten und im Ertragswertverfahren durch die im Vervielfältiger verwendete Restnutzungsdauer berücksichtigt. Daraus resultiert, dass der thermische bzw. energetische Zustand der Bau- und Anlagenteile in der Liegenschaftsbewertung keine Berücksichtigung findet. (Reiter, 2009)

Gebäude, die eine bessere Energieeffizienz aufweisen, als die bei der Errichtung lt. gesetzlichen Richtlinien geforderte, werden somit nachteilig bewertet. Dies trifft insbesondere auf Gebäude wie z.B. Passivhäuser, Niedrigstenergiehäuser und Gebäude mit einer überdurchschnittlich effizienten und nachhaltigen Energieversorgung, wie z.B. Sonnenhäuser und Nullenergiehäuser zu. Es stellt sich nun folgende Frage: **Wie kann bessere Energieeffizienz in die Liegenschaftsbewertung Aufnahme finden und ausreichend abgebildet werden?**

## **2.6 Ansätze zur methodischen Berücksichtigung**

Die methodische Berücksichtigung kann grundsätzlich durch

- den Ansatz von Wertminderungen bei den Herstellungskosten,
- die Verlängerung der üblichen Rest- oder Gesamtnutzungsdauer,
- die Höhe des Kapitalisierungszinssatzes und
- die Anpassung der nachhaltig erzielbaren Mieten

erfolgen. (Kranewitter, 2008)

Nachfolgend wird eine mögliche methodische Berücksichtigung von Energieeffizienzmerkmalen bei den in Österreich gängigen Bewertungsverfahren einer Untersuchung unterzogen.

### **2.6.1 Vergleichswertverfahren**

Die Grundvoraussetzung zur Anwendung des Vergleichswertverfahrens ist, dass eine genügend große Anzahl von Gebäuden oder Nutzungseinheiten mit gleichen Eigenschaften vorliegt. Diese Eigenschaften betreffen auch die Energieeffizienz. Denkbar wäre bei völlig identen Gebäuden wie z.B. Reihenhäusern, die aufgrund unterschiedlicher thermischer Sanierungen eine differierende Energieeffizienz aufweisen, bewertete Zuschläge durch in Zukunft erwartete Minderkosten in der Bewertung zu tätigen.

## **2.6.2 Sachwertverfahren**

Die Berücksichtigung im Sachwertverfahren kann grundsätzlich durch Anpassung der Herstellungskosten und durch eine Bewertung von zukünftig zu erwartenden Minderkosten unter dem Punkt „sonstiger wertbeeinflussender Umstände“, erfolgen. (Reiter, 2012, S.9)

### **4.5.2.1 Berücksichtigung bei den Herstellungskosten**

Wie im Kapitel 3 „Gebäudekonzepte im Vergleich“ beschrieben, ist die Errichtung von Niedrigstenergie- bzw. Passivhäusern im Vergleich zu Gebäuden nach dem geltenden baugesetzlichen Mindeststandard, mit höheren Herstellungskosten verbunden. Die Höhe der Herstellungskosten ist jedoch nicht zwingend mit einer besseren Energieeffizienz in Verbindung zu bringen. Sie können auch mit einer aufwendigeren bzw. teureren Ausstattung korrelieren. Deshalb ist eine Berücksichtigung an dieser Stelle im Sachwertverfahren nicht sinnvoll. (Geissler, 2012, S. 14)

### **4.5.2.2 Berücksichtigung durch „sonstige wertbeeinflussende Umstände“**

Unter diesem Punkt kann eine monetäre Bewertung von in Zukunft zu erwartenden Minderkosten im Vergleich zu einem Standard-Referenzgebäude abgebildet werden. (Reiter, 2012, S. 9)

## **2.6.3 Ertragswertverfahren**

Im Ertragswertverfahren könnte eine bessere Energieeffizienz durch Anpassung des Kapitalisierungszinssatzes oder durch eine Anpassung der nachhaltigen Miete bzw. durch eine Bewertung von zukünftig zu erwartenden Minderkosten unter dem Punkt „sonstiger wertbeeinflussender Umstände“, erfolgen.

### **4.5.3.1 Berücksichtigung im Kapitalisierungszinssatz**

Grundsätzlich wäre es denkbar eine bessere Energieeffizienz durch Risikoabschläge auf den Kapitalisierungszinssatz in die Bewertung einfließen zu lassen. Das Resultat wäre jedoch eine Kapitalisierung auf die gesamte Restnutzungsdauer des Gebäudes. Für die Energieeffizienz sind aber nur einzelne Teile des Gebäudes wie die Bauteile der Gebäudehülle, sowie Teile der Gebäudetechnik verantwortlich. Diese „für die Energieeffizienz relevanten Bauteile“ (Reiter, 2009, S. 101) haben im Regelfall eine kürzere Restnutzungsdauer als das Gesamtgebäude. Der Energieeffizienz würde somit bei diesem Ansatz eine zu hohe Bedeutung zugemessen.

### **4.5.3.2 Berücksichtigung durch Anpassung der nachhaltigen Miete:**

Der Mieter nimmt zunehmend die entstehende Gesamtbelastung aus dem vertraglichen Mietentgelt und den überwältigten Betriebskosten (die 2. Miete) wahr. (Kaufmann, 2012, S.13) Daraus ergibt sich, dass bei zunehmenden Betriebskosten (wie erhöhten Heizkosten) die Ertragsmöglichkeiten für den Eigentümer abnehmen.

Dieser Umstand könnte durch die kritische Hinterfragung der nachhaltigen Miete im Jahresrohertrag in die Bewertung Eingang finden.

#### **4.5.3.3 Sonstige wertbeeinflussende Umstände**

Der Punkt „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ bietet eine weitere Möglichkeit, die Energieeffizienz im Ertragswertverfahren abzubilden. Eine monetäre Bewertung von in Zukunft zu erwartenden Minderkosten im Vergleich zu einem Standard-Referenzgebäude könnte an dieser Stelle erfolgen. (Reiter, 2012, S. 9)

#### **2.6.4 Discounted-Cash-Flow-Verfahren**

Im DCF- Verfahren können zukünftige Ertragsentwicklungen hervorgerufen durch die bessere Energieeffizienz, gut dargestellt werden. Es ist auch möglich anstehende Instandhaltungsarbeiten, welche z.B. bei Wohnraumlüftungssystemen obligatorisch sind, im Zyklus abzubilden. Zukünftige Energiepreissteigerungen können in die Bewertung Eingang finden. Das Verfahren ist nur so gut wie das Eintreten der prognostizierten Eingangsdaten. Es ist daher mit großer Sorgfalt vorzugehen.

#### **2.6.5 Schlussfolgerung**

Wie in der jüngsten einschlägigen Literatur (Geissler, 2012, Reiter, 2009 bzw. 2012,) vorgeschlagen, soll die methodische Berücksichtigung der Energieeffizienz im Ertragswertverfahren durch eine Anpassung der nachhaltigen Miete oder als Zuschlag unter dem Punkt „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ erfolgen. In allen anderen Verfahren ist ein Zuschlag für die zukünftigen Minderkosten unter „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ zu tätigen. Die Energieeffizienzbewertung sollte ausgehend von in Zukunft erwartbaren Minderkosten aufgrund des besseren energetischen Zustands des zu bewertenden Gebäudes im Vergleich zu einem Referenzgebäude, welches den wärmetechnischen Mindeststandard aufweist, erfolgen. (Reiter, 2009) Jedenfalls sind auch eventuell entstehende, höhere Instandhaltungskosten auf Grund der aufwendigeren Gebäudetechnik, wie z.B. einer Wohnraumlüftungsanlage, zu bewerten.

## 2.7 Entwicklung einer Energieeffizienzbewertungsmethode

### 2.7.1 Allgemeines

Um die bei den Marktteilnehmern zunehmend ins Bewusstsein kommenden Energieeffizienzeigenschaften von Gebäuden im Liegenschaftsbewertungsverfahren abbilden zu können, ist es notwendig, eine neue Bewertungsmethode zu entwickeln. Die thermische und energetische Qualität der zu bewertenden Immobilie ist dabei mit einem Referenzgebäude, welches den wärmetechnischen Mindeststandard erfüllt, zu vergleichen. Die aus dem Vergleich resultierende Differenz, die das zukünftige Energieeinsparungspotential während des Nutzungszeitraums bedeutet, kann danach monetär bewertet werden. Dies verdeutlicht folgende Formel (2.1):

$$\Delta \text{Energiebedarf} = \text{Energiebedarf}_{\text{Referenz}} - \text{Energiebedarf}_{\text{Ist}} \quad (2.1)$$

$\Delta \text{Energiebedarf}$	jährlicher Minderenergiebedarf aufgrund der besseren Energieeffizienz des Gebäudes, in kWh/a
$\text{Energiebedarf}_{\text{Referenz}}$	geforderte Energiebedarf-Mindestanforderung, in kWh/a
$\text{Energiebedarf}_{\text{Ist}}$	berechneter Energiebedarf des zu bewertenden Gebäudes, in kWh/a

#### Ein Beispiel dazu:

Zwei baugleiche Gebäude, errichtet an identen Standorten, jedoch mit unterschiedlichem Energiebedarf (durch z.B. unterschiedliche Dämmstärken) werden am Markt unter der Annahme der vollständigen Information nicht den gleichen Kaufpreis erzielen. Potentielle Käufer werden sich für die im laufenden Betrieb wirtschaftlichere Immobilie entscheiden.

Zusätzliche durch den besseren thermischen und energetischen Gebäudestandard hervorgerufene Instandhaltungs- und Betriebskosten sind ebenfalls einer kritischen Betrachtung zu unterziehen.

Zur Methodenentwicklung sind somit folgende Parameter zu bestimmen:

- Eine für die Bewertung geeignete und aussagekräftige Energiekennzahl
- Eine zugehörige Referenzenergiekennzahl, die den Mindeststandard widerspiegelt
- Einen heranzuziehenden Energiepreis zur Berechnung des jährlichen, in Geldeinheiten ausgedrückten, zusätzlichen Nutzens durch die erwartbaren Minderkosten

- Eine Zeitspanne, einen Zinssatz und eine mögliche Energiepreissteigerung zur Kapitalisierung des bewerteten Nutzens
- Die Höhe der Instandhaltungs- bzw. Betriebskosten aufgrund aufwendigerer Gebäudetechnikkomponenten

### **2.7.2 Bestimmen einer Energiekennzahl**

In den wenigen bisher vorliegenden Forschungsarbeiten wird vorrangig der Heizwärmebedarf (HWB) als maßgebende Energiekennzahl für die Immobilienbewertung angesehen. Der Heizwärmebedarf stellt im Neubaubereich und bei umfassenden Sanierungen neben dem Endenergiebedarf die wichtigste Energiekennzahl zur Einhaltung der baugesetzlichen Anforderungen dar.

Auch die meisten Wohnbau- und Sanierungsförderungen zielen mit ihren Anforderungswerten auf den Heizwärmebedarf ab. Ein weiterer Grund ist die relativ einfache Berechnung eines Referenzwertes als Ausgangswert zur Berechnung einer Energiebedarfsdifferenz.

Der Heizwärmebedarf besitzt aber den Nachteil, dass er nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, nicht aber die energetische Qualität der Gebäudetechnik samt den auftretenden Leitungs- und Wirkungsgradverlusten, abbildet.

Beispielweise wären bei ausschließlicher Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs zwei auf thermischen Niedrigstenergiehausstandard sanierte Gebäude, eines mit einer veralteten ineffizienten Ölheizung, das andere mit einer effizienten Wärmepumpenheizung, als gleich zu bewerten. Die Effizienz der Gebäudetechnik spielt jedoch für den Gesamtenergiebedarf eine große Rolle.

Mit der Umsetzung der neuen OIB-Richtlinie 6 (2011) rücken zusätzlich zum Heizwärmebedarf (HWB) auch der Primärenergiebedarf (PEB), die Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) und der Endenergiebedarf (EEB), ausgedrückt als Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ), in den Fokus. Diese vier Kennwerte sind ab Aufnahme der OIB-Richtlinie 6 in die baugesetzlichen Regelungen der neun Bundesländer auf der ersten Seite der Energieeffizienzskala am Energieausweis ersichtlich.<sup>3</sup>

Zur Berücksichtigung der Energieeffizienz in der Liegenschaftsbewertung bringt der maßgebende Energiekennwert idealerweise den gesamten durch die energetische Gebäudequalität entstehenden Energiebedarf zu Ausdruck.

---

<sup>3</sup> Siehe Kapitel 2 – Erscheinungsbild des neuen Energieausweises

Diesen Anforderungen erscheint der Endenergiebedarf am ehesten gerecht zu werden. Dieser Energiekennwert berücksichtigt den Heizwärmebedarf, den Warmwasserbedarf, die Verluste der Wärmebereitstellung und den Haushaltsstrombedarf. Zukünftig wird der Endenergiebedarf durch den Lieferenergiebedarf ersetzt werden, um zusätzlich die vor Ort erzeugte und verbrauchbare Energiemenge (z.B. durch PV-Anlagen) berücksichtigen zu können. (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011) Er beschreibt somit von allen Energiekennzahlen den für die Betriebskosten verantwortlichen Energiebedarf am besten. Als Systemgrenze ist die Außenhülle des Gebäudes definiert.

Bis zur Einführung der Energiekennzahl „Lieferenergiebedarf“ ist der Endenergiebedarf zu verwenden. Der Endenergiebedarf wird im Zuge der Energieausweisberechnung ermittelt und kann der Seite 2 des Energieausweises, wie die Abbildung 2.1 zeigt, entnommen werden.

	WÄRME- und ENERGIEBEDARF	
	Referenzklima spezifisch	Standortklima
		zonenbezogen      spezifisch
HWB	54,65 kWh/m <sup>2</sup> a	10,807 kWh/a      56,29 kWh/m <sup>2</sup> a
WWWB		2,453 kWh/a      12,78 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>RH</sub>		927 kWh/a      4,83 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>WW</sub>		2,188 kWh/a      11,39 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB		3,115 kWh/a      16,22 kWh/m <sup>2</sup> a
HEB		16,375 kWh/a      85,29 kWh/m <sup>2</sup> a
HHSB		3,154 kWh/a      16,43 kWh/m <sup>2</sup> a
EEB		19,529 kWh/a      101,71 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB		33,697 kWh/a      175,51 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>n.ern.</sub>		29,767 kWh/a      155,04 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>ern.</sub>		3,930 kWh/a      20,47 kWh/m <sup>2</sup> a
CO <sub>2</sub>		6.145,613 kg/a      32,01 kg/m <sup>2</sup> a
f <sub>GEE</sub>	0,89	0,89

Abbildung 2.1: Berechneter Ist-Endenergiebedarf, Quelle: OIB, 2012

### 2.7.3 Bestimmen eines Referenzwerts

Ein Niedrigstenergie- bzw. Passivhaus besitzt im Vergleich zu einem Standardgebäude eine bessere Energieeffizienz. Um einen damit verbundenen Mehrwert im Liegenschaftsbewertungsverfahren darstellen zu können, ist ausgehend von einer Standardenergieeffizienz, welche die derzeitigen Mindestanforderungen

widerspiegelt, ein Minderenergiebedarf zu ermitteln. Dies kann über eine geeignete Referenz-Energiekennzahl geschehen.<sup>4</sup>

Als Referenzenergiebedarf zum Endenergiebedarf des zu bewertenden Gebäudes kommen zwei Anforderungswerte in Frage:

- Der standortbezogene Anforderungsendenergiebedarf  $EEB_{SK,ref}$
- Der zur Berechnung des Gesamtenergieeffizienzfaktors ( $f_{GEE}$ ) verwendete Endenergiebedarf der 26er-Linie ( $EEB_{26,SK}$ ).

Der im Energieausweis auf Seite 2 ausgewiesene Anforderungswert ( $EEB_{SK,ref}$ ) zum Endenergiebedarf ( $EEB_{SK}$ ) ist nur bedingt für die Bewertung geeignet, da dieser zwar die für die jeweilig verwendete Gebäudetechnik gesonderte Anforderung berücksichtigt, jedoch den zum Zeitpunkt der Einreichung geforderten Heizwärmebedarfsanforderungswert enthält. (OIB-Richtlinie 6, 2011) Es kann somit keine allgemeine Vergleichbarkeit hergestellt werden.

Das heißt, jedes Gebäude besitzt eine unterschiedliche Endenergiebedarfs-Anforderung. Dadurch kann kein allgemeiner Effizienzstandard festgemacht werden. Ein weiterer Nachteil ist, dass bei Bestandsgebäuden der  $EEB_{SK,ref}$  im Energieausweis nicht ausgeworfen wird.

Zur Ermittlung des Gesamtenergiefaktors ( $f_{GEE}$ ) wird ein weiterer Endenergieanforderungswert, der sog. Endenergiebedarf der 26er-Linie ( $EEB_{26}$ ), verwendet. Dieser entspricht jenem Anforderungswert, der zur Einführung der Ermittlung der Gesamtenergieeffizienz im Jahre 2007 Verwendung fand. Der  $EEB_{26}$  enthält wie der  $EEB_{SK,ref}$  eine Heizwärmebedarfsanforderung (jedoch den  $HWB_{26}$ ), den Warmwasserbedarf, den Haushaltsstrombedarf und die Verluste der Heiztechnikanlage. Die Haustechnikverluste werden jedoch mittels Energieaufwandszahl in Abhängigkeit des verwendeten Energieträgers in der Berechnung berücksichtigt. (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011) Es ist keine Differenzierung zwischen umfassend sanierten und neu errichteten Wohngebäuden zu treffen. Die Anforderung gilt im Unterschied zum  $EEB_{SK,ref}$  für beide Gebäude gleichermaßen.

---

<sup>4</sup> Siehe Formel 5.1.

Die  $EEB_{26}$ -Anforderung wird spezifisch, d.h. in Bezug zur konditionierten Bruttogrundfläche ( $BGF_{\text{kond}}$ ), angegeben. (Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2011) Diese  $EEB_{26}$ -Anforderung kann für die weiteren Berechnungen herangezogen werden.

Nachfolgend sind die zur Berechnung des  $EEB_{26}$  notwendigen Kennzahlen und Parameter näher beschrieben. Diese sind:

- Der standortbezogene Heizwärmebedarf ( $HWB_{26,SK}$ )
  - Charakteristische Länge ( $l_c$ )
  - Temperaturfaktor (TF)
- Der Warmwasserwärmebedarf (WWWB)
- Die Energieaufwandszahl ( $e_{AWZ}$ )
- Der Haushaltsstrombedarf (HHSB)

### 2.7.3.1 Heizwärmebedarf

Zuerst ist der Anforderungsheizwärmebedarf ( $HWB_{26,SK}$ ), unter Berücksichtigung der jeweiligen Kompaktheit des Gebäudes zu bestimmen. Dieser beschreibt die erforderliche thermische Mindestqualität der Gebäudehülle zur Einführung der OIB-Richtlinie 6 im Jahr 2007. Der Heizwärmebedarf als Anforderung errechnet sich mit folgender Formel (2.2):

$$HWB_{26,SK} = 26 \times (1 + 2/l_c) \times TF \quad (2.2)$$

$HWB_{26}$	spezifischer Heizwärmebedarf (26iger-Linie), in kWh/m <sup>2</sup> a
$l_c$	charakteristische Länge, in m
$TF$	Temperaturfaktor

### 2.7.3.2 Charakteristische Länge

Um den Heizwärmebedarf ( $HWB_{26}$ ) berechnen zu können wird die charakteristische Länge des Gebäudes benötigt. Die charakteristische Länge, auch als Kehrwert der Kompaktheit bezeichnet, ist aus den Gebäudedaten der Seite 2 im Energieausweis zu entnehmen. Dies zeigt Abbildung 5.2:

**GEBÄUDEKENNDATEN**

Brutto-Grundfläche	192,0 m <sup>2</sup>	Klimaregion	N
Bezugs-Grundfläche	153,6 m <sup>2</sup>	Heiztage	234 d/a
Brutto-Volumen	576,0 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	3461 Kd/a
Gebäude-Hüllfläche	432,0 m <sup>2</sup>	Norm-Außentemperatur	-13 °C
Kompaktheit A/V	0,75	Soll-Innentemperatur	20 °C
charakteristische Länge $l_c$	1,33 m		

Abbildung 2.2: Charakteristische Länge, Quelle: OIB, 2012

**Im Beispiel beträgt die charakteristische Länge, entnommen aus dem Energieausweis, 1,33 m.**

**2.7.3.3 Temperaturfaktor**

Da der im Energieausweis berechnete Endenergiebedarf ( $EEB_{Ist}$ ) des zu bewertenden Gebäudes<sup>5</sup> nur zu Standortbedingungen angegeben wird, ist der für den Vergleich heranzuziehende  $EEB_{26}$  auf das jeweilige Standortklima mittels Temperaturfaktors (TF) umzurechnen. Zur Umrechnung des Referenz-Heizwärmebedarfs ( $HWB_{26}$ ) auf den Heizwärmebedarf zu Standortbedingungen ( $HWB_{26,Sk}$ ) dient der sog. Temperaturfaktor (TF).

Dieser errechnet sich mit folgender Formel (2.3):

$$TF = \frac{HWB_{Sk}}{HWB_{ref}} \quad (2.3)$$

$TF$	Temperaturfaktor
$HWB_{Sk}$	spezifischer Heizwärmebedarf am Standort, in kWh/m <sup>2</sup> a
$HWB_{ref}$	spezifischer Heizwärmebedarf zu Referenzklima, in kWh/m <sup>2</sup> a

<sup>5</sup> Siehe Abbildung 5.1

Zur Berechnung des Temperaturfaktors (TF) sind der spezifische Heizwärmebedarf am Standort ( $\text{HWB}_{\text{SK}}$ ) und der spezifische Heizwärmebedarf unter Referenzklimabedingungen ( $\text{HWB}_{\text{ref}}$ ) aus dem Energieausweis (Seite 2) zu entnehmen. Dies zeigt Abbildung 2.3:

	WÄRME- und ENERGIEBEDARF	
	Referenzklima	Standortklima
	spezifisch	zonenbezogen      spezifisch
HWB	54,65 kWh/m <sup>2</sup> a	10.807 kWh/a      56,29 kWh/m <sup>2</sup> a
WWWB		2.453 kWh/a      12,78 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>RH</sub>		927 kWh/a      4,83 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>WW</sub>		2.188 kWh/a      11,39 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB		3.115 kWh/a      16,22 kWh/m <sup>2</sup> a
HEB		16.375 kWh/a      85,29 kWh/m <sup>2</sup> a
HHSB		3.154 kWh/a      16,43 kWh/m <sup>2</sup> a
EEB		19.529 kWh/a      101,71 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB		33.697 kWh/a      175,51 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>n.ern.</sub>		29.767 kWh/a      155,04 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>ern.</sub>		3.930 kWh/a      20,47 kWh/m <sup>2</sup> a
CO <sub>2</sub>		6.145,613 kg/a      32,01 kg/m <sup>2</sup> a
f <sub>GEE</sub>	0,89	0,89

Abbildung 2.3: Heizwärmebedarf Referenz-/Standort, Quelle: OIB, 2012

*Beispiel: (nach Abbildung 5.3):*

$$\text{TF} = 56,29 / 54,65 = \mathbf{1,03}$$

**Der Temperaturfaktor beträgt im Beispiel 1,03.**

### **Berechnung des Heizwärmebedarfs 26**

Die dem Energieausweis entnommenen bzw. angepassten Werte ( $I_c$  und TF) dienen der Berechnung des Referenz-Heizwärmebedarfs ( $\text{HWB}_{26}$ ).

*Beispiel: (nach Abbildung 5.2 und Abbildung 5.4)*

$$\text{HWB}_{26,\text{SK}} = 26 \times (1 + 2/1,33) \times 1,03 = \mathbf{67,05 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Der geforderte Mindestheizwärmebedarf beträgt demnach im Beispiel 67,05 kWh pro Quadratmeter und Jahr.**

Zur Berechnung des Endenergiebedarfs ( $EEB_{26}$ ) ist der Warmwasserwärmebedarf ( $wwwb$ ) aus dem Energieausweis (Seite 2) zu entnehmen und die Energieaufwandzahl ( $e_{AWZ}$ ) zu bestimmen.

### 2.7.3.4 Warmwasserwärmebedarf

Im nächsten Schritt ist der spezifische Warmwasserwärmebedarf aus dem Energieausweis, wie in folgender Abbildung 2.4 ersichtlich, zu entnehmen.

	WÄRME- und ENERGIEBEDARF	
	Referenzklima spezifisch	Standortklima
		zonenbezogen
HWB	54,65 kWh/m <sup>2</sup> a	10.807 kWh/a
WWWB		2.453 kWh/a
HTEB <sub>RH</sub>		927 kWh/a
HTEB <sub>WW</sub>		2.188 kWh/a
HTEB		3.115 kWh/a
HEB		16.375 kWh/a
HHSB		3.154 kWh/a
EEB		19.529 kWh/a
PEB		33.697 kWh/a
PEB <sub>n.ern.</sub>		29.767 kWh/a
PEB <sub>ern.</sub>		3.930 kWh/a
CO <sub>2</sub>		6.145,613 kg/a
f <sub>GEE</sub>	0,89	0,89

Abbildung 2.4: Warmwasserwärmebedarf, Quelle: OIB, 2012

Beim Warmwasserwärmebedarf handelt es sich um einen normierten Defaultwert in Abhängigkeit der Nutzfläche bzw. Bruttogrundfläche. Bei Wohngebäuden beträgt dieser 12,78 kWh/m<sup>2</sup>a.

### 2.7.3.5 Energieaufwandzahl

Zur weiteren Berechnung ist die dem verwendeten Wärmebereitungssystem zugeordnete Energieaufwandzahl ( $e_{AWZ}$ ) dem OIB-Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, Seite 14, zu entnehmen. Für den Wärmeträger Fernwärme sind die Energieaufwandzahlen in Tabelle 2.1 auszugsweise dargestellt.

Beispiel:

Fernwärme,  $l_c = 1,33\text{m}$ :

Tabelle 2.1: Energieaufwandszahlen für Fernwärme, unter  $400\text{m}^2$  Nutzfläche, Quelle: OIB, 2011

$l_c$	$e_{AWZ,FW}$
[m]	[-]
0,92	1,26
1,33	1,22
1,60	1,19
2,18	1,19

Die Energieaufwandszahl im Beispiel für Fernwärme beträgt: **1,22**

### 2.7.3.6 Haushaltsstrombedarf

Anschließend ist der Haushaltsstrombedarf (HHSB) zu bestimmen. Dieser ist als Defaultwert im Zuge der Endenergiebedarfsberechnung definiert. Das heißt, der Haushaltsstrombedarf ist in der Anforderungs-Energie-Berechnung derselbe, wie in der Ist-Energie-Bedarfsberechnung. Beide werden mit 50 % der inneren Gewinne pro Jahr bewertet. Das sind bei Wohngebäuden  $16,43\text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

### 2.7.3.7 Berechnung des Referenzendenergiebedarf

Unter Verwendung der vorhin ermittelten Parameter errechnet sich der jährliche spezifische Endenergiebedarfsanforderungswert wie in folgender Formel (2.4) dargestellt:

$$EEB_{26} = (HWB_{26,SK} + wwb_{Default}) \times e_{AWZ} + HHSB_{Default} \quad (2.4)$$

$EEB_{26}$	spezifischer Referenz-Endenergiebedarf (26er-Linie), in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
$HWB_{26,SK}$	spezifischer Referenz-Heizwärmebedarf (26er-Linie), Standort, in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
$wwb_{Default}$	spezifischer Warmwasserwärmebedarf, in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
$e_{AWZ}$	zugehörige Energieaufwandszahl
$HHSB_{Default}$	spezifischer Haushaltsstrombedarf, $\text{kWh/m}^2\text{a}$

Der Anforderungswert errechnet sich wie im folgenden Beispiel dargelegt:

Beispiel:

$$EEB_{26,SK} = (67,05 + 12,78) \times 1,22 + 16,43 = \mathbf{113,82\text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Der Endenergiebedarfsanforderungswert beträgt im Beispiel 113,82 kWh/m<sup>2</sup>a.**

### 2.7.4 Ist-Endenergiebedarf des zu bewertenden Gebäudes

Der spezifische Endenergiebedarf, welcher den Heizwärmebedarf ( $HWB_{Ist,SK}$ ), den dazugehörige Heiztechnikenergiebedarf für die Raumheizung ( $HTEB_{RH,SK}$ ), den Warmwasserbedarf ( $wwwb$ ) mit dem dazugehörigen Heiztechnikenergiebedarf für die Warmwasserbereitung ( $HTEB_{WW,SK}$ ), sowie den spezifische Haushaltsstrombedarf (HHSB) beinhaltet, ist dem Energieausweis (Seite 2) zu entnehmen. Dies zeigt Abbildung 2.5.

	WÄRME- und ENERGIEBEDARF	
	Referenzklima spezifisch	Standortklima
		zonenbezogen      spezifisch
HWB	54,65 kWh/m <sup>2</sup> a	10.807 kWh/a      56,29 kWh/m <sup>2</sup> a
WWWB		2.453 kWh/a      12,78 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>RH</sub>		927 kWh/a      4,83 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>WW</sub>		2.188 kWh/a      11,39 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB		3.115 kWh/a      16,22 kWh/m <sup>2</sup> a
HEB		16.375 kWh/a      85,29 kWh/m <sup>2</sup> a
HHSB		3.154 kWh/a      16,43 kWh/m <sup>2</sup> a
EEB		19.529 kWh/a      101,71 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB		33.697 kWh/a      175,51 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>n.ern.</sub>		29.767 kWh/a      155,04 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>ern.</sub>		3.930 kWh/a      20,47 kWh/m <sup>2</sup> a
CO <sub>2</sub>		6.145,613 kg/a      32,01 kg/m <sup>2</sup> a
f <sub>GEE</sub>	0,89	0,89

Abbildung 2.5: Endenergiebedarf, Quelle: OIB, 2012

#### Beispiel:

Der aus dem Energieausweis berechnete spezifische Endenergiebedarf beträgt:

$$EEB_{Ist} = 101,71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

### 2.7.5 Gesamtenergieeffizienzfaktor

Aus dem Ist-Endenergiebedarf und dem Endenergiebedarf der 26er-Linie ( $EEB_{26}$ ) ( $EEB_{Ist}$ ) errechnet sich durch Division der Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ).

#### Beispiel:

$$f_{GEE} = 101,71/113,82 = 0,89$$

### 2.7.6 Differenzenergiebedarfsermittlung

Die Differenzenergiebedarfsermittlung kann ausgehend vom Endenergiebedarf  $EEB_{26}$  und  $EEB_{Ist}$  erfolgen.

Da der definierte Haushaltsstrombedarf in Abhängigkeit der BGF sowohl bei der  $EEB_{26}$ , als auch in der  $EEB_{Ist}$ -Ermittlung bei Wohngebäuden  $16,43 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  beträgt, kann dieser aus der weiteren Berechnung entfallen.

Nach Abzug des HHSB ist der resultierende Heizenergiebedarf des  $HEB_{26}$  und des  $HEB_{Ist}$  auf Nutzenergieebene umzurechnen. Dies erfolgt beim  $HEB_{26}$  mit der jeweiligen zugehörigen Energieaufwandszahl ( $e_{awz}$ ) durch Division, bzw. beim  $HEB_{Ist}$  durch Abzug des im Energieausweis ersichtlichen Heiztechnikenergiebedarfs (HTEB). Das Ergebnis ist der Nutzwärmebedarf ( $NWB_{26}$ ) und der Nutzwärmebedarf ( $NWB_{Ist}$ ). Damit ist nun ein objektiver Vergleich der beiden Energiebedarfe gegeben.

Beispiel:

$$NWB_{26,SK} = (113,82 - 16,43) / 1,22 = \mathbf{79,83 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$NWB_{Ist,SK} = 101,71 - 16,22 - 16,43 = \mathbf{69,06 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

Die unterschiedlichen Energieaufwendungen (Verluste) der Haustechniksysteme, welche zur Bereitstellung der erforderlichen Nutzwärme erforderlich sind, werden im Zuge der Wertberichtigung in der Minderkostenberechnung (Punkt 5.5.6) berücksichtigt.

Der ermittelte Referenzwert des Nutzwärmebedarfs ( $NWB_{26,SK}$ ), der den Mindeststandard in Bezug auf den Endenergiebedarf darstellt, wird dem im Energieausweis für das jeweilige Wohngebäude berechneten Nutzwärmebedarf ( $NWB_{Ist,SK}$ ) gegenübergestellt.

Der Mindernutzwärmebedarf errechnet sich daraus wie in Formel (2.5) folgt:

$$\Delta NWB_{Ist} = NWB_{26} - NWB_{Ist} \quad (2.5)$$

$\Delta NWB$	spezifische jährlicher Mindernutzwärmebedarf aufgrund der Energieeffizienz, in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
$NWB_{26}$	spezifischer geforderter Soll-Nutzwärmebedarf, in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
$NWB_{Ist}$	spezifischer berechneter Ist-Nutzwärmebedarf, in $\text{kWh/m}^2\text{a}$

Beispiel:

$$\Delta NWB = 79,83 - 69,06 = \mathbf{10,77 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

**Die errechnete spezifische Wärmebedarfsdifferenz auf Nutzwärmeebene beträgt somit im Beispiel  $10,77 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .**

### 2.7.7 Bewerteter Differenzwärmebedarf

Mit der errechneten Wärmebedarfsdifferenz ( $\Delta\text{NWB}$ ) können die jährlichen bewerteten Minderkosten aufgrund der besseren Energieeffizienz berechnet werden. Dazu ist die bewertete Wärmebedarfsdifferenz ( $\Delta\text{NWB}_{\text{WERT}}$ ) unter Berücksichtigung der normierten Energieaufwandszahl des verwendeten Energieträgers zu bestimmen, indem der  $\Delta\text{NWB}$  durch die zugehörige Energieaufwandszahl dividiert wird.

#### Beispiel:

Die Energieaufwandszahl für Fernwärme und einer Gebäudekompaktheit, ausgedrückt als charakteristischen Länge von 1,33m, beträgt 1,22.<sup>6</sup>

$$\Delta\text{NWB}_{\text{WERT}} = 10,77/1,22 = \mathbf{8,83 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

Der zusätzliche Energieaufwand, hervorgerufen durch die normierten Verluste verringert den Differenzwärmebedarf und somit den Minderbedarf. Die Reduzierung ist somit von der Energieaufwandszahl des verwendeten Energieträgers abhängig.

### 2.7.8 Energiepreisermittlung

Die Berechnung der Minderkosten aufgrund einer besseren Energieeffizienz des Gebäudes erfolgt durch Multiplikation des bewerteten Differenzwärmebedarfs ( $\Delta\text{NWB}_{\text{WERT}}$ ) mit einem zugehörigen Energiepreis.

Die Energieaufbringung in Gebäuden erfolgt in der Praxis mittels unterschiedlicher Energieträger zu unterschiedlichen Preisen.

Der Durchschnittspreis, der in Niedrigstenergie- und Passivhäuser zur Wärmebereitstellung verwendeten Energieträger Strom, Gas, Fernwärme und Biomasse (Pellets), beträgt rd. 10 Cent pro Kilowattstunde.

---

<sup>6</sup> Siehe Tabelle Energieaufwandszahlen: 2.5, 2.5, 2.7

Die verwendeten Energieträger wie Strom, Gas, Biomasse, usw. sind zu den in Tabelle 2.2 gelisteten Marktpreisen für den Endkunden erhältlich.

Tabelle 2.2: Energiepreise, Stand 2. Quartal 2012, Quelle: IWO Austria, 2012

Energieträger	Einheit	Preis/Einheit in €	Heizwert <sup>7</sup>	Preis/kWh in €
Heizöl extra leicht <sup>8</sup>	Liter	0,9340	10,04 kWh/l	0,09
Strom <sup>9</sup>	kWh	0,1600	1 kWh	0,16
Erdgas <sup>10</sup>	kWh	0,0719	1 kWh	0,08
Fernwärme <sup>11</sup>	kWh	0,0899	1 kWh	0,09
Pellets	kg	0,2330	4,70 kWh/kg	0,05
Koks	Kg	0,6500	7,5 kWh/kg	0,09
<b>Durchschnittspreis von Strom, Pellets, Erdgas und Fernwärme</b>	<b>kWh</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,10</b>

Der Nutzwärmebedarf (NWB) umfasst die benötigte Energie für Heizungswärme und Warmwasserbedarf. Meist sind zur Abdeckung verschiedene Energieträger im Einsatz, welche unterschiedliche Preise pro Kilowattstunde aufweisen. Im Anforderungs-Endenergiebedarf (EEB<sub>26</sub>) ist für die Heizung und für die Warmwasserbereitung dieselbe Energieaufwandszahl vorgesehen. Es ist somit sinnvoll, für die Wärmeerzeugung nur der Preis des Energieträgers der Heizung heranzuziehen.

Der Haushaltsstrombedarf kann derzeit in der Energieeffizienzbewertung entfallen. Erst nach Einführung der Energiekennzahl Lieferenergiebedarf (LEB), in der auch die vor Ort erzeugte elektrische Energiemenge berücksichtigt wird, sollte auch dieser in die Bewertung mitaufgenommen werden.

<sup>7</sup> Quelle: IWO Österreich, Juni 2012

<sup>8</sup> österreichischer Durchschnittspreis in Euro inkl. MwSt., vom 18. Juni 2012. Die Preise sind je nach Logistikkosten der einzelnen Bundesländer unterschiedlich.

<sup>9</sup> Heizungsstrom inkl. Grund- und Messpreis

<sup>10</sup> Inklusive Grundgebühr und Messpreis

<sup>11</sup> Inklusive Leistungs- und Messpreis

Bei Multiplikation der in Tabelle 2.2 gelisteten Energiepreise mit dem bewerteten Differenzwärmebedarf ( $\Delta N_{WB,WERT}$ ) würde der Energieträger mit dem höchsten Preis den größten Wertzuschlag erhalten. Dies wäre nicht im Sinne einer objektiven Energieeffizienzbewertung. Deshalb wird zuerst ein Durchschnittspreis bestimmt, von welchem Zu- bzw. Abschläge getätigt werden.

**Das Resultat ist ein wertberechtigter Energiepreis ( $P_{ET,WERT}$ ).**

Der gemittelte Durchschnittspreis für die Bewertung der relevanten Energieträger beträgt rd. 10 Cent pro Kilowattstunde.

Die Berechnung des wertberechtigten Energiepreises des verwendeten Energieträgers stellt sich, wie in folgendem Beispiel beschrieben, dar:

*Beispiel: Fernwärme*

**Wertberichtigung:**

€ 0,10 – € 0,09 = € 0,01; das bedeutet, der Preis für Fernwärme ist um 10 % pro Kilowattstunde günstiger als der Durchschnittspreis der verwendeten Energieträger. Deshalb ist dem Fernwärmepreis ein Zuschlag von 10 % zuzurechnen.

$$P_{FW,WERT} = € 0,10 + 10\% = \mathbf{€ 0,11/kWh}$$

Der für die weiteren Berechnungen heranzuziehende **wertberechtigte Energiepreis ( $P_{FW,WERT}$ ) beträgt rd. € 0,11.**

Die Energiepreistabelle zur Energieeffizienzbewertung enthält Werte aus dem Jahre 2011. Durch die hohe Volatilität sind zur Bewertung die jährlichen Durchschnittspreise zum Bewertungsstichtag heranzuziehen.

**Der gewählte Energiepreis wird in weiterer Folge als  $P_{ET,WERT}$  bezeichnet.**

### 2.7.9 Bruttogrundfläche

Zur Berechnung der jährlichen bewerteten Minderenergiekosten ist die konditionierte Bruttogrundfläche ( $BGF_{\text{kond}}$ ) aus dem Energieausweis zu entnehmen. Dies zeigt Abbildung 2.6:

GEBÄUDEKENNDATEN			
Brutto-Grundfläche	192,0 m <sup>2</sup>	Klimaregion	N
Bezugs-Grundfläche	153,6 m <sup>2</sup>	Heiztage	234 d/a
Brutto-Volumen	576,0 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	3461 Kd/a
Gebäude-Hüllfläche	432,0 m <sup>2</sup>	Norm-Außentemperatur	-13 °C
Kompaktheit A/V	0,75	Soll-Innentemperatur	20 °C
charakteristische Länge $l_c$	1,33 m		

Abbildung 2.6: Bruttogrundfläche, Quelle: OIB, 2012

### 2.7.10 Berechnung der jährlichen bewerteten Minderkosten

Mit dem bewerteten Differenzwärmebedarf ( $\Delta NWB_{\text{WERT}}$ ), der konditionierten Bruttogeschosfläche ( $BGF_{\text{kond}}$ ) aus dem Energieausweis und dem wertberechtigten Energiepreis ( $P_{\text{ET,WERT}}$ ), können die jährlichen bewerteten Minderkosten ( $\Delta EE_a$ ) aufgrund der besseren Energieeffizienz mittels Formel (2.7) berechnet werden.

$$\Delta EE_{\text{Jahr}} = \Delta NWB_{\text{WERT}} \times BGF_{\text{kond}} \times P_{\text{ET,WERT}} \quad (2.6)$$

$\Delta EE_{\text{Jahr}}$	jährliche bewertete Minderkosten aufgrund der Energieeffizienz der Gebäudehülle und der Raumheizung, in €/a
$\Delta NWB_{\text{WERT}}$	spezifischer bewerteter Differenzwärmebedarf, in kWh/m <sup>2</sup> a
$BGF_{\text{kond}}$	konditionierte Bruttogrundfläche, in m <sup>2</sup>
$P_{\text{ET,WERT}}$	wertberechtigter Energiepreis bezogen auf den verwendeten Energieträger, in €/kWh

#### Beispiel: Fernwärme

$$\Delta EE_{\text{Jahr}} = 8,83 \text{ kWh/m}^2 \times 192 \text{ m}^2 \times 0,11 \text{ €} = \text{€ } 186,50 \text{ pro Jahr}$$

**Die bewerteten Minderkosten gegenüber der Anforderungsreferenz betragen € 186,50 pro Jahr.**

Im nächsten Schritt ist die jährliche bewertete Energiekostensparnis zu kapitalisieren. Dazu sind eine Zeitspanne, über die sich die berechneten jährlichen Minderkosten erstrecken, und ein zugehöriger Zinssatz zu bestimmen.

### 2.7.11 Berechnung des Energieeffizienz-Vervielfältigers

Zur Berechnung des Zuschlags aufgrund der zuvor ermittelten, bewerteten Minderkosten sind ein Vervielfältiger mittels einer Kapitalverzinsung (Energieeffizienzzinssatz), die Energiepreissteigerungsrate des verwendeten Energieträgers und eine Restnutzungsdauer zu bestimmen. Der Energieeffizienzvervielfältiger ist nicht gleich dem bekannten Vervielfältiger aus dem Ertragswertverfahren.

#### 2.7.11.1 Bestimmung eines Energieeffizienz-Zinssatzes

Um die bewerteten Minderkosten kapitalisieren zu können, ist ein geeigneter Zinssatz zu bestimmen. Der gesuchte Zinssatz ist nicht mit dem Kapitalisierungszinssatz aus dem Ertragswertverfahren zu verwechseln, denn dieser drückt lediglich die Rendite, in Abhängigkeit des Risikos und der Höhe der angesetzten Mieten, die ein Anleger für sein eingesetztes Kapital (Kaufpreis der Immobilie) erwartet, aus.

Deshalb wird an dieser Stelle ein neuer Begriff, der „**Energieeffizienzzinssatz ( $i_{EE}$ )**“, eingeführt.

Der Energieeffizienzzinssatz ( $i_{EE}$ ) soll die durch den energetischen Zustand des Gebäudes entstehenden Opportunitätskosten bzw. sicher verzinsten Ersparnisse abbilden. (Reiter, 2009)

Als Basis für die Ermittlung des Zinssatzes kann eine Vergleichsveranlagung in festverzinsliche Wertpapiere dienen. Eine Möglichkeit, die aus festverzinslichen Wertpapieren fließenden Zinsen zu ermitteln, bietet die Sekundärmarktrendite (SMR). Die SMR wird von der österreichischen Nationalbank laufend auf deren Homepage publiziert.<sup>12</sup> Um den längerfristigen Entwicklungstrend abzubilden, sollte ein Durchschnittswert der letzten Jahre herangezogen werden. Der zehnjährige Durchschnittswert der SMR aller inländischen Emittenten beträgt ca. 3,5 %. (Österreichische Nationalbank, 2012)

Um einen Energieeffizienzzinssatz zu ermitteln ist die um die Inflation bereinigte und um die Kapitalertragssteuer (KEST) gekürzte SMR heranzuziehen. Die jährliche durchschnittliche Inflationsrate von 2002 bis 2011 betrug rund 2,0% (WKO Österreich, 2012).

---

<sup>12</sup> Homepage Österreichische Nationalbank: [www.oenb.at](http://www.oenb.at)

Daraus errechnet sich der Energieeffizienzzinssatz ( $i_{EE}$ ), wie in Formel (2.7) dargestellt:

$$i_{EE} = i_{SMR} - KEST - Inflation \quad (2.7)$$

$i_{EE}$	Energieeffizienzzinssatz, in Prozent
$SMR$	durchschnittliche Sekundärmarktrendite der letzten 10 Jahre, in Prozent
$KEST$	Kapitalertragssteuer (25%), in Prozent
$Inflation$	Inflation der letzten 10 Jahre, in Prozent

Der für die weiteren Berechnungen verwendete inflationsbereinigte **„Energieeffizienzzinssatz ( $i_{EE}$ )“** beträgt somit abzüglich der 25%-igen Kapitalertragssteuer rund **0,60 Prozent**.

### 2.7.11.2 Ermittlung der relevanten Restnutzungsdauer

Um die jährlichen Minderkosten zu kapitalisieren, ist eine Zeitspanne zu bestimmen, über die sich die bewerteten Minderkosten, bedingt durch den besseren energetischen Zustand des Gebäudes, erstrecken.

Dabei drängt sich als logischer Ansatz die vom Immobiliensachverständigen ermittelte alterswertbedingte Restnutzungsdauer des Gebäudes auf.

Die Restnutzungsdauer des Gebäudes enthält alle Komponenten wie Fundamente, tragende Wände, Innenwände, Decken, und sonstige Einbauteile. Nicht alle Bauteile zeichnen sich aber für die thermische und energetische Qualität eines Gebäudes verantwortlich. Die für die Energieeffizienz relevanten Bauteile sind:

- die Fassade
- die Fenster
- die Dachkonstruktion bzw. oberste Geschossdecke
- der Aufbau der untersten Fußbodenkonstruktion
- die Gebäudetechnik
- bei Fertigteilhäusern auch Teile der Wandkonstruktion (z.B. Dämmung zwischen den tragenden Riegeln)

Im Allgemeinen ist die Nutzungsdauer der energetisch relevanten Bauteile wesentlich geringer als die Restnutzungsdauer des Gesamtgebäudes. Nach den Werten aus dem Nutzungsdauerkatalog beträgt die Gesamtnutzungsdauer der Fenster, des Dachs inkl. der Dämmung, der Fassade und der Fußbodenaufbauten bzw. der Dämmungen der

Keller- bzw. obersten Geschossdecke höchstens 40 Jahre. Für die Gebäudetechnik ist eine Gesamtnutzungsdauer von höchstens 25 Jahre zu veranschlagen.

Auch bei Riegelbauweisen, die bei Fertigteilhäusern üblicherweise Verwendung finden, sollte keine höhere Gesamtnutzungsdauer als 40 Jahre angesetzt werden, da die eingebauten, für den Wärmedurchgang verantwortlichen, Dämmungen eine maximale Haltbarkeit von 40 Jahren aufweisen. (Nutzungsdauerkatalog, 2006)

Die aus der Energieeffizienz resultierenden bewerteten Minderkosten können sich nur bis zum Ende der Nutzungsdauer der dafür maßgebenden Bauteile erstrecken. **Es ist somit als Zeitspanne die durchschnittliche Lebensdauer der für die Energieeffizienz relevanten Bauteile heranzuziehen.** Nach Verstreichen dieser ist eine Sanierung notwendig und der theoretische Nutzen in Form von Energieeinsparungen nicht mehr gegeben. (Reiter, 2009)

Für neue und kürzlich umfassend sanierte Gebäude sollte somit als längste Nutzungsdauer der thermisch relevanten Bauteile (Gebäudehülle) höchstens 40 Jahre und als längste Nutzungsdauer der energetisch relevanten Bauteile (Gebäudetechnik), höchstens 25 Jahre angesetzt werden.

Die durchschnittliche Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile ist vom Immobiliensachverständigen festzustellen. Die Einflussfaktoren sind der Kostenanteil jedes einzelnen relevanten Bauteils (Steppan, 2008, S. 35) an den Gesamtherstellungskosten eines Gebäudes, die Restnutzungsdauer der einzelnen Bauteile und deren Abnutzungsgrad.

Die Berechnung durch den Immobiliengutachter könnte somit, wie in folgender Tabelle 2.3 dargestellt, erfolgen:

Tabelle 2.3: Ermittlung der Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile

Relevante Bauteile	Kostenanteil an den Gesamtkosten in %	Kostenanteil an den relevanten Bauteilen in %	Mittlere Gesamtnutzungsdauer <sup>13</sup> , keine Abnutzung in Jahren	RND in Jahren <sup>14</sup>	RND vom Kostenanteil der rel. Bauteile in Jahren
Dach inkl. Dämmung	7%	15,6 %	40	35	5,46
Fassade inkl. Edelputz	7%	15,6 %	40	35	5,46
Fenster und Außentüren	10%	22,2 %	40	35	7,77
Unterboden <sup>15</sup>	8%	17,8 %	20	15	2,67
Gebäudetechnik (Heizung, WW-Bereitung)	13%	28,8 %	25	20	5,76
Summe: der relevanten Bauteile	45=100%	100%	-	-	27,12

Die durchschnittliche Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile ( $RND_{BT,rel}$ ) im Beispiel der Tabelle Tabelle 2.3: Ermittlung der Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile beträgt 27,2 Jahre, gerundet **25 Jahre**.

Die Kostenanteile der relevanten Bauteile werden zu den Anteilen an den Gesamtkosten ins Verhältnis gestellt und anschließend auf die einzelnen Bauteile umgerechnet. Im dritten Schritt wird der Abnutzungsgrad in Jahren von der Gesamtnutzungsdauer abgezogen und erhält damit die Restnutzungsdauer der einzelnen Bauteile.<sup>16</sup> Die Summe der Restnutzungsdauern zum jeweiligen prozentuellen Kostenanteil der relevanten Bauteile wird zur mittleren

<sup>13</sup> Entnommen aus dem Nutzungsdauerkatalog des Hauptverbands der Sachverständigen - Landesverband Steiermark und Kärnten.

<sup>14</sup> Der Abnutzungsgrad ist vom Immobiliensachverständigen zu bewerten.

<sup>15</sup> Unterste Geschosdecke

<sup>16</sup> Die Ermittlung des Abnutzungsgrades ist vom Immobiliengutachter festzustellen.

Gesamtnutzungsdauer in Verhältnis gesetzt und ergibt die gemeinsame durchschnittliche Restnutzungsdauer aller relevanten Bauteile.

Da eine Abschätzung der Restnutzungsdauer sehr schwierig ist und diese wohl nie ganz genau festgestellt werden kann, sollte sie auf 5 Jahre gerundet werden. Es würde sonst eine Genauigkeit vorgetäuscht, die in der Schätzung nicht wirklich vertreten werden kann. (Steppan, 2008, S. 41)

Durch die kürzere Gesamtnutzungsdauer der Gebäudetechnik und der Unterbodenkonstruktion im Vergleich zur restlichen Gebäudehülle kann selbst bei Neubauten die Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile höchstens 32 Jahre, gerundet 30 Jahre, betragen.

**Daraus folgt, die längste für die Energieeffizienz-Bewertung anzusetzende durchschnittliche Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile sollte 30 Jahre nicht übersteigen.**

*Beispiel:*

Ein Gebäude wurde im Jahre 2007 neu erbaut. Die durchschnittliche Restnutzungsdauer der relevanten Gebäudeteile beträgt 25 Jahre (durch den Immobilienwertermittler festgestellt). Es ergibt sich ein bewerteter jährlicher Mehrwert (Nutzen) von € 186,50 über einen Zeitraum von 25 Jahren auf Grund des energetischen Zustandes des Gebäudes. Nach Verstreichen der Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile ist keine monetäre Bewertung der Energieeffizienz vorzunehmen.

### **2.7.11.3 Ermittlung der Energiepreissteigerungsrate**

Die jährliche durchschnittliche Energiepreissteigerung der letzten 10 Jahre lt. Energiepreisindex betrug in Österreich 2,9 %. (Österreichische Energieagentur, 2012)

Preistreiber waren und sind vor allem Erdölprodukte, welche in Niedrigstenergie- bzw. Passivhäusern kaum Verwendung finden. Die zeigt Abbildung 2.7.

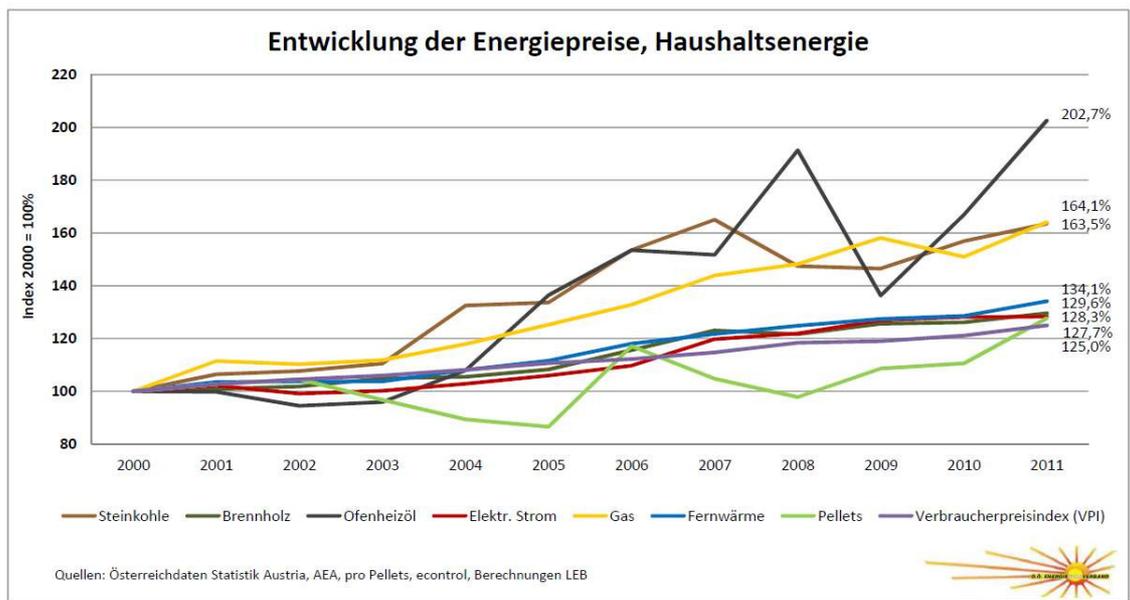


Abbildung 2.7: Entwicklung der Energiepreise, Quelle: Grüne OÖ, 2012

Um eine nachvollziehbare und korrekte Bewertung gewährleisten zu können, wurden die Energiepreissteigerungsraten der wichtigsten Energieträger

- Fernwärme,
- Erdgas,
- Biomasse (Pellets) und
- Strom,

ermittelt und in folgender Tabelle 2.4 dargestellt:

Tabelle 2.4: durchschnittliche Energiepreissteigerungen, Quelle: Statistik Austria

Energieträger	Energiepreissteigerung in Prozent	Inflationsbereinigte Energiepreissteigerung in Prozent $P_{ET}$
Fernwärme	2,47	0,38
Erdgas	5,34	3,26
Biomasse (Pellets)	2,31	0,23
Strom	2,36	0,28
Durchschnittlich	3,12	1,38

In Abhängigkeit des verwendeten Energieträgers können nun die zukünftigen jährlichen bewerteten Minderkosten, in Form einer prognostizierten Energiepreissteigerungsrate, berechnet werden.

Dazu kann mit Hilfe der Analysis die Formel (2.8) für den jeweiligen Energieträger und der Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile abgeleitet werden.

Die Formel folgt der Annahme, dass die relevanten Bauteile bis zum Ende ihrer Restnutzungsdauer ihre Eigenschaften konstant beibehalten.

Dazu wird an dieser Stelle eine neue Größe eingeführt. Der sogenannte „**Energieeffizienzvervielfältiger ( $V_{EE}$ )**“:

$$V_{EE} = (1 + i_{EE}) \times (1 + p_{ET})^{RND_{BT,rel}-1} \times \left( \frac{1 - \left( \frac{i_{EE}}{p_{ET}} \right)^{RND_{rel}}}{1 - \frac{i_{EE}}{p_{ET}}} \right) \quad (2.8)$$

$V_{EE}$	Energieeffizienzvervielfältiger
$RND_{BT,rel}$	durchschnittliche Restnutzungsdauer der für die Energieeffizienz relevanten Bauteile, in Jahre
$p_{ET}$	inflationbereinigte Energiepreissteigerungsrate des verwendeten Energieträgers, in %
$i_{EE}$	inflationbereinigter Energieeffizienz-Zinssatz, in %

Für die Energieträger Fernwärme, Erdgas, Pellets und Strom können somit die in Tabelle 2.5 dargestellten Energieeffizienz-Vervielfältiger berechnet werden. Die durchschnittliche Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile wird in 5 Jahresschritten angegeben. Als längste Restnutzungsdauer werden 30 Jahre angenommen.

Tabelle 2.5: Energieeffizienzvervielfältiger

Energieträger	Energieeffizienz-Vervielfältiger		
	RND 30	RND 25	RND 20
Fernwärme	34,86	28,35	22,14
Erdgas	55,43	41,69	30,14
Biomasse (Pellets)	34,07	27,81	21,80
Strom	34,33	27,99	21,91
Durchschnitt	39,67	31,46	24,00

Im Zuge der Energieeffizienzbewertung wird der Vervielfältiger mit den jährlichen bewerteten Minderkosten multipliziert. Die berechneten Energieeffizienzvervielfältiger

( $V_{EE}$ ) können zur Bewertung nur bedingt herangezogen werden, da diese stark von der Energiepreisersteigerungsrate des jeweiligen Energieträgers abhängig ist.

Das bedeutet, dass der Energieträger mit der höchsten Steigerungsrate den größten Wertzuschlag erhalten würde. Da dies nicht im Sinne einer nachvollziehbaren Energieeffizienzbewertung ist, wird ein Durchschnittswert ermittelt, von dem aus Werteabschläge bzw. Wertzuschläge getätigt werden.

Das Resultat ist der **wertberichtigte Energieeffizienzvervielfältiger ( $V_{EE,ET,RND,WERT}$ )** in Abhängigkeit des verwendeten Energieträgers und der RND der relevanten Bauteile.

Die gemittelten Energieeffizienzvervielfältiger in Abhängigkeit der Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile sind der Tabelle 2.5 zu entnehmen.

*Beispiel:*

Das Baujahr des Gebäudes ist 2008:

RND der relevanten Bauteile beträgt: 25 Jahre

Heizung: Fernwärme

Daraus errechnet sich der **wertberichtigte Energieeffizienzvervielfältiger** wie folgt:

$$(V_{EE,FW,WERT,25}) = 31,46/28,35 = 1,11 \times 31,46 = \mathbf{34,91}.$$

Aus diesen Berechnungen sind in folgender Tabelle 2.6 die wertberichtigten Energieeffizienzvervielfältiger in Abhängigkeit des jeweiligen Energieträgers und der zugehörigen Wertsteigerungsraten dargestellt. Diese Vervielfältiger können für die Energieeffizienzbewertung herangezogen werden.

Tabelle 2.6: wertberichtigte Energieeffizienzvervielfältiger

Energieträger	wertberichtigter Energieeffizienzvervielfältiger $V_{EE,WERT}$				
	RND 30	RND 25	RND 20	RND 15	RND 10
Fernwärme	45,15	34,91	26,01	18,23	11,40
Erdgas	28,40	23,75	19,11	14,45	9,73
Biomasse (Pellets)	46,2	35,59	26,42	18,45	11,49
Strom	45,85	35,36	26,28	18,38	11,46

### 2.7.12 Berechnung des Zuschlags für die bessere Energieeffizienz

Mit den zuvor ermittelten Eingabewerten kann nun der Gebäudemehrwert aufgrund der besseren Energieeffizienz gegenüber den baugesetzlichen Mindestanforderungen berechnet und dargestellt werden. Dies zeigt Formel (2.9).

$$WERT_{EE} = \Delta EE_{Jahr} \times V_{EE,ET,RND,WERT} \quad (2.9)$$

$WERT_{EE}$	Wertzuschlag aufgrund der besseren Energieeffizienz, in €
$\Delta EE_{Jahr}$	jährlicher bewerteter Mehrwert aufgrund der Energieeffizienz der Gebäudehülle und der Raumheizung, in €/a
$V_{EE,ET,RND,WERT}$	wertberechtigter Energieeffizienzvervielfältiger in Abhängigkeit des jeweiligen Energieträgers und der RND der relevanten Bauteile

#### Beispiel:

$$WERT_{EE} = € 186,50 \times 34,91 = \mathbf{€ 6.510,72}$$

Der Gebäudemehrwert aufgrund der besseren Energieeffizienz beträgt rund:  
**€ 6.500,00**

Bei Vorhandensein einer Lüftungsanlage sind die zusätzlichen Instandhaltungs- bzw. Betriebskosten als wertmindernd in der Bewertung darzustellen.

### 2.7.13 Instandhaltungskosten und Betriebskosten

Den niedrigeren Betriebskosten stehen oft erhöhte Instandhaltungs- und Reparaturkosten gegenüber. Wie unter Punkt 3.3.4 erörtert, liegen die Kosten für eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Strombedarf und zusätzlicher Instandhaltungsaufwand) bei ca. € 1,2 per m<sup>2</sup> Nutzfläche. Die zusätzlichen jährlichen Kosten sind das Produkt dieses Werts und der konditionierten Nutzfläche des zu bewertenden Gebäudes.

Die Nutzfläche (NF) bzw. Energiebezugsfläche (EBF) kann entweder dem Gebäudeausweis entnommen oder vereinfacht durch Multiplikation der konditionierten Bruttogrundfläche ( $BGF_{kond}$ ) mit 0,8 bei Niedrigstenergiehäusern oder 0,6 bei Passivhäusern bestimmt werden.

Um die zusätzlichen Instandhaltungskosten einer Lüftungsanlage kapitalisieren zu können, ist ein Vervielfältiger zu berechnen. Lüftungsanlagen besitzen bei ausreichender Wartung eine maximale Nutzungsdauer von 25 Jahren.

Dazu wird eine neue Größe, der sog. **Lüftungsanlagenvervielfältiger ( $V_{\text{lüft}}$ )**, eingeführt.

Für den Betriebskostenanteil kann zur Bewertung vereinfacht der Energieeffizienzvervielfältiger für den Energieträger Strom mit einer Restnutzungsdauer von 25 Jahren herangezogen werden. (Der  $V_{\text{EE,Strom},25}$  beträgt: 27,99) Der  $V_{\text{EE,Strom},25}$  kann der Tabelle 2.5 entnommen werden.

Für den Instandhaltungskostenanteil sollten die jährlich anfallenden Instandhaltungskosten mit der inflations- und KEST-bereinigten SMR kapitalisiert werden. Das ergibt einen Instandhaltungsvervielfältiger von 27,05.

Der Lüftungsanlagenvervielfältiger ( $V_{\text{lüft}}$ ) berechnet sich wie folgt:

Stromkosten: € 0,40 pro Nutzfläche (NF)

Instandhaltungskosten: € 0,80 pro Nutzfläche (NF)

Berechnung:  $0,40 \times 27,99 + 0,80 \times 27,05 = € 32,84$  pro NF.

Daraus ergibt sich vereinfacht: **( $V_{\text{lüft}}$ ) =  $32,84 \times 0,8 = € 26,27$  pro  $m^2$  BGF**

Zur Berechnung des Wertabschlags aufgrund einer vorhandenen Wohnraumlüftungsanlage ist der **Lüftungsanlagenvervielfältiger ( $V_{\text{lüft}}$ ) = € 26,30** heranzuziehen. Dieser ist mit der konditionierten Bruttogrundfläche zu multiplizieren, um einen Wertabschlag zu ermitteln.

Beispiel: BGF: 192  $m^2$

Abschlag für die Lüftungsanlage:

$\text{WERT}_{\text{Lüftungsanlage}} = 192 \text{ m}^2 \times € -26,30 = € 5.049,60$

Der Wertabschlag für die Lüftungsanlage beträgt im Beispiel: rd. € 5.000.-

Daraus ergibt sich im Beispiel eine Wertanpassung (Wertzuschlag) aufgrund der Energieeffizienz und der Lüftungsanlage von rd. 1.500.- (6.500-5.000).

### 2.7.14 Grafisches Ablaufschema der Energieeffizienzbewertung

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der einzelnen vorhin beschriebenen Berechnungsschritte im Zuge der Methoden-Entwicklung ist in Abbildung 2.8 ein Energieeffizienzbewertungsschema dargestellt.

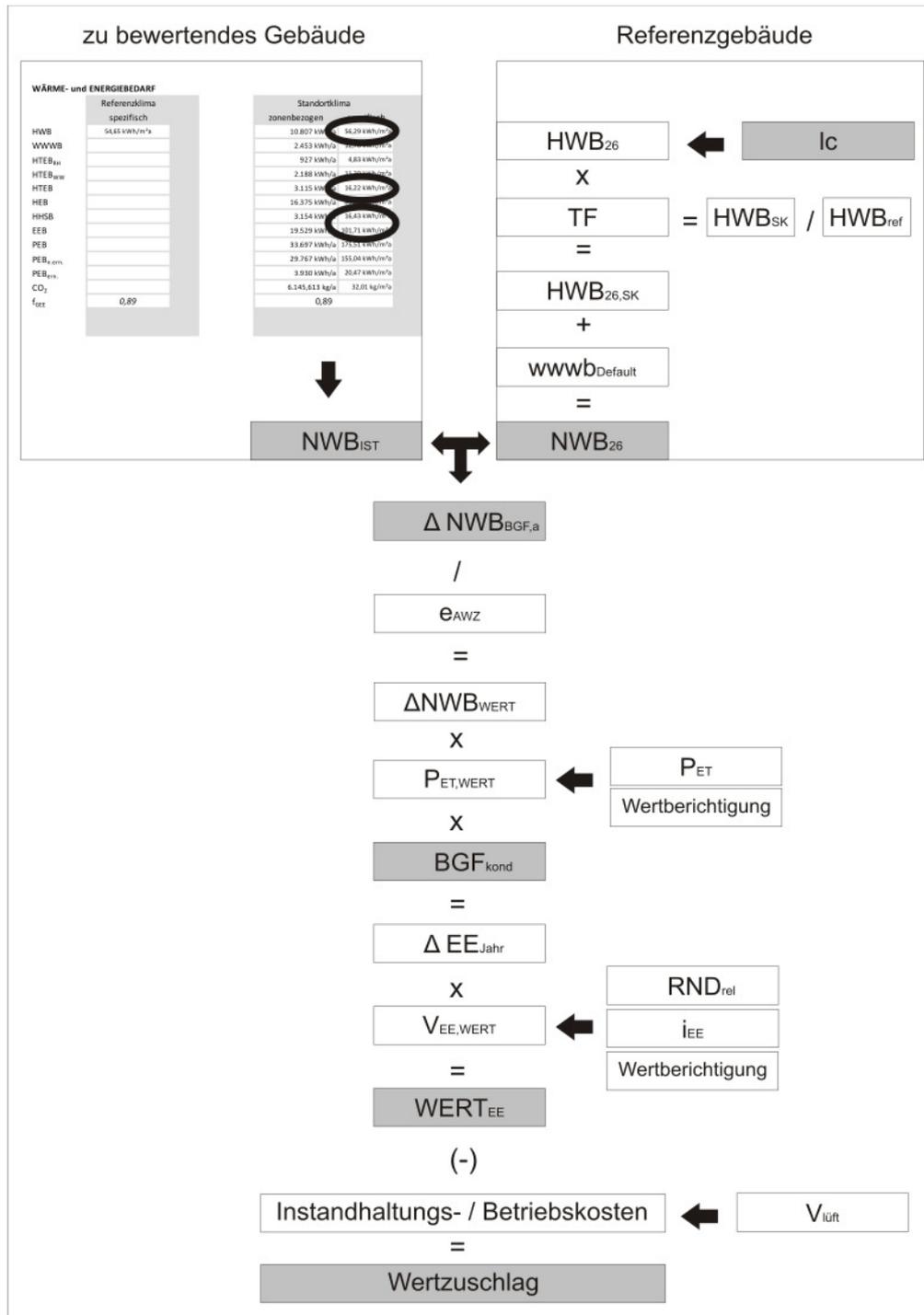


Abbildung 2.8: Ablaufschema Energieeffizienzbewertung, eigene Darstellung

## 2.8 Energieeffizienz-Bewertungstabelle

Um dem Wertermittler die Energieeffizienzbewertung zu vereinfachen, wird aus der entwickelten Methodik eine „**Energieeffizienz-Bewertungstabelle**“ abgeleitet.

Die Tabelle baut grundsätzlich auf den im neuen Energieausweis (2012) ersichtlichen Energieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) auf. Der  $f_{GEE}$ -Wert ist die einzige Energiekennzahl die in der Lage ist, die am Markt befindlichen unterschiedlichen Gebäudekonzepte miteinander zu vergleichen und wird daher zukünftig die wichtigste Energiekennzahl sein. Ab 2014 wird es auch Mindestanforderungen an den  $f_{GEE}$ -Wert im Neubaubereich und bei größeren thermischen Sanierungen geben. (Pöhn, 2011) Voraussichtlich wird der höchst zulässige Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE,Ref}$ ) den Wert von 1 entsprechen müssen.

Der  $f_{GEE}$ -Faktor mit dem zugrunde gelegten Mindestanforderungswert ( $EEB_{26}$ ) wird Zug um Zug bis ins Jahr 2020 eine Verschärfung erfahren, da ab diesem Zeitpunkt alle neugebauten Gebäude sog. „Nearly-Zero-Gebäude“ sein müssen. Die hier entwickelte Energiebewertungstabelle nimmt darauf Rücksicht und kann jederzeit an neue wärmetechnische Anforderungen angepasst werden.

In Anlehnung an die  $f_{GEE}$ - Klassifizierung und der entwickelten Bewertungsmethode wurden folgende zwei Bewertungstabellen entworfen.

- Tabelle zur Bewertung von Einfamilienhäusern bis 400 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche
- Tabelle zur Bewertung von Mehrfamilienhäusern ab 400 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche (Zinshäuser, WEG-Wohnhäuser)

Um mit den Tabellen die Energieeffizienz bewerten zu können, müssen lediglich folgende Parameter bekannt sein:

- Der im Energieausweis (OIB 2011) berechnete Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GGE}$ )
- Die charakteristische Länge des Gebäudes
- Die Restnutzungsdauer der für die Energieeffizienz relevanten Bauteile
- Die im zu bewertenden Gebäude verwendete Energiebereitstellungsart (z.B. Fernwärme, Biomasse, Wärmepumpe, usw.)

Mit den oben genannten Einflussgrößen kann mit Hilfe der Tabelle der jeweilige Wertzuschlag interpoliert werden. Der ermittelte Wert stellt den jährlichen in

Geldeinheiten bewerteten Nutzen (Wert) aufgrund der Energieeffizienz pro Quadratmeter Bruttogeschossfläche dar. Die Standortklimaanpassung erfolgt über den Temperaturfaktor (TF).

Um den endgültigen Zuschlag zu errechnen, ist der interpolierte Wert mit der vorhandenen konditionierten Bruttogrundfläche zu multiplizieren.

Die Tabelle hat für Standorte von ca. 120 m bis 1000 m Seehöhe in allen österreichischen Klimazonen Gültigkeit.

Mit den vorhin beschriebenen Eingangsparametern kann die Energieeffizienz von Wohngebäuden bewertet werden. Die Tabelle 2.7 zeigt einen Auszug aus der Bewertungstabelle für Einfamilienhäuser unter 400 m<sup>2</sup> BGF.

Tabelle 2.7: Auszug aus der Energieeffizienzbewertungstabelle, 2012

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 30 Jahre										RND der relevanten Bauteile = 25 J						
EFH	ic	A++ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,55	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,60	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,65	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,70	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,75	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,80	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,85	B f <sub>GEE</sub> ≤ 0,90	B f <sub>GEE</sub> ≤ 0,95	B f <sub>GEE</sub> ≤ 1,00	A++ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,55	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,60	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,65	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,70	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,75	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,80	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,85
Fernwärme	0,92	168,7	149,9	131,2	112,4	93,7	75,0	56,2	37,5	18,7	-	133,6	118,7	103,9	89,1	74,2	59,4	44,5
	1,33	142,3	126,5	110,7	94,9	79,1	63,3	47,4	31,6	15,8	-	112,7	100,2	87,7	75,2	62,6	50,1	37,6
	1,60	133,3	118,5	103,7	88,9	74,1	59,3	44,4	29,6	14,8	-	105,6	93,9	82,1	70,4	58,7	46,9	35,2
	2,18	117,2	104,2	91,1	78,1	65,1	52,1	39,1	26,0	13,0	-	92,8	82,5	72,2	61,9	51,6	41,2	30,9
Erdgas	0,92	115,0	102,2	89,4	76,7	63,9	51,1	38,3	25,6	12,8	-	98,7	87,7	76,7	65,8	54,8	43,8	32,9
	1,33	97,1	86,3	75,5	64,8	54,0	43,2	32,4	21,6	10,8	-	83,3	74,1	64,8	55,6	46,3	37,0	27,8
	1,60	94,7	84,1	73,6	63,1	52,6	42,1	31,6	21,0	10,5	-	81,2	72,2	63,2	54,1	45,1	36,1	27,1
	2,18	84,8	75,4	65,9	56,5	47,1	37,7	28,3	18,8	9,4	-	72,7	64,7	56,6	48,5	40,4	32,3	24,2
Pellets	0,92	175,1	155,7	136,2	116,7	97,3	77,8	58,4	38,9	19,5	-	138,2	122,9	107,5	92,1	76,8	61,4	46,1
	1,33	151,3	134,5	117,7	100,9	84,0	67,2	50,4	33,6	16,8	-	119,4	106,1	92,9	79,6	66,3	53,1	39,8
	1,60	145,8	129,6	113,4	97,2	81,0	64,8	48,6	32,4	16,2	-	115,0	102,3	89,5	76,7	63,9	51,1	38,3
	2,18	132,2	117,5	102,8	88,1	73,4	58,7	44,1	29,4	14,7	-	104,3	92,7	81,1	69,5	57,9	46,4	34,8
Wärmepumpe Wasser/Wasser	0,92	286,7	254,8	223,0	191,1	159,3	127,4	95,6	63,7	31,9	-	226,5	201,4	176,2	151,0	125,8	100,7	75,5
	1,33	244,4	217,3	190,1	163,0	135,8	108,6	81,5	54,3	27,2	-	193,1	171,7	150,2	128,8	107,3	85,8	64,4
	1,60	230,5	204,9	179,3	153,7	128,0	102,4	76,8	51,2	25,6	-	182,1	161,9	141,6	121,4	101,2	80,9	60,7
	2,18	201,0	178,7	156,3	134,0	111,7	89,3	67,0	44,7	22,3	-	158,8	141,2	123,5	105,9	88,2	70,6	52,9
Wärmepumpe Luft/Wasser	0,92	210,2	186,9	163,5	140,1	116,8	93,4	70,1	46,7	23,4	-	166,1	147,6	129,2	110,7	92,3	73,8	55,4
	1,33	182,5	162,2	142,0	121,7	101,4	81,1	60,8	40,6	20,3	-	144,2	128,2	112,2	96,1	80,1	64,1	48,1
	1,60	171,6	152,5	133,4	114,4	95,3	76,3	57,2	38,1	19,1	-	135,6	120,5	105,4	90,4	75,3	60,3	45,2
	2,18	149,8	133,2	116,5	99,9	83,2	66,6	49,9	33,3	16,6	-	118,4	105,2	92,1	78,9	65,8	52,6	39,5
Tabellenwerte in Euro/BGF		Energieeffizienzzuschlag in Euro (WERTEE) = interpolierter Tabellenwert (WERTEE <sub>BGF/BGF</sub> ) x konditionierte Bruttogrundfläche (BGF)																
Standortklimabewertung		TF= HWB <sub>s,k</sub> /HWB <sub>ref</sub>																
Temperaturfaktor TF		0,85	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25
Klimaabschlag/Klimazuschlag		10,5%	7,0%	3,5%	2,8%	2,1%	1,4%	0,7%	0,0%	-0,7%	-1,4%	-2,1%	-2,8%	-3,5%	-7,0%	-10,5%	-14,0%	-17,5%

Der maximale Zuschlag wird für die Gesamteffizienzklasse A++ für f<sub>GEE</sub> Werte unter 0,55 vergeben. Ein Gebäude mit einem f<sub>GEE</sub>-Wert von 1 entspricht dem Mindest-Energieeffizienz-Standard und bekommt weder wertmäßige Zu- noch Abschläge.

Mit der Tabelle ist es nicht nur möglich Passiv- und Niedrigstenergiehäuser zu bewerten, sondern alle Gebäude, die einen besseren Energieeffizienzstandard als die

Mindestanforderungen aufweisen ( $f_{GEE}$ -Wert kleiner 1). Das sind Gebäude, die circa ab dem Jahre 1998 neu gebaut oder umfassend energetisch saniert wurden.

Das Bezugsjahr der Anforderungsreferenz stellt das Jahr 2007 dar, in dem die OIB Richtlinie 6 eingeführt wurde. Beschrieben wird damit das sog. Energiespargebäude. Die Tabelle gilt jedoch auch für Gebäude bis zum Baujahr 1998, da zu dieser Zeit schon Energiesparhäuser (teilweise mit effizienter Haustechnik) hergestellt wurden.

Der aus der Tabelle abgeleitete Wertzuschlag ist vom Wertermittler einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. (Ist ein Einfluss der Energieeffizienz auf das zu bewertende Gebäude gegeben?)

**Im Bewertungsgutachten ist jedenfalls darauf hinzuweisen, welche Parameter in die Energieeffizienzbewertung Eingang gefunden haben. Die Verwendung der Energieeffizienzbewertungstabelle ist vom Sachverständigen im Gutachten unter dem Punkt „für die Bewertung verwendete Unterlagen“ explizit anzuführen.**

### 2.8.1 Praxisanwendung mit Daten aus der OIB-RL 6 (2011)

Anhand eines Beispiels soll der Umgang mit den entwickelten Energieeffizienzbewertungstabellen dargestellt werden. Dies soll dem Wertermittler als Leitfaden dienen.

Beispiel:

Gebäude mit einer Bruttogrundfläche von 192,00 m<sup>2</sup> und einer Wärmebereitstellung mittels Fernwärme. Eine Lüftungsanlage ist nicht installiert. Die charakteristische Länge, entnommen aus dem Energieausweis, beträgt: 1,33 m.

#### 1. Schritt:

Die Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile ist zu bestimmen.

z.B. vor 4 Jahren umfassend energetisch saniert → **RND gewählt: 30 Jahre**

#### 2. Schritt:

Aus dem Energieausweis ist der Gesamtenergieeffizienzfaktor abzulesen, wie in Abbildung 2.9 dargestellt.

EEB		19.529 kWh/a	101,71 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB		33.697 kWh/a	175,51 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>n.ern.</sub>		29.767 kWh/a	155,04 kWh/m <sup>2</sup> a
PEB <sub>ern.</sub>		3.930 kWh/a	20,47 kWh/m <sup>2</sup> a
CO <sub>2</sub>		6.145,613 kg/a	32,01 kg/m <sup>2</sup> a
f <sub>GEE</sub>	0,89	0,89	

Abbildung 2.9: Gesamtenergieeffizienzfaktor, nach OIB 2011

**Der f<sub>GEE</sub>-Faktor beträgt 0,89.**

### 3. Schritt:

Aus dem EA ist der spezifische Heizwärmebedarf zum Referenzklima und der spezifische Heizwärmebedarf zum Standortklima wie in Abbildung 2.10 dargestellt zu entnehmen.

	WÄRME- und ENERGIEBEDARF	
	Referenzklima	Standortklima
	spezifisch	zonenbezogen      spezifisch
HWB	54,65 kWh/m <sup>2</sup> a	10.807 kWh/a      56,29 kWh/m <sup>2</sup> a
WWWB		2.453 kWh/a      12,78 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>RH</sub>		927 kWh/a      4,83 kWh/m <sup>2</sup> a

Abbildung 2.10: Gesamtenergieeffizienzfaktor, nach OIB 2011

Mit den beiden Werten kann somit der Temperaturfaktor (TF) berechnet werden:

$$\mathbf{TF = HWB_{SK}/HWB_{Ref} = 56,29/54,65 = 1,03}$$

Temperaturfaktor TF	Standortklimabewertung											
	0,85	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04
Klimaabschlag/Klimazuschlag	10,5%	7,0%	3,5%	2,8%	2,1%	1,4%	0,7%	0,0%	-0,7%	-1,4%	-2,1%	-2,8%

Abbildung 2.11: Standortklimabewertung, 2012

Die Standortklimabewertung erfolgt mittels Klimaabschlag aus der Energieeffizienzbewertungstabelle, wie in Abbildung 2.11, dargestellt.

Der aus dem Temperaturfaktor 1,3 resultierende Klimaabschlag beträgt minus 2,1% vom zu interpolierenden Tabellenwert.

**4. Schritt:**

Danach kann in der Energieeffizienz-Bewertungstabelle der gesuchte Tabellenwert interpoliert werden. Dies zeigt Abbildung 2.12.

Charakteristische Länge= 1,33;  $f_{GEE}=0,89$

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 30 Jahre									
EFH	lc	A++ $f_{GEE} \leq 0,55$	A+ $f_{GEE} \leq 0,60$	A+ $f_{GEE} \leq 0,65$	A+ $f_{GEE} \leq 0,70$	A $f_{GEE} \leq 0,75$	A $f_{GEE} \leq 0,80$	A $f_{GEE} \leq 0,85$	B $f_{GEE} \leq 0,90$	B $f_{GEE} \leq 0,95$	B $f_{GEE} \leq 1,00$
Fernwärme	0,92	168,7	149,9	131,2	112,4	93,7	75,0	56,2	37,5	18,7	-
	1,33	142,3	126,5	110,7	94,9	79,1	63,3	47,4	31,6	15,8	-
	1,60	133,3	118,5	103,7	88,9	74,1	59,3	44,4	29,6	14,8	-
	2,18	117,2	104,2	91,1	78,1	65,1	52,1	39,1	26,0	13,0	-

Abbildung 2.12: Auszug aus der Energieeffizienzbewertungstabelle, 2012

Der interpolierte Wert beträgt rd. 34,76 Euro per m<sup>2</sup> BGF.

Der interpolierte Wert ist um den Klimaabschlagswert (-2,1%) zu reduzieren.

$$34,76 - 2,1\% = \mathbf{34,03 \text{ Euro/BGF}}$$

**5. Schritt:**

Der Wert, der die kapitalisierten Minderkosten per Quadratmeter auf Grund der Energieeffizienz darstellt, ist noch mit der Bruttogrundfläche zu multiplizieren. Damit erhält man den Mehrwert des Gebäudes auf Grund der besseren Energieeffizienz.

$$\mathbf{WERT_{EE} = € 34,03 \times 192 \text{ m}^2 = € 6.534.-}$$

**Der Mehrwert aufgrund der Energieeffizienz der gegenständlichen Immobilie beträgt rund € 6.500.-**

## 2.8.2 Praxisanwendung mit Daten aus der OIB-RL 6 (2007)

Wenn zur Energieeffizienzbewertung nur Energiekennzahlen aus dem alten Energieausweis (2008 bis 2012) zu Verfügung stehen, kann die Bewertungstabelle, mittels zusätzlichen Berechnungsschritten, trotzdem zur Anwendung gelangen. Dies wird Anhand eines Beispiels dargestellt.

Die zur Bewertung notwendigen Energiekennzahlen sind aus dem Energieausweis, berechnet nach OIB RL 6 (2007), zu entnehmen.

### Beispiel:

Ein Gebäude mit einer Bruttogrundfläche von 192,00 m<sup>2</sup> wird mit einer Heizungsanlage mit Wärmepumpe (Sole-Wasser) betrieben. Eine Lüftungsanlage ist vorhanden. Die charakteristische Länge aus dem Energieausweis beträgt 1,33 m.

### 1. Schritt:

Im ersten Schritt sind aus dem EA der spezifische Heizwärmebedarf zum Referenzklima und der Heizwärmebedarf zum Standortklima, wie in Abbildung 2.13 dargestellt, zu entnehmen.

#### WÄRME- und ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima	
	spezifisch		zonenbezogen	spezifisch
HWB	22,82 kWh/m <sup>2</sup> a		4.525 kWh/a	23,57 kWh/m <sup>2</sup> a
WWWB			2.453 kWh/a	12,78 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>RH</sub>			-3.190 kWh/a	-16,61 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>WW</sub>			-1.473 kWh/a	-7,67 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB			-4.663 kWh/a	-24,29 kWh/m <sup>2</sup> a
HEB			2.315 kWh/a	12,06 kWh/m <sup>2</sup> a
HHSB			3.154 kWh/a	16,43 kWh/m <sup>2</sup> a
EEB			5.468 kWh/a	28,48 kWh/m <sup>2</sup> a

Abbildung 2.13: Heizwärmebedarf nach OIB 2007, Quelle: Reiter GmbH

Mit diesen Werten ist danach der Temperaturfaktor (TF) zu berechnen:

$$\mathbf{TF} = \text{HWB}_{\text{SK}} / \text{HWB}_{\text{Ref}} = 23,57 / 22,82 = \mathbf{1,03}$$

## 2. Schritt:

Im 2. Schritt ist die Restnutzungsdauer der relevanten Bauteile bestimmen.

z.B. vor 2 Jahren (2010) neu erbaut → **RND gewählt: 30 Jahre**

## 3. Schritt:

Aus dem Energieausweis ist der Heizenergiebedarf (=der Endenergiebedarf lt. OIB 2007) zu entnehmen und um den Haushaltsstrombedarf (bei Wohngebäuden = 16,43 kWh/m<sup>2</sup>a) zu ergänzen.

	WÄRME- und ENERGIEBEDARF	
	Referenzklima spezifisch	Standortklima
		zonenbezogen    spezifisch
HWB	22,82 kWh/m <sup>2</sup> a	4.525 kWh/a    23,57 kWh/m <sup>2</sup> a
WWWB		2.453 kWh/a    12,78 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>RH</sub>		-3.190 kWh/a    -16,61 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB <sub>WW</sub>		-1.473 kWh/a    -7,67 kWh/m <sup>2</sup> a
HTEB		-4.663 kWh/a    -24,29 kWh/m <sup>2</sup> a
HEB		2.315 kWh/a    12,06 kWh/m <sup>2</sup> a
HHSB		
EEB		

Abbildung 2.14: Endenergiebedarf, nach OIB 2011

$$EEB_{Sk} = 12,06 + 16,43 = \mathbf{28,49 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

Danach ist der Referenzendenergiebedarf (inkl. der Standortklimabewertung) als Anforderungswert zu berechnen:<sup>17</sup>

$$EEB_{Sk,Ref} = [26 \times (1+2/lc) \times TF + wwwb \times 0,26] + HHSB_{Def} = [26 \times (1+2/1,33) \times 1,02 + 12,78] \times 0,26 + 16,43 = \mathbf{37,02 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

<sup>17</sup> Siehe Referenzenergiebedarf, Punkt 5.5.3

Mit dem Ist-Endenergiebedarf ( $E_{SK}$ ) und dem Anforderungswert ( $E_{26}$ ) ist der Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) zu berechnen.

$$f_{GEE} = 28,49/37,02 = 0,65$$

**Der  $f_{GEE}$  Faktor beträgt 0,65.**

#### 4. Schritt:

Die Werte sind in der Energieeffizienz-Bewertungstabelle zu interpolieren, wie Tabelle 2.8 zeigt:

Charakteristische Länge = 1,33, TF = 1,03,  $f_{GEE}=0,65$

Tabelle 2.8: Auszug aus der Energieeffizienzbewertungstabelle, 2012

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 30 Jahre									
EFH	lc	A++ $f_{GEE} \leq 0,55$	A+ $f_{GEE} \leq 0,60$	A+ $f_{GEE} \leq 0,65$	A+ $f_{GEE} \leq 0,70$	A $f_{GEE} \leq 0,75$	A $f_{GEE} \leq 0,80$	A $f_{GEE} \leq 0,85$	B $f_{GEE} \leq 0,90$	B $f_{GEE} \leq 0,95$	B $f_{GEE} \leq 1,00$
Wärmepumpe Wasser/Wasser	0,92	286,7	254,8	223,0	191,1	159,3	127,4	95,6	63,7	31,9	-
	1,33	244,4	217,3	190,1	163,0	135,8	108,6	81,5	54,3	27,2	-
	1,60	230,5	204,9	179,3	153,7	128,0	102,4	76,8	51,2	25,6	-
	2,18	201,0	178,7	156,3	134,0	111,7	89,3	67,0	44,7	22,3	-

Der interpolierte Wert beträgt: **190,10 Euro** per m<sup>2</sup> BFG.

Der interpolierte Wert ist um den Klimaabschlagswert (-2,1%) zu reduzieren.

$$190,10 - 2,1\% = 186,11 \text{ Euro/BGF}$$

#### 5. Schritt:

Der Wert, der die kapitalisierten Minderkosten pro Quadratmeter auf Grund der Energieeffizienz darstellt, ist noch mit der Bruttogrundfläche zu multiplizieren. Damit erhält man den Mehrwert des Gebäudes auf Grund der besseren Energieeffizienz.

$$\mathbf{WERT_{EE} = € 186,11 \times 192,00 \text{ m}^2 = € 35.732.-}$$

Der Mehrwert aufgrund der Energieeffizienz der gegenständlichen Immobilie beträgt rund **€ 35.700,-**

**6. Schritt:**

Bei Vorhandensein einer Wohnraumlüftungsanlage sind die höheren Instandhaltungs- und Betriebskosten anzusetzen. Aus der Immobilienbewertungstabelle sind der Rechenweg und der Vervielfältiger ersichtlich.

Abschlagswert bei kontrollierter Wohnraumlüftung = - 26,3 x BGF									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Abbildung 2.15: Bewertung der Wohnraumlüftungsanlage, 2012

Der Abschlag für die Lüftungsanlage errechnet sich aus der BGF mit dem Vervielfältiger multipliziert.

$$\text{WERT}_{\text{Lüftungsanlage}} = 225,52 \text{ m}^2 \times \text{€ } -26,30^{18} = \text{€ } 5.931.-$$

**Der Wertabschlag für die Lüftungsanlage beträgt im Beispiel rd. € 6.000.-**

**7. Schritt:****Energieeffizienzbewertung inkl. Bewertung der Wohnraumlüftung:**

Wertzuschlag = Mehrwert aufgrund der Energieeffizienz abzüglich des Wertabschlags für die Lüftungsanlage.

$$\text{WERT}_{\text{EE,Gesamt}} = 35.700,00 - 6.000,00 = 29.700.-$$

**Das Gebäude erhält einen Wertzuschlag aufgrund der Energieeffizienz und der zusätzlichen Instandhaltungs- und Betriebskosten von rd. € 29.700.-**

<sup>18</sup> Siehe auch Punkt 5.5.12

## 2.9 Anwendung in der Bewertungspraxis

Für die Implementierung der Energieeffizienzbewertung in der Bewertungspraxis sind folgende drei Bewertungen in verschiedenen Verfahren beschrieben. Diese können den Immobilienwertermittlern als Vorlage dienen. Die Energieeffizienz-Bewertung im Vergleichswertverfahren wird nicht dargestellt, da sich diese mit der Energieeffizienzbewertung im Sachwertverfahren deckt.

### 2.9.1 Beispiel Sachwertverfahren

Das Sachwertverfahren findet vorwiegend bei eigengenutzten Liegenschaften Anwendung. Eigentümer achten im Allgemeinen genau auf die durch das Gebäude entstehenden Energie- und Betriebskosten.

Energieeffiziente Gebäude, welche in Ausstattung und Lage als gleichwertig zu einem nicht energieeffizienten Gebäude zu bezeichnen sind, erzielen höhere Marktpreise.

Im folgenden Beispiel wird eine Möglichkeit der Berücksichtigung des energetischen Zustands im Sachwertverfahren dargelegt.

#### Befund:

Das zu bewertende Einfamilienhaus liegt in einem Siedlungsgebiet in Graz-Puntigam und wurde im Jahr 2008 umfassend energetisch saniert. Heizung Fernwärme; Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden. Temperaturfaktor gleich 1.

Bruttogrundfläche (EG: 104,00 m <sup>2</sup> und OG: 88,00 m <sup>2</sup> )	192,00 m <sup>2</sup>
Grundstück	800,00 m <sup>2</sup>
Bodenwert	€ 150,00 per m <sup>2</sup>
Gebäudealter (historisch)	40 Jahre
Ausstattung	durchschnittlich
Ausrichtung	Süd
gesamte RND des Gebäudes	30 Jahre
durchschnittliche RND der relevanten Bauteile	25 Jahre
Energieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) aus dem Energieausweis	0,70
charakteristische Länge	1,33 m
Temperaturfaktor	1,00

Bewertung inklusive Berücksichtigung der Energieeffizienz

Verkehrswertermittlung im Sachwertverfahren	Formel und Einheit	
Bodenwert		
Grundstücksgröße	m <sup>2</sup>	800,00
Grundstückspreis	per m <sup>2</sup>	150,00
Grundstückspreis	m <sup>2</sup>	120.000,00
Bebauungsabschlag	%	10
Bebauungsabschlag	€	-12.000,00
gebundener Bodenwert	€	108.000,00
Herstellungskosten	€	350.000,00
Wertminderung wegen Bauschäden	Gewählt -5% von 350.000.-	-17.500,00
gekürzte Herstellungskosten	€	332.500,00
Wertminderung wegen Alters	lineare Wertminderung = 20/80*100= 25%	-83.125,00
Sachwert des Gebäudes		249.375,00
Wertminderung wegen verlorenem Bauaufwands	Gewählt 10% von Herstellungskosten	-35.000,00
Bauwert der Außenanlagen	pauschal	5.000,00
Zuzüglich gebundener Bodenwert		108.000,00
Sachwert der Liegenschaft	Bauwert + Bodenwert	327.375,00
<b>Berücksichtigung sonstiger wertbeeinflussender Umstände:</b>		
<b>Wert-Zuschlag für bessere Energieeffizienz gegenüber Mindestanforderung</b>	<b>aus „Energieeffizienzbewertungstabelle – Fernwärme“ WERT<sub>EE</sub> = 75,2 x 192 =</b>	<b>16.838,40</b>
<b>2.) Abschlag wegen höherer Instandhaltung der Lüftungsanlage</b>	<b>WERT<sub>Lüftungsanlage</sub> = 192,00 x -26,3 =</b>	<b>-5.049,60</b>
Zwischensumme		339.163,80
Abschlag zur Anpassung an den Verkehrswert	gewählt – 10%	-33.916,38
Verkehrswert der Liegenschaft		305.247,42
<b>Verkehrswert der Liegenschaft</b>	<b>€ rd.</b>	<b>305.200,00</b>

Die Zuschlagswerte für die Energieeffizienzbewertung bzw. die Abschlagswerte für die Lüftungsanlage wurden aus der Energieeffizienzbewertungstabelle wie in der Tabelle 2.9 ersichtlich, entnommen.

Tabelle 2.9: Auszug aus der Energieeffizienzbewertungstabelle, 2012

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 25 Jahre									
EFH	lc	A++ f <sub>GEE</sub> ? 0,55	A+ f <sub>GEE</sub> ? 0,60	A+ f <sub>GEE</sub> ? 0,65	A+ f <sub>GEE</sub> ? 0,70	A f <sub>GEE</sub> ? 0,75	A f <sub>GEE</sub> ? 0,80	A f <sub>GEE</sub> ? 0,85	B f <sub>GEE</sub> ? 0,90	B f <sub>GEE</sub> ? 0,95	B f <sub>GEE</sub> ? 1,00
Fernwärme	0,92	133,6	118,7	103,9	89,1	74,2	59,4	44,5	29,7	14,8	-
	133	112,7	100,2	87,0	75,2	62,6	50,1	37,6	25,1	12,5	-
	160	105,6	93,9	82,1	70,4	58,7	46,9	35,2	23,5	11,7	-
	2,18	92,8	82,5	72,2	61,9	51,6	41,2	30,9	20,6	10,3	-
Abschlagswert bei kontrollierter Wohnraumlüftung = - 26,3 % BGF											

**Ergebnis der Bewertung:**

Der im Sachwertverfahren ermittelte Verkehrswert beträgt unter Berücksichtigung eines Zuschlags für den energetischen Zustand des Gebäudes **rd. € 305.200.-**

Ohne energetische Bewertung würde der Verkehrswert rd. € 294.600,- betragen. Das ist ein **Unterschied von ca. 3,5 %**. In der Realität ist dieser Mehrwert für diese Immobilie am Markt wohl zu erzielen.

### 2.9.2 Beispiel Ertragswertverfahren

Das Ertragswertverfahren kommt bei Liegenschaften, die üblicherweise zu Ertragszwecken verwertet werden, zur Anwendung. Das sind beispielsweise Mietwohngebäude, Eigentumswohnungen und gemischt genutzte Liegenschaften, die Erträge aus Verpachtung bzw. Vermietung erwirtschaften (können). Die Berücksichtigung des energetischen Zustandes eines Gebäudes beim Ertragswertverfahren erfolgt entweder durch Anpassung der nachhaltigen Miete oder unter Berücksichtigung sonstiger wertbeeinflussender Umstände. Im folgenden Beispiel wird die zweite Möglichkeit dargestellt.

#### Befund

Das zu bewertende Zinshaus liegt im Stadtgebiet von Graz und wurde im Jahr 2009 neu erbaut. Heizung Fernwärme; Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden. Temperaturfaktor gleich 1.

Bruttogrundfläche: (EG, OG1, OG2, OG3, OG4)	800,00 m <sup>2</sup>
jeweils 200 m <sup>2</sup> Gesamt: 800,00 m <sup>2</sup>	
Nutzfläche (vermietbar)	600,00 m <sup>2</sup>
Grundstück	2.000 m <sup>2</sup>
Bodenwert	€ 300,00 per m <sup>2</sup>
Gebäudealter	3 Jahre
Ausstattung	durchschnitt
Ausrichtung	Süd-West
gesamte RND des Gebäudes	60 Jahre
durchschnittliche RND der relevanten Bauteile	30 Jahre
Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) aus dem Energieausweis	0,60 kWh/m <sup>2</sup> a
charakteristische Länge	2,18 m
Temperaturfaktor	1,00

Am Beginn der Bewertung ist in der Energieeffizienzbewertungstabelle der Zuschlag für die bessere Energieeffizienz zu ermitteln. Der Zuschlag beträgt, wie in der Tabelle 2.10 abzulesen ist, € 94,40 per Quadratmeter Bruttogrundfläche. Dieser interpolierte Wert ist mit der BFG zu multiplizieren und ergibt den Energieeffizienzzuschlag in Euro. Der Zuschlag sollte unter dem Punkt „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ Berücksichtigung finden.

Danach ist noch eine Wertminderung durch das Vorhandensein einer Lüftungsanlage zu tätigen. Diese Wertminderung erhält man aus dem Produkt von dem in der Bewertungstabelle ersichtlichen Lüftungsanlagenvervielfältiger ( $V_{Lüft}$ ) und der konditionierten Bruttogrundfläche.

Tabelle 2.10: Auszug aus der Energieeffizienzbewertungstabelle, 2012

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 30 Jahre									
MFH	Ic	A++	A+	A	A	A	A	B	B	B	
		f <sub>GEE</sub> ? 0,55	f <sub>GEE</sub> ? 0,60	f <sub>GEE</sub> ? 0,65	f <sub>GEE</sub> ? 0,70	f <sub>GEE</sub> ? 0,75	f <sub>GEE</sub> ? 0,80	f <sub>GEE</sub> ? 0,85	f <sub>GEE</sub> ? 0,90	f <sub>GEE</sub> ? 0,95	f <sub>GEE</sub> ? 1,00
Fernwärme	0,92	137,8	122,5	107,2	91,8	76,5	61,2	45,9	30,6	15,3	-
	1,33	121,3	107,8	94,4	80,9	67,4	53,9	40,4	27,0	13,5	-
	1,60	118,4	105,3	92,1	79,0	65,8	52,6	39,5	26,3	13,2	-
	2,18	106,2	94,4	82,6	70,8	59,0	47,2	35,4	23,6	11,8	-
	2,53	102,7	91,3	79,8	68,4	57,0	45,6	34,2	22,8	11,4	-
	3,20	95,1	84,6	74,0	63,4	52,9	42,3	31,7	21,1	10,6	-
	3,56	92,7	82,4	72,1	61,8	51,5	41,2	30,9	20,6	10,3	-
	4,17	88,6	78,8	68,9	59,1	49,2	39,4	29,5	19,7	9,8	-
	4,47	87,2	77,5	67,8	58,1	48,4	38,8	29,1	19,4	9,7	-

Abschlagswert bei kontrollierter Wohnraumlüftung = - 26,3 x BGF										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bewertung: inklusive Berücksichtigung der Energieeffizienz

Verkehrswertermittlung im Ertragswertverfahren	Formel und Einheit	
Bodenwert		
Grundstücksgröße	m <sup>2</sup>	1.000,00
Grundstückspreis	per m <sup>2</sup>	200,00
Grundstückspreis	m <sup>2</sup>	200.000,00
Bebauungsabschlag	%	0,00
Bebauungsabschlag	€	0,00
gebundener Bodenwert	€	200.000,00
Herstellungskosten	€	1.200.000,00
Kapitalisierungszinssatz	%	5,0
Vervielfältiger		18,93
Miete	€ per m <sup>2</sup>	11,00
+Jahresrohertrag	€ per anno	79.200,00
- Bewirtschaftungskosten		
Verwaltungskosten 8%	von Jahresrohertrag	-6.336,00
Instandhaltungskosten 0,5 %	vom Herstellungswert	-6.000,00
Mietausfallwagnis 3 %	vom Jahresrohertrag	-2.376,00
Liegenschaftsreinertrag	€	64.488,00
abzüglich Verzinsung des Bodenwerts	5,0% von 200.000,00	-10.000,00

Jahresreinertrag baulich	€	54.488,00
Ertragswert Baulicher Anlage	€ Jahresreinertrag x Vervielfältiger	1.031.457,84
Abschläge wegen Bauschäden	€ pauschal 0,00	-0,00
<b>Berücksichtigung sonstiger wertbeeinflussender Umstände:</b>	<b>aus</b>	
<b>1.) Wert-Zuschlag für bessere Energieeffizienz gegenüber Mindestanforderung</b>	<b>„Energieeffizienzbewertungstabelle – Fernwärme“ <math>WERT_{EE} = 94,4 \times 800 =</math></b>	<b>75.520,00</b>
<b>2.) Abschlag wegen höherer Instandhaltung der Lüftungsanlage</b>	<b><math>WERT_{Lüftungsanlage} = 800 \times -26,3 =</math></b>	<b>-21.040,00</b>
Zwischensumme		1.085.937,84
Bodenwert	€	200.000,00
ERTRAGSWERT Liegenschaft	€	1.285.937,84
<b>ERTRAGSWERT</b>	<b>gerundet</b>	<b>1.286.000,00</b>

Bei Ertragsliegenschaften spielen die Heizkosten für den Mieter, wenn vergleichbare Mietobjekte zur Verfügung stehen, eine große Rolle. Die sog. 2. Miete wird in die Kalkulation aufgenommen. Durch verminderte Heizkosten können höhere Mieten am Markt lukriert werden. Ein Abschlag für die erhöhten Instandhaltungskosten aufgrund der Lüftungsanlage (sind nicht auf dem Mieter überwälzbar) bringt dem Eigentümer einen verminderten Ertrag. Die allgemeinen Instandhaltungskosten können jedoch unter Umständen reduziert werden, da durch falsches Lüftungsverhalten der Mieter kein Schaden in Form von z.B. Schimmelbildung auftritt.

Die Umsatzsteuer, die zur Kapitalisierung bei Ertragsimmobilie nicht anzusetzen ist, wurde bei der Energieeffizienzbewertung aus Gründen der Vereinfachung mitberücksichtigt. Der Unterschied zur herkömmlichen Bewertung ohne Energieeffizienz beträgt im Beispiel **rund. 4,2 %**.

### 2.9.3 Beispiel DCF-Verfahren

Das DCF-Verfahren hat im Vergleich zu den anderen Bewertungsverfahren den Vorteil, die Energieeffizienz über die bewerteten jährlichen Minderkosten im Detailprognosezeitraum abzubilden.

#### Befund

Das zu bewertende Zinshaus liegt im Stadtgebiet von Graz und wurde im Jahr 2009 neu erbaut. Heizung Fernwärme; Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden. Temperaturfaktor gleich 1.

Bruttogrundfläche: (EG, OG1, OG2, OG3, OG4)	800,00 m <sup>2</sup>
jeweils 200 m <sup>2</sup> Gesamt: 800,00 m <sup>2</sup>	
Nutzfläche (vermietbar)	600,00 m <sup>2</sup>
Grundstück	2.000 m <sup>2</sup>
Bodenwert	€ 300,00 per m <sup>2</sup>
Gebäudealter	3 Jahre
Ausstattung	durchschnitt
Ausrichtung	Süd-West
gesamte RND des Gebäudes	60 Jahre
durchschnittliche RND der relevanten Bauteile	30 Jahre
Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) aus dem Energieausweis	0,60 kWh/m <sup>2</sup> a
charakteristische Länge	2,18 m
Temperaturfaktor	1,00

Die Energieeffizienzbewertung im DCF-Verfahren zeigt folgende Tabelle 2.11.

Tabelle 2.11: Energieeffizienzbewertung im DCF-Verfahren

Discounted - Cashflow - Verfahren														
Jahre		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n+1		
Angaben in Euro														
Mieterlöse A (Staffelmiete)		50.000	52.000	54.000	56.000	58.000	60.000	62.000	64.000	66.000	68.000	68.000		
Mieterlöse B (Indexmiete)	2,0%	17.000	17.340	17.340	17.340	17.340	17.340	17.340	17.340	17.340	17.340	17.340		
Leerstand		-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000		
potentielle Erträge		67.000	70.340	72.340	74.340	76.340	78.340	80.340	82.340	84.340	88.340	88.340		
Mietausfallwagnis	3,0%	- 2.010	- 2.110	- 2.170	- 2.230	- 2.290	- 2.350	- 2.410	- 2.470	- 2.530	- 2.650	- 2.650		
effektive Roherträge		64.990	68.230	70.170	72.110	74.050	75.990	77.930	79.870	81.810	85.690	85.690		
Instandhaltung	1,0%	670	703	723	743	763	783	803	823	843	883	883		
Verwaltungskosten	8,0%	5.360	5.627	5.787	5.947	6.107	6.267	6.427	6.587	6.747	7.067	7.067		
sonstige	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Bewirtschaftungskosten		6.030	6.331	6.511	6.691	6.871	7.051	7.231	7.411	7.591	7.951	7.951		
Reinertrag		58.960	61.899	63.659	65.419	67.179	68.939	70.699	72.459	74.219	77.739	77.739		
Renovierung		-	5.000									17,16		
netto cashflow		58.960	56.899	63.659	65.419	67.179	68.939	70.699	72.459	74.219	77.739			
fiktive Veräußerungswert											1.333.934			
Kapitalisierungszinssatz	5,0%													
Diskontierungszinssatz	6,0%	1,06												
Diskontierungsfaktor		0,9434	0,8900	0,8396	0,7921	0,7473	0,7050	0,6651	0,6274	0,5919	0,5584			
Barwert		55.623	50.640	53.449	51.818	50.200	48.599	47.019	45.462	43.930	788.271			
Verkehrswert ohne EE		1.235.012												
ENERGIEEFFIZIENZBEWERTUNG														
Jährliche bewertete Minderkosten		1.672,15	1.722,02	1.773,38	1.826,27	1.880,73	1.936,82	1.994,59	2.054,07	2.115,34	2.168,00	11,4	26,0	
	1,03 BGF	800	2,09	2,15	2,22	2,28	2,35	2,42	2,49	2,57	2,64	2,71	VEE10	VEE20
Summe jährliche bewertete MK		19.088												
Kapitalisierter Mehrwert		56.432												
zusätzliche Betriebs- und Instandhaltung der Lüftungsanlage	-	21.040												
Summe Mehrwert durch EE		54.480												
Verkehrswert inkl. Energieeffizienzbewertung		1.289.492												

Im ersten Schritt ist der Zuschlagswert aus der Energieeffizienzbewertungstabelle für Mehrfamilienhäuser zu entnehmen. Dieser ist im Beispiel, wie in Tabelle 2.10 ersichtlich, € 94,40 pro m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche.

Danach ist der interpolierte Wert mit der BGF zu multiplizieren. Das Ergebnis beschreibt den Gesamtzuschlag in der Höhe von € 75.520,00.

Die zukünftig erzielbaren Minderkosten, die den in Geldeinheiten bewerteten Nutzen bedeuten, sollen im Detailprognosezeitraum, hier im Beispiel 10 Jahre, dargestellt werden.

Dazu ist der Tabellenwert (94,4) durch den wertberichtigten Energieeffizienzvervielfältiger mit 30-jähriger Restnutzungsdauer ( $VEE_{30,WERT} = 45,15$ ) zu dividieren. Der Vervielfältiger ist der Tabelle 2.6 zu entnehmen. Das Ergebnis ist

der resultierende Nutzen im ersten Jahr pro m<sup>2</sup> BGF in der Höhe von € 2,09. Dieser ist mit dem  $VEE_{10}$  ( $11,4^{19}$ ) zu multiplizieren. Dies entspricht dem gesamten Nutzen der ersten 10 Jahre pro m<sup>2</sup> BGF (=23,86). Um den Kapitalisierungswert, also den Wert in der zehnten Periode des Detailprognosezeitraums zu erhalten, ist dieser durch den 20-jährigen Vervielfältiger aus Tabelle 2.6 ( $V_{EE,20,WERT}$ ) zu dividieren. Das ergibt im Beispiel € 2,71 per m<sup>2</sup> BGF und stellt den hochgezinsten jährlichen Nutzen im zehnten Jahr dar. Durch Division des jährlichen Nutzes im zehnten Jahr (€ 2,71/BGF) mit dem jährlichen Nutzen im ersten Jahr (€ 2,09/BGF) ergibt sich die Steigerungsrate von rd. 3% ( $1-2,71/2,09$ ).

Mit der berechneten Steigerungsrate können die einzelnen jährlichen Mehrwerte im Detailperiodezeitraum (zehn Jahre) dargestellt werden.

Die bewerteten jährlichen Einsparungen können nun durch Multiplikation mit der BGF berechnet und abgebildet werden.

Zum Ende ist noch der Gesamtnutzen der letzten 20 Jahre zu ermitteln. ( $€ 70,54 \times 800m^2 = € 56.432.-$ )

Der kapitalisierte Nutzen der letzten 20 Jahre beträgt € 56.432.-

Die Summe der Einsparungen im Detailprognosezeitraum beträgt somit € 75.520 – € 56.432 = € 19.088.-

Diese etwas aufwendigere Darstellungsweise führt dem Investor die jährlichen Zusatzertragsmöglichkeiten durch die Energieeffizienz in detaillierter Form vor Augen.

Die zusätzlich entstehenden Kosten der Wohnraumlüftungsanlage errechnen sich durch Multiplikation des Lüftungsanlagenvervielfältigers ( $V_{LÜFT}$ ) mit der Bruttogrundfläche (BGF).  $WERT_{LÜFT} = € 26,3 \times 800m^2 = € 21.040.-$  Dies ist im Beispiel als Pauschalwert dargestellt.

---

<sup>19</sup> Siehe Tabelle 5.6

### **3 ZUSAMMENFASSUNG - AUSBLICK**

Der Immobilienmarkt befindet sich im Wandel. Unter der Annahme von stetig steigenden Energiepreisen ist mit einer verstärkten Nachfrage nach energieeffizienten Immobilien zu rechnen. Es drängen vermehrt energieeffiziente Gebäudekonzepte im Neubau- und Sanierungsbereich auf den Markt. So werden zunehmend Gebäude im Niedrigenergiehaus- und Passivhausstandard errichtet.

Zu den bisher am Immobilienmarkt wertbestimmenden Eigenschaften einer Liegenschaft wie Lage, Größe, Ausstattung und Gebäudealter, kommen dadurch neue, sogenannte Nachhaltigkeitsaspekte, hinzu. Der wichtigste Nachhaltigkeitsaspekt eines Gebäudes, welcher bereits jetzt von Marktteilnehmern wahrgenommen wird, ist die Energieeffizienz.

In der Liegenschaftsbewertung kann die Energieeffizienz bisher nur schwer eingepreist werden. Dies stellt Liegenschaftsbewerter vor neue Herausforderungen.

Das vorrangige Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung einer geeigneten Bewertungsmethodik zur Berücksichtigung des Passivhaus- bzw. Niedrigstenergiehausstandards für Wohngebäude in der Liegenschaftsbewertung.

Dazu wurde zunächst der Passivhausmarkt in Hinblick auf die derzeitige und zukünftige Marktakzeptanz und die rechtlichen Rahmenbedingungen untersucht.

Mehr als die Hälfte der ÖsterreicherInnen kann sich vorstellen, in einem Gebäude errichtet in Passivhausbauweise zu leben.

In Österreich wurden bis heute mehr als 12.000 Passivhäuser errichtet. Der Anteil an Gebäuden, die unter den heutigen wärmetechnischen Mindestvorgaben liegen, wächst im Vergleich zu konventionellen Gebäuden von Jahr zu Jahr.

Darüber hinaus werden sich nachhaltige Gebäudekonzepte in Zukunft allein schon durch die rechtlichen Vorgaben vermehrt durchsetzen.

Ab dem Jahr 2020 dürfen im EU-Raum nur noch „nearly-zero-energy-buildings“ gebaut werden. Ab Dezember 2012 wird die gesetzliche Pflicht zur Angabe der Energiekennzahlen des Heizwärmebedarfs und des Gesamtenergieeffizienzfaktors in Immobilienanzeigen zu einem größeren Energie-Bewusstsein in der Bevölkerung führen.

Im 2. Kapitel wurden die für die thermische und energetische Gebäudequalität wichtigsten Kennzahlen unter die Lupe genommen und miteinander verglichen. Es konnte eine Entwicklung weg von einer reinen Gebäudehüllenbewertung hin zu einer Bewertung der Gesamtenergieeffizienz festgestellt werden. Mit der Umsetzung der neuen OIB Richtlinie 6 (2011) rücken zusätzlich zum Heizwärmebedarf (HWB) auch

der Primärenergiebedarf (PEB), die Kohlendioxidemissionen ( $\text{CO}_2$ ) und der Endenergiebedarf (EEB), ausgedrückt als Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{\text{GEE}}$ ), in den Fokus.

Im 3. Kapitel wurden die wichtigsten am Markt befindlichen Gebäudekonzepte miteinander verglichen. Das Ergebnis war, dass der Passivhausstandard in Hinblick auf die thermische Qualität von Gebäuden das Optimum darstellt. Ein geringer Heizwärmebedarf ist jedoch nur mit dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und einer sehr guten Gebäude-Kompaktheit erreichbar. Bei Ein- und Mehrfamilienwohnhäusern können die erzielbaren Betriebskosteneinsparungen mit rund € 2,10 pro Quadratmeter und Jahr im Vergleich zu einem Niedrigenergiestandardgebäude beziffert werden.

Die heutige Liegenschaftsbewertungspraxis wurde im 4. Kapitel überblicksmäßig beschrieben. Die vier wichtigsten Bewertungsverfahren, das Vergleichswert-, das Sachwert-, das Ertragswert- und das Discounted-Cash\_Flow-Verfahren wurden vorgestellt. Dabei hat sich herausgestellt, dass die bisherige Bewertung die Gesamt-Energieeffizienz von Gebäuden nur unzureichend abbildet und deshalb eine Energieeffizienzbewertungsmethode entwickelt werden sollte, um diese im Bewertungsverfahren implementieren zu können.

Es wurde festgestellt, dass in **allen Verfahren die grundsätzliche Berücksichtigung der Energieeffizienz als Wertzuschlag unter dem Punkt „sonstige wertbeeinflussende Umstände“ getätigt werden** sollte. Allein im Ertragswertverfahren könnte auch eine Anpassung der nachhaltigen Miete erfolgen. **Die Energieeffizienzbewertung sollte, ausgehend von zukünftig möglichen Minderkosten, in Form eines in Geldeinheiten bewerteten Nutzens erfolgen.**

Dazu war es notwendig, einen Vergleichs-Referenzwert, der einen wärmetechnischen Mindeststandard aufweist, festzulegen. Bisher ging man vom Heizwärmebedarf als einzige mögliche monetär bewertbare Energiekennzahl aus. Dies führte aber zu unbefriedigenden Ergebnissen, da nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, nicht aber die Heizungsanlage und deren Verluste, abgebildet werden konnte. Mit dem Inkrafttreten der neuen OIB-Richtlinie 6 und den damit zusammenhängenden neuen Energiekennzahlen im Energieausweis war es nun möglich, eine umfassendere Energieeffizienzbewertung durchzuführen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der ersten vier Kapitel wurde im Kapitel 5 eine neue Energieeffizienzbewertungsmethode für Wohnbauten, welche die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes berücksichtigt, entwickelt.

Zur Methodenentwicklung waren folgende Parameter zu bestimmen:

- Eine für die Bewertung geeignete und aussagekräftige Energiekennzahl
- Eine zugehörige Referenzenergiekennzahl, die den Mindeststandard widerspiegelt
- Einen heranzuziehenden Energiepreis zur Berechnung des jährlichen in Geldeinheiten ausgedrückten zusätzlichen Nutzens durch die zukünftig erwartbaren Minderkosten
- Eine Zeitspanne, einen Zinssatz und eine mögliche Energiepreissteigerung zur Kapitalisierung des bewerteten Nutzens
- Die Höhe der Instandhaltungs- bzw. Betriebskosten aufgrund der aufwendigeren Gebäudetechnikkomponenten

Um dem Wertermittler die Energieeffizienzbewertung zu vereinfachen wurde, aus der entwickelten Methodik eine „**Energieeffizienz-Bewertungstabelle**“ abgeleitet.

Die Tabelle baut grundsätzlich auf den nach OIB-Richtlinie 6 (2011) berechneten und im neuen Energieausweis (2012) ausgewiesenen Energieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ) und den zum Betrieb eines Wohngebäudes notwendigen Nutzwärmebedarf (NWB) auf.

In Anlehnung an die  $f_{GEE}$ -Klassifizierung und der entwickelten Bewertungsmethode wurden zwei Bewertungstabellen entworfen. Eine zur Bewertung von kleinen Gebäuden bis 400 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche (Ein- und Zweifamilienhäuser) und eine andere zur Bewertung von Mehrfamilienhäusern (Zinshäuser, WEG-Wohnhäuser) ab 400 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche.

Zur Bewertung mit den „Energieeffizienzbewertungstabellen“ müssen dem Wertermittler lediglich folgende Parameter bekannt sein:

- Der im Energieausweis berechnete Gesamtenergieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ )
- Die charakteristische Länge des Gebäudes
- Die Restnutzungsdauer der für die Energieeffizienz relevanten Bauteile
- Die im zu bewertenden Gebäude verwendete Energiebereitstellungsart (z.B. Fernwärme, Biomasse, Wärmepumpe, usw.)

Zur Plausibilisierung der Energieeffizienz-Bewertungsmethode wurde im Anschluss eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Bei Vergleich der Ergebnisse aus den Energieeffizienzbewertungstabellen fiel auf, dass bei Erreichen derselben Gesamtenergieeffizienz, ausgedrückt durch den Energieeffizienzfaktor ( $f_{GEE}$ ), für die Wärmebereitstellung mittels Sole-Wasser-Wärmepumpe gefolgt von einer Luft-

Wasser-Wärmepumpe, Biomasse mit Pellets, Fernwärme und Erdgas die meisten Zuschläge in der Bewertung zu tätigen sind.

Zur Verwendung der Energieeffizienzbewertungstabellen in der Praxis wurden am Ende der Arbeit drei Muster-Bewertungen in verschiedenen Verfahren dargestellt. Diese können den Immobilienwertermittlern als Vorlage dienen.

Eine Anpassung an geänderte Anforderungswerte, z.B. den Gesamtenergiefaktor betreffend, ist jederzeit möglich. Dies erscheint auch notwendig, da sich die Tatsache, dass Passiv- und Niedrigstenergiehäuser einen höheren Marktwert besitzen als Standardgebäude, in Zukunft mehr und mehr abschwächen dürfte. Hervorgerufen wird dies durch die geplante gesetzliche stufenweise Verschärfung der bisherigen Anforderungswerte an Gebäude bis hin zum 2020 geforderten „Nearly-Zero-Gebäude“. Als zukünftige Fragestellung ist somit zu formulieren:

Inwieweit sinken ineffiziente Bestandsgebäude in der Werthaltigkeit?

Auch der Umgang mit neuen Gebäudekonzepten in der Bewertung (z.B. dem Sonnenhausstandard, usw.) wird Liegenschaftssachverständige vor neue Herausforderungen stellen.

**Der Wertermittler hat jedenfalls den Einfluss der Energieeffizienz bei jeder einzelnen Immobilie getrennt zu hinterfragen.** Beispielsweise wird bei eigengenutzten Immobilien der gehobenen Preisklasse in Top-Innenstadtlagen die Energieeffizienz bei der Kaufentscheidung vermutlich weiterhin nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Der Trend wird sich in Richtung einer lebenszyklusbezogenen Betrachtung unter Berücksichtigung aller während der Nutzungszeit auftretenden Kosten fortsetzen. Vom Nutzer wird zunehmend der Gesamtaufwand, zusammengesetzt aus Miete und Betriebskosten (2. Miete), wahrgenommen. Das bedeutet, dass zusätzlich zu den Anschaffungskosten auch die laufenden Betriebskosten in der Bewertung an Bedeutung gewinnen werden.

**Mit der in dieser Arbeit entwickelten Energieeffizienzbewertungsmethode ist es erstmals möglich, die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes im Zuge der Immobilienbewertung vollständig abzubilden.** Auch besteht die Möglichkeit, die Energieeffizienzbewertungsmethode in bestehende Bewertungssoftwaretools aufzunehmen.

Die monetäre Bewertung von Nachhaltigkeit in der Liegenschaftsbewertung von Wohn- und vor allem von Nichtwohngebäuden wird weiterer intensiver Forschungsarbeit bedürfen.

## **ANHANG**

Anhang 5:

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 30 Jahre										RND der relevanten Bauteile = 25 Jahre																							
EFH	Ic	A++	A+	A+	A	A	A	B	B	B	A++	A+	A+	A	A	A	B	B	B																
		f <sub>REE</sub> ≤ 0,55	f <sub>REE</sub> ≤ 0,60	f <sub>REE</sub> ≤ 0,65	f <sub>REE</sub> ≤ 0,70	f <sub>REE</sub> ≤ 0,75	f <sub>REE</sub> ≤ 0,80	f <sub>REE</sub> ≤ 0,85	f <sub>REE</sub> ≤ 0,90	f <sub>REE</sub> ≤ 0,95	f <sub>REE</sub> ≤ 1,00	f <sub>REE</sub> ≤ 0,55	f <sub>REE</sub> ≤ 0,60	f <sub>REE</sub> ≤ 0,65	f <sub>REE</sub> ≤ 0,70	f <sub>REE</sub> ≤ 0,75	f <sub>REE</sub> ≤ 0,80	f <sub>REE</sub> ≤ 0,85	f <sub>REE</sub> ≤ 0,90	f <sub>REE</sub> ≤ 0,95	f <sub>REE</sub> ≤ 1,00														
Fernwärme	0,92	168,7	149,9	131,2	112,4	93,7	75,0	56,2	37,5	18,7	-	133,6	118,7	103,9	89,1	74,2	59,4	44,5	29,7	14,8	-														
	1,33	142,3	126,5	110,7	94,9	79,1	63,3	47,4	31,6	15,8	-	112,7	100,2	87,7	75,2	62,6	50,1	37,6	25,1	12,5	-														
	1,60	133,3	118,5	103,7	88,9	74,1	59,3	44,4	29,6	14,8	-	105,6	93,9	82,1	70,4	58,7	46,9	35,2	23,5	11,7	-														
	2,⊘	117,2	104,2	91,1	78,1	65,1	52,1	39,1	26,0	13,0	-	92,8	82,5	72,2	61,9	51,6	41,2	30,9	20,6	10,3	-														
Erdgas	0,92	115,0	102,2	89,4	76,7	63,9	51,1	38,3	25,6	12,8	-	98,7	87,7	76,7	65,8	54,8	43,8	32,9	21,9	11,0	-														
	1,33	97,1	86,3	75,5	64,8	54,0	43,2	32,4	21,6	10,8	-	83,3	74,1	64,8	55,6	46,3	37,0	27,8	18,5	9,3	-														
	1,60	94,7	84,1	73,6	63,1	52,6	42,1	31,6	21,0	10,5	-	81,2	72,2	63,2	54,1	45,1	36,1	27,1	18,0	9,0	-														
	2,⊘	84,8	75,4	65,9	56,5	47,1	37,7	28,3	18,8	9,4	-	72,7	64,7	56,6	48,5	40,4	32,3	24,2	16,2	8,1	-														
Pellets	0,92	175,1	155,7	136,2	116,7	97,3	77,8	58,4	38,9	19,5	-	138,2	122,9	107,5	92,1	76,8	61,4	46,1	30,7	15,4	-														
	1,33	151,3	134,5	117,7	100,9	84,0	67,2	50,4	33,6	16,8	-	119,4	106,1	92,9	79,6	66,3	53,1	39,8	26,5	13,3	-														
	1,60	145,8	129,6	113,4	97,2	81,0	64,8	48,6	32,4	16,2	-	115,0	102,3	89,5	76,7	63,9	51,1	38,3	25,6	12,8	-														
	2,⊘	132,2	117,5	102,8	88,1	73,4	58,7	44,1	29,4	14,7	-	104,3	92,7	81,1	69,5	57,9	46,4	34,8	23,2	11,6	-														
Wärmepumpe Wasser/Wasser	0,92	286,7	254,8	223,0	191,1	159,3	127,4	95,6	63,7	31,9	-	226,5	201,4	176,2	151,0	125,8	100,7	75,5	50,3	25,2	-														
	1,33	244,4	217,3	190,1	163,0	135,8	108,6	81,5	54,3	27,2	-	193,1	171,7	150,2	128,8	107,3	85,8	64,4	42,9	21,5	-														
	1,60	230,5	204,9	179,3	153,7	128,0	102,4	76,8	51,2	25,6	-	182,1	161,9	141,6	121,4	101,2	80,9	60,7	40,5	20,2	-														
	2,⊘	201,0	178,7	156,3	134,0	111,7	89,3	67,0	44,7	22,3	-	158,8	141,2	123,5	105,9	88,2	70,6	52,9	35,3	17,6	-														
Wärmepumpe Luft/Wasser	0,92	210,2	186,9	163,5	140,1	116,8	93,4	70,1	46,7	23,4	-	166,1	147,6	129,2	110,7	92,3	73,8	55,4	36,9	18,5	-														
	1,33	182,5	162,2	142,0	121,7	101,4	81,1	60,8	40,6	20,3	-	144,2	128,2	112,2	96,1	80,1	64,1	48,1	32,0	16,0	-														
	1,60	171,6	152,5	133,4	114,4	95,3	76,3	57,2	38,1	19,1	-	135,6	120,5	105,4	90,4	75,3	60,3	45,2	30,1	15,1	-														
	2,⊘	149,8	133,2	116,5	99,9	83,2	66,6	49,9	33,3	16,6	-	118,4	105,2	92,1	78,9	65,8	52,6	39,5	26,3	13,2	-														
Tabellenwerte in Euro/BGF		Energieeffizienzzuschlag in Euro (EE) = interpolierter Tabellenwert (EE/BGF) x konditionierte Bruttogrundfläche (BGF)																																	
Temperaturfaktor TF		Standortklimabewertung										TF= HWB <sub>sk</sub> /HWB <sub>ref</sub>								Abschlagswert bei k															
Klimaabschlag/Klimazuschlag		0,85	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	10,5%		7,0%	3,5%	2,8%	2,1%	1,4%	0,7%	0,0%	-0,7%	-1,4%	-2,1%	-2,8%	-3,5%	-7,0%	-10,5%	-14,0%

RND der relevanten Bauteile = 25 Jahre										RND der relevanten Bauteile = 20 Jahre									
A++ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,55	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,60	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,65	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,70	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,75	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,80	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,85	B f <sub>GEE</sub> ≤ 0,90	B f <sub>GEE</sub> ≤ 0,95	B f <sub>GEE</sub> ≤ 1,00	A++ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,55	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,60	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,65	A+ f <sub>GEE</sub> ≤ 0,70	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,75	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,80	A f <sub>GEE</sub> ≤ 0,85	B f <sub>GEE</sub> ≤ 0,90	B f <sub>GEE</sub> ≤ 0,95	B f <sub>GEE</sub> ≤ 1,00
133,6	118,7	103,9	89,1	74,2	59,4	44,5	29,7	14,8	-	105,8	94,1	82,3	70,5	58,8	47,0	35,3	23,5	11,8	-
112,7	100,2	87,7	75,2	62,6	50,1	37,6	25,1	12,5	-	89,3	79,4	69,5	59,5	49,6	39,7	29,8	19,8	9,9	-
105,6	93,9	82,1	70,4	58,7	46,9	35,2	23,5	11,7	-	83,7	74,4	65,1	55,8	46,5	37,2	27,9	18,6	9,3	-
92,8	82,5	72,2	61,9	51,6	41,2	30,9	20,6	10,3	-	73,5	65,3	57,2	49,0	40,8	32,7	24,5	16,3	8,2	-
98,7	87,7	76,7	65,8	54,8	43,8	32,9	21,9	11,0	-	84,6	75,2	65,8	56,4	47,0	37,6	28,2	18,8	9,4	-
83,3	74,1	64,8	55,6	46,3	37,0	27,8	18,5	9,3	-	71,5	63,5	55,6	47,7	39,7	31,8	23,8	15,9	7,9	-
81,2	72,2	63,2	54,1	45,1	36,1	27,1	18,0	9,0	-	69,7	61,9	54,2	46,4	38,7	31,0	23,2	15,5	7,7	-
72,7	64,7	56,6	48,5	40,4	32,3	24,2	16,2	8,1	-	62,4	55,5	48,5	41,6	34,7	27,7	20,8	13,9	6,9	-
138,2	122,9	107,5	92,1	76,8	61,4	46,1	30,7	15,4	-	109,1	97,0	84,8	72,7	60,6	48,5	36,4	24,2	12,1	-
119,4	106,1	92,9	79,6	66,3	53,1	39,8	26,5	13,3	-	94,2	83,8	73,3	62,8	52,3	41,9	31,4	20,9	10,5	-
115,0	102,3	89,5	76,7	63,9	51,1	38,3	25,6	12,8	-	90,8	80,7	70,6	60,5	50,4	40,4	30,3	20,2	10,1	-
104,3	92,7	81,1	69,5	57,9	46,4	34,8	23,2	11,6	-	82,3	73,2	64,0	54,9	45,7	36,6	27,4	18,3	9,1	-
226,5	201,4	176,2	151,0	125,8	100,7	75,5	50,3	25,2	-	179,0	159,1	139,2	119,3	99,4	79,5	59,7	39,8	19,9	-
193,1	171,7	150,2	128,8	107,3	85,8	64,4	42,9	21,5	-	152,6	135,7	118,7	101,7	84,8	67,8	50,9	33,9	17,0	-
182,1	161,9	141,6	121,4	101,2	80,9	60,7	40,5	20,2	-	143,9	127,9	111,9	95,9	79,9	64,0	48,0	32,0	16,0	-
158,8	141,2	123,5	105,9	88,2	70,6	52,9	35,3	17,6	-	125,5	111,6	97,6	83,7	69,7	55,8	41,8	27,9	13,9	-
166,1	147,6	129,2	110,7	92,3	73,8	55,4	36,9	18,5	-	131,2	116,7	102,1	87,5	72,9	58,3	43,7	29,2	14,6	-
144,2	128,2	112,2	96,1	80,1	64,1	48,1	32,0	16,0	-	113,9	101,3	88,6	76,0	63,3	50,6	38,0	25,3	12,7	-
135,6	120,5	105,4	90,4	75,3	60,3	45,2	30,1	15,1	-	107,1	95,2	83,3	71,4	59,5	47,6	35,7	23,8	11,9	-
118,4	105,2	92,1	78,9	65,8	52,6	39,5	26,3	13,2	-	93,5	83,1	72,7	62,3	52,0	41,6	31,2	20,8	10,4	-
ditionierte Bruttogrundfläche (BGF)																			
Abschlagswert bei kontrollierter Wohnraumlüftung = - 26,3 x BGF																			
1,04	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25														
-2,8%	-3,5%	-7,0%	-10,5%	-14,0%	-17,5%														

Anhang 6:

# Energieeffizienz-Bewertung von Niedrigstenergie- und Passivhäusern

Energieeffizienzbewertung 2012		RND der relevanten Bauteile = 30 Jahre										RND der relevanten Bauteile = 25 Jahre																			
MFH	Ic	A++	A+	A	A-	A	A	A	B	B	B	A++	A+	A	A-	A	A	A	B	B	B	A++	A+	A	A-	A	A	A	B	B	B
		f <sub>REE</sub> ≤ 0,55	f <sub>REE</sub> ≤ 0,60	f <sub>REE</sub> ≤ 0,65	f <sub>REE</sub> ≤ 0,70	f <sub>REE</sub> ≤ 0,75	f <sub>REE</sub> ≤ 0,80	f <sub>REE</sub> ≤ 0,85	f <sub>REE</sub> ≤ 0,90	f <sub>REE</sub> ≤ 0,95	f <sub>REE</sub> ≤ 1,00	f <sub>REE</sub> ≤ 0,55	f <sub>REE</sub> ≤ 0,60	f <sub>REE</sub> ≤ 0,65	f <sub>REE</sub> ≤ 0,70	f <sub>REE</sub> ≤ 0,75	f <sub>REE</sub> ≤ 0,80	f <sub>REE</sub> ≤ 0,85	f <sub>REE</sub> ≤ 0,90	f <sub>REE</sub> ≤ 0,95	f <sub>REE</sub> ≤ 1,00	f <sub>REE</sub> ≤ 0,55	f <sub>REE</sub> ≤ 0,60	f <sub>REE</sub> ≤ 0,65	f <sub>REE</sub> ≤ 0,70	f <sub>REE</sub> ≤ 0,75	f <sub>REE</sub> ≤ 0,80	f <sub>REE</sub> ≤ 0,85	f <sub>REE</sub> ≤ 0,90	f <sub>REE</sub> ≤ 0,95	f <sub>REE</sub> ≤ 1,00
Fernwärme	0,92	137,8	122,5	107,2	91,8	76,5	61,2	45,9	30,6	15,3	-	109,1	97,0	84,9	72,7	60,6	48,5	36,4	24,2	12,1	-	109,1	97,0	84,9	72,7	60,6	48,5	36,4	24,2	12,1	-
	1,33	121,3	107,8	94,4	80,9	67,4	53,9	40,4	27,0	13,5	-	96,1	85,4	74,7	64,1	53,4	42,7	32,0	21,4	10,7	-	96,1	85,4	74,7	64,1	53,4	42,7	32,0	21,4	10,7	-
	1,60	118,4	105,3	92,1	79,0	65,8	52,6	39,5	26,3	13,2	-	93,8	83,4	73,0	62,5	52,1	41,7	31,3	20,8	10,4	-	93,8	83,4	73,0	62,5	52,1	41,7	31,3	20,8	10,4	-
	2,18	106,2	94,4	82,6	70,8	59,0	47,2	35,4	23,6	11,8	-	84,1	74,8	65,4	56,1	46,7	37,4	28,0	18,7	9,3	-	84,1	74,8	65,4	56,1	46,7	37,4	28,0	18,7	9,3	-
	2,53	102,7	91,3	79,8	68,4	57,0	45,6	34,2	22,8	11,4	-	81,3	72,3	63,2	54,2	45,2	36,1	27,1	18,1	9,0	-	81,3	72,3	63,2	54,2	45,2	36,1	27,1	18,1	9,0	-
	3,20	95,1	84,6	74,0	63,4	52,9	42,3	31,7	21,1	10,6	-	75,4	67,0	58,6	50,2	41,9	33,5	25,1	16,7	8,4	-	75,4	67,0	58,6	50,2	41,9	33,5	25,1	16,7	8,4	-
	3,56	92,7	82,4	72,1	61,8	51,5	41,2	30,9	20,6	10,3	-	73,4	65,3	57,1	48,9	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	-	73,4	65,3	57,1	48,9	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	-
	4,17	88,6	78,8	68,9	59,1	49,2	39,4	29,5	19,7	9,8	-	70,2	62,4	54,6	46,8	39,0	31,2	23,4	15,6	7,8	-	70,2	62,4	54,6	46,8	39,0	31,2	23,4	15,6	7,8	-
	4,47	87,2	77,5	67,8	58,1	48,4	38,8	29,1	19,4	9,7	-	69,1	61,4	53,7	46,0	38,4	30,7	23,0	15,3	7,7	-	69,1	61,4	53,7	46,0	38,4	30,7	23,0	15,3	7,7	-
Erdgas	0,92	93,7	83,3	72,9	62,5	52,1	41,7	31,2	20,8	10,4	-	80,4	71,5	62,5	53,6	44,7	35,7	26,8	17,9	8,9	-	80,4	71,5	62,5	53,6	44,7	35,7	26,8	17,9	8,9	-
	1,33	82,5	73,4	64,2	55,0	45,9	36,7	27,5	18,3	9,2	-	70,8	62,9	55,1	47,2	39,3	31,5	23,6	15,7	7,9	-	70,8	62,9	55,1	47,2	39,3	31,5	23,6	15,7	7,9	-
	1,60	71,9	63,9	55,9	47,9	39,9	31,9	24,0	16,0	8,0	-	61,7	54,8	48,0	41,1	34,3	27,4	20,6	13,7	6,9	-	61,7	54,8	48,0	41,1	34,3	27,4	20,6	13,7	6,9	-
	2,18	77,0	68,4	59,9	51,3	42,8	34,2	25,7	17,1	8,6	-	66,1	58,7	51,4	44,0	36,7	29,4	22,0	14,7	7,3	-	66,1	58,7	51,4	44,0	36,7	29,4	22,0	14,7	7,3	-
	2,53	74,7	66,4	58,1	49,8	41,5	33,2	24,9	16,6	8,3	-	64,1	57,0	49,9	42,7	35,6	28,5	21,4	14,2	7,1	-	64,1	57,0	49,9	42,7	35,6	28,5	21,4	14,2	7,1	-
	3,20	69,7	62,0	54,2	46,5	38,7	31,0	23,2	15,5	7,7	-	59,8	53,1	46,5	39,9	33,2	26,6	19,9	13,3	6,6	-	59,8	53,1	46,5	39,9	33,2	26,6	19,9	13,3	6,6	-
	3,56	68,1	60,5	53,0	45,4	37,8	30,3	22,7	15,1	7,6	-	58,4	51,9	45,4	38,9	32,5	26,0	19,5	13,0	6,5	-	58,4	51,9	45,4	38,9	32,5	26,0	19,5	13,0	6,5	-
	4,17	65,3	58,0	50,8	43,5	36,3	29,0	21,8	14,5	7,3	-	56,0	49,8	43,6	37,3	31,1	24,9	18,7	12,4	6,2	-	56,0	49,8	43,6	37,3	31,1	24,9	18,7	12,4	6,2	-
	4,47	64,3	57,1	50,0	42,8	35,7	28,6	21,4	14,3	7,1	-	55,1	49,0	42,9	36,8	30,6	24,5	18,4	12,3	6,1	-	55,1	49,0	42,9	36,8	30,6	24,5	18,4	12,3	6,1	-
Pellets	0,92	151,5	134,7	117,8	101,0	84,2	67,3	50,5	33,7	16,8	-	119,6	106,3	93,0	79,7	66,4	53,1	39,9	26,6	13,3	-	119,6	106,3	93,0	79,7	66,4	53,1	39,9	26,6	13,3	-
	1,33	135,6	120,5	105,5	90,4	75,3	60,3	45,2	30,1	15,1	-	107,0	95,1	83,2	71,3	59,4	47,6	35,7	23,8	11,9	-	107,0	95,1	83,2	71,3	59,4	47,6	35,7	23,8	11,9	-
	1,60	133,9	119,0	104,1	89,3	74,4	59,5	44,6	29,8	14,9	-	105,7	93,9	82,2	70,5	58,7	47,0	35,2	23,5	11,7	-	105,7	93,9	82,2	70,5	58,7	47,0	35,2	23,5	11,7	-
	2,18	123,9	110,1	96,4	82,6	68,8	55,1	41,3	27,5	13,8	-	97,8	86,9	76,0	65,2	54,3	43,5	32,6	21,7	10,9	-	97,8	86,9	76,0	65,2	54,3	43,5	32,6	21,7	10,9	-
	2,53	121,9	108,3	94,8	81,3	67,7	54,2	40,6	27,1	13,5	-	96,2	85,5	74,8	64,1	53,4	42,7	32,1	21,4	10,7	-	96,2	85,5	74,8	64,1	53,4	42,7	32,1	21,4	10,7	-
	3,20	115,4	102,6	89,8	77,0	64,1	51,3	38,5	25,7	12,8	-	91,1	81,0	70,9	60,7	50,6	40,5	30,4	20,2	10,1	-	91,1	81,0	70,9	60,7	50,6	40,5	30,4	20,2	10,1	-
	3,56	114,3	101,6	88,9	76,2	63,5	50,8	38,1	25,4	12,7	-	90,2	80,2	70,2	60,1	50,1	40,1	30,1	20,0	10,0	-	90,2	80,2	70,2	60,1	50,1	40,1	30,1	20,0	10,0	-
	4,17	110,8	98,5	86,2	73,9	61,6	49,3	36,9	24,6	12,3	-	87,5	77,8	68,0	58,3	48,6	38,9	29,2	19,4	9,7	-	87,5	77,8	68,0	58,3	48,6	38,9	29,2	19,4	9,7	-
	4,47	109,8	97,6	85,4	73,2	61,0	48,8	36,6	24,4	12,2	-	86,7	77,1	67,4	57,8	48,2	38,5	28,9	19,3	9,6	-	86,7	77,1	67,4	57,8	48,2	38,5	28,9	19,3	9,6	-
Wärmepumpe Wasser/Wasser	0,92	174,1	154,7	135,4	116,1	96,7	77,4	58,0	38,7	19,3	-	137,6	122,3	107,0	91,7	76,4	61,1	45,9	30,6	15,3	-	137,6	122,3	107,0	91,7	76,4	61,1	45,9	30,6	15,3	-
	1,33	161,6	143,7	125,7	107,8	89,8	71,8	53,9	35,9	18,0	-	127,7	113,5	99,3	85,1	71,0	56,8	42,6	28,4	14,2	-	127,7	113,5	99,3	85,1	71,0	56,8	42,6	28,4	14,2	-
	1,60	159,0	141,3	123,7	106,0	88,3	70,7	53,0	35,3	17,7	-	125,6	111,7	97,7	83,7	69,8	55,8	41,9	27,9	14,0	-	125,6	111,7	97,7	83,7	69,8	55,8	41,9	27,9	14,0	-
	2,18	146,5	130,2	113,9	97,7	81,4	65,1	48,8	32,6	16,3	-	115,8	102,9	90,0	77,2	64,3	51,4	38,6	25,7	12,9	-	115,8	102,9	90,0	77,2	64,3	51,4	38,6	25,7	12,9	-
	2,53	142,8	126,9	111,0	95,2	79,3	63,4	47,6	31,7	15,9	-	112,8	100,3	87,7	75,2	62,7	50,1	37,6	25,1	12,5	-	112,8	100,3	87,7	75,2	62,7	50,1	37,6	25,1	12,5	-
	3,20	132,0	117,3	102,6	88,0	73,3	58,7	44,0	29,3	14,7	-	104,3	92,7	81,1	69,5	57,9	46,3	34,8	23,2	11,6	-	104,3	92,7	81,1	69,5	57,9	46,3	34,8	23,2	11,6	-
	3,56	128,8	114,5	100,2	85,9	71,6	57,2	42,9	28,6	14,3	-	101,8	90,5	79,2	67,8	56,5	45,2	33,9	22,6	11,3	-	101,8	90,5	79,2	67,8	56,5	45,2	33,9	22,6	11,3	-
	4,17	122,8	109,2	95,5	81,9	68,2	54,6	40,9	27,3	13,6	-	97,0	86,3	75,5	64,7	53,9	43,1	32,3	21,6	10,8	-	97,0	86,3	75,5	64,7	53,9	43,1	32,3	21,6	10,8	-
	4,47	121,1	107,6	94,2	80,7	67,3	53,8	40,4	26,9	13,5	-	95,7	85,0	74,4	63,8	53,1	42,5	31,9	21,3	10,6	-	95,7	85,0	74,4	63,8	53,1	42,5	31,9	21,3	10,6	-
Wärmepumpe Luft/Wasser	0,92	129,0	114,7	100,3	86,0	71,7	57,3	43,0	28,7	14,3	-	101,9	90,6	79,3	67,9	56,6	45,3	34,0	22,6	11,3	-	101,9	90,6	79,3	67,9	56,6	45,3	34,0	22,6	11,3	-
	1,33	112,5	100,0	87,5	75,0	62																									