



Bauvorhaben: THF, MFH: Schwiebusser Straße 42-44 in 10965 Berlin

Neubau mit ca. 4.500m² Wohn-Nutzfläche, 45 WE, 41 Wannen- und 8 Duschbäder, 23 Gäste-WC, 10 Ver- und Entsorgungsstränge, zentrale Warmwasserbereitung mittels Frischwasserstationen mit Pufferspeichern, Zentralheizung mit Gas-Absorptions-Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung und passiver Kühlung über das Erdsondenfeld, Kontrollierte Wohnungsbe- und -entlüftung mit Zuluft in der Betondecke bis zu den Fenstern.

Das Bauvorhaben wurde im Winter 2012/2013 fertiggestellt.

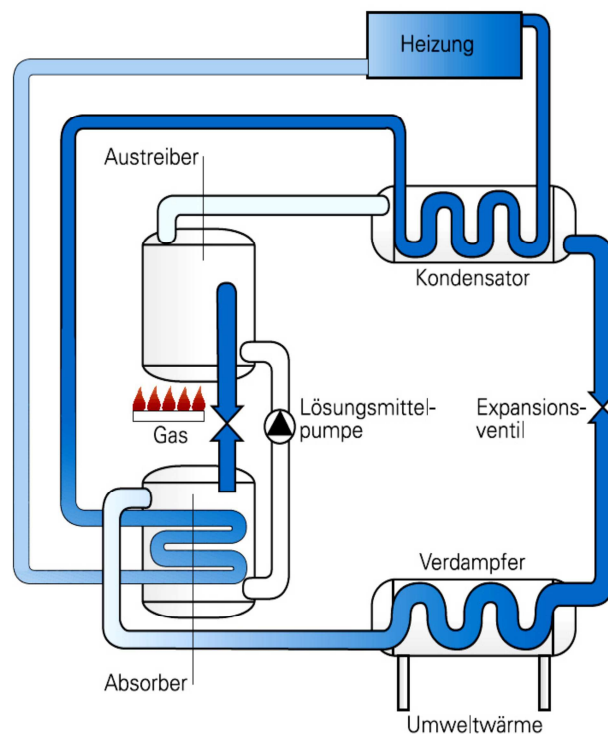
Beschreibung des Konzepts

Eine von unserem Büro erstellte Wirtschaftlichkeitsstudie nach VDI 2067 zu sieben verschiedenen Energieerzeugungsarten hat ergeben, dass eine Gas-Absorptions-Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsondenfeld und passiver Kühlung die wirtschaftlichste Variante zum Heizen und Kühlen des Wohngebäudes darstellt.

Bei der Gas-Sole/Wasser-Wärmepumpe des Herstellers Robur, Typ GAHP-GS HT handelt es sich um eine mit Gas beheizte Absorptionswärmepumpe. Hierbei wird mittels eines lanzenförmigen Gasbrenners, die für den Absorptionsprozess erforderliche Wärme erzeugt. Die Wärmepumpe bezieht ihre regenerative Umweltwärme aus einem angeschlossenen Erdsondenfeld. Die thermische Leistung der 4 Stück Gas-Sole/Wasser-Wärmepumpen beträgt $4 \times 37,6\text{kW} = 150,4\text{kW}$, wobei $4 \times 12,6\text{kW} = 50,4\text{kW}$ als Kälteleistung aus dem Erdreich entnommen werden.

Nach EEWärmeG ist durch die o.g. Maßnahmen die Wärmeerzeugung zu 50% aus Kraft-Wärmekopplung bzw. Wärmepumpe zu decken. Weiterhin sind nach EEWärmeG beim Einsatz von Wärmepumpen vorgegebene Jahresarbeitszahlen JAZ einzuhalten. Die Vorgaben werden eingehalten.

Absorptionswärmepumpen arbeiten mit einem „thermischen Kompressor“. Ähnlich dem vom Camping bekannten Absorberkühlschrank haben Absorptionswärmepumpen kaum bewegte Teile. Daher ist eine hohe Lebensdauer zu erwarten. Als Antriebsenergie dient bei Absorptionswärmepumpen anstelle von Strom für die Erzeugung der mechanischen Antriebsenergie Erdgas zur Erzeugung der thermischen Antriebsenergie. Durch die Verbrennung entsteht Wärmeenergie auf hohem Temperaturniveau, womit der Wärmepumpenprozess aufrecht-erhalten wird (s. folgende Abbildung).



Prinzipschema einer Absorptions-Wärmepumpe

Im Absorber treffen kältemittelarmes Absorptionsmittel (Ammoniak/Wasser oder Lithium/Bromid/Wasser-Gemisch) und Kältemittel aufeinander, wobei eine Auflösung des Kältemittels im Lösungsmittel erfolgt. Hierbei entsteht Kondensations- und Lösungswärme, welche vom Heizungswasser aufgenommen wird. Die an Kältemittel angereicherte Lösung wird anschließend von einer kleinen Lösungsmittelpumpe im flüssigen Zustand auf das höhere Druckniveau des Kondensators gebracht und in den so genannten Austreiber gefördert. In diesem Austreiber wird die angereicherte Lösung „ausgekocht“, wodurch das Kältemittel wieder freigesetzt wird. Im Kondensator überträgt sich die Kondensationswärme ebenfalls an das Heizungswasser. Die verbleibende „arme“ Lösung wird an einem Expansionsventil auf geringeren Druck entspannt, nimmt im Verdampfer Umweltwärme bei geringerem Temperaturniveau auf und fließt erneut dem Absorber zu.

Als Kältemittel werden Ammoniak (R717) und Lithium/Bromid verwendet. Ammoniak ist ein ungiftiges, natürliches Kältemittel und besitzt im Vergleich zu FCKW und FKW keinerlei ozonschädigendes und Treibhaus förderndes Potenzial. Ammoniak als Kältemittel besitzt die nachweislich besten thermodynamischen Eigenschaften und benötigt nur einen relativ geringen Aufwand zur Erzeugung von Kälte- bzw. Wärmeleistung. Die nachteilige Eigenschaft des Ammoniaks, die Schleimhautreizung, wird durch eine sichere Abführung eventuell am Sicherheitsventil austretenden Ammoniaks in einem freistehenden Lüftungsturm entschärft.

Das Verhältnis aus der abgegebenen Nutzwärmeleistung (für Heizung und Trinkwassererwärmung) zur Brennerbelastung des Austreibers (entspricht dem Gasverbrauch) wird bei Absorptionswärmepumpen als Heizzahl bezeichnet. Ähnlich wie bei Brennwertgeräten ist auch bei Gas-Absorptionswärmepumpen eine Abgaskondensation möglich. Absorptionswärmepumpen erreichen üblicherweise Heizzahlen bis 1,7. Um diese auf eine elektrische Vergleichbarkeit umzurechnen, wird die Heizzahl durch den

durchschnittlichen Wirkungsgrad deutscher Kraftwerke von 0,35 geteilt. Es ergibt sich somit eine Jahresarbeitszahl JAZ von 4,86. Wenn der passive Kühlbetrieb im Sommer hinzu gerechnet wird, ist eine JAZ von 5,5 bis 5,8 zu erwarten. Elektrisch angetriebene Wärmepumpen erreichen eine JAZ von 4,5, mit passiver Kühlung rund 5,5.

Aufgrund der heutzutage immer besseren Dämmung der Gebäude sinkt die Gebäudeheizlast, so dass die Wärmeerzeuger kleiner werden können. Bei der Auslegung der Wärmeerzeuger ist aber zu berücksichtigen, dass für die Warmwassererzeugung eine bestimmte Heizlast des Wärmeerzeugers notwendig ist, um eine sichere Warmwassererzeugung zu gewährleisten. Die Gebäudeheizlast nach DIN EN 12831 beträgt rund 95kW. Die Auslegung der Warmwasserbereiter hat einen Zuschlag auf den Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung ergeben, so dass die vier Gas-Sole/Wasser-Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 150,4kW die erforderliche Leistung zur Verfügung stellen.

Erdsonden mit einer Länge von bis zu 99m sind in Berlin bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen. Erdsonden ab 100m Länge sind aufgrund des Bergbaurechts zusätzlich beim Bergbauamt in Cottbus zu beantragen. Bei Großanlagen größer 30kW ist gemäß VDI 4640 ein Geothermal-Response-Test vorzusehen und wird auch von der Unteren Wasserbehörde gefordert.

Der Geothermal-Response-Test mit anschließender EED-Berechnung hat ein Erdsondenfeld von 11 Erdsonden zu je 99m ergeben.

Neben der Bereitstellung der Erdwärme für den Heizbetrieb ist es möglich, über das Erdsondenfeld mittels passiver Kühlung das Gebäude nahezu kostenlos zu kühlen. Die Energiekosteneinsparung gegenüber einer Kühlung mittels eines Kaltwassersatzes beträgt bis zu 95%. Die Wärmepumpe deckt die Heizlast und das Erdsondenfeld im die Kühllast ab. Durch die passive Kühlung wird die Wärme aus dem Gebäude in die Erdsondenanlage eingebracht, so dass sich die Erdsonden nach der Entwärmung während der Heizperiode schneller regenerieren und sich zusätzlich mit Wärme aufladen. Die Jahresarbeitszahl wird somit signifikant verbessert (ca. 15% bis 20%). Dies führt zu einer Senkung des Energieverbrauchs.

Beschreibung der Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung erfolgt mittels Frischwasserstationen mit Pufferspeichern. Frischwasserstationen besitzen Pufferspeicher, welche mit Heizungswasser gefüllt sind und einen oder mehrere Wärmeüberträger, welche von den Pufferspeichern beheizt werden. Die Warmwasserbereitung erfolgt mittels einer Warmwasservorrangschaltung, d.h. sobald die Temperatur im Pufferspeicher unter einen Schwellenwert sinkt, heizt der Wärmeerzeuger den Pufferspeicher entsprechend auf. Bei Warmwasserzapfung wird die Primärpumpe der Frischwasserstation aufgrund der Erfassung der Temperaturänderung eingeschaltet und erwärmt das kalte Trinkwasser im Durchlauferhitzerprinzip auf die eingestellte Warmwassertemperatur von mindestens 60°C mittels des Wärmeüberträgers durch das heiße Wasser aus dem Pufferspeicher. Der Ausgleich von Zirkulationsverlusten erfolgt ebenfalls über den Wärmeübertragerbetrieb. Der Vorteil dieser Warmwasserbereitung ist, dass kein Warmwasser bevorratet werden muss und somit die Gefahr einer Legionellenbildung vermieden werden kann.

Es wurden 3 Frischwassersystem-Energie-Speicher Typ WES 910-W, Fabrikat: Weishaupt installiert.

Technische Daten je Speicher:

Gesamtinhalt 900 l

Heizwasserinhalt 852 l

Trinkwasserinhalt 48 l

Beschreibung der Wohnungsbe- und -entlüftung

Bei der installierten kontrollierten Wohnungsbe- und -entlüftung (KWL) wird in den belasteten Räumen wie Bäder und WC, sowie Küche abgesaugt. Die warme Luft wird nicht wie bei Abluftanlagen nutzlos nach außen geführt, sondern erwärmt über einen Wärmerückgewinner die kalte Außenluft. Die so erwärmte Zuluft wird über Rohre oder Kanäle (im Fußbodenaufbau oder in der Betondecke) in die Wohn- und Schlafräume eingebracht. Eine Einbringung der Zuluft in den Ecken der Räume an der Fensterfront ist für eine diagonale Durchströmung der Räume am Sinnvollsten. Dies kann vom Fußboden oder von der Decke aus erfolgen. Die Zuluft aus den Wohn- und Schlafräumen strömt über Türschlitze (gekürztes Türblatt, Türlüftungsgitter, spezielle Türgummis, Türblendrahmen mit Abstand, Innenwanddurchlassventile, doppelte Deckenventile usw.) in den Flur zu den Absaugstellen. Die KWL-Anlage führt aufgrund der Wärmerückgewinnung von rund 85-90% zu einer Senkung der Heizlast um ca. 45% und somit zu einer entsprechenden Heizenergieeinsparung. Weiterhin wird die Pollen- und Staubbelastung in den Wohnungen deutlich verringert und die Abfuhr von Neubaufeuchtigkeit und von Schadstoffen aus Möbeln und Teppichen erfolgt signifikant schneller als bei einer reinen Fensterlüftung, sowie eine Vermeidung der Schimmelbildung durch fortlaufende Feuchtigkeitsabfuhr.

In diesem Bauvorhaben wurden erstmalig in Deutschland die Lüftungsboxen von Trox-Hesco installiert, welche als vorgefertigte Einheit die Low-Velocity-Volumenstromregler, Schalldämpfer und Regelung in einem Gehäuse anschlussfertig beinhalten. Lose beigelegt wird der mehrstufige Stufenschalter.

Das Fabrikat des im Keller installierten Lüftungszentralgerätes mit der Wärmerückgewinnung von rund 90% lautet Aerex, Typ Reco-Boxx 6000.

Zusammenfassung:

Durch die Installation der Gas-Absorptions-Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsondenfeld und passiver Kühlung im Vergleich zu einer Wärmeerzeugung mittels einer Gas-Brennwertanlage eine CO₂-Reduzierung um rund 33%.

Durch die passive Kühlung mittels Erdsonden erfolgt im Vergleich zu einer Kälteerzeugung mittels Kältemaschine eine CO₂-Reduzierung um rund 95%.

Durch die Installation der kontrollierten Wohnungsbe- und -entlüftung mit Wärmerückgewinnung erfolgt im Vergleich zu einer reinen Abluftanlage eine Senkung des Wärmebedarfs um rund 45% und somit eine entsprechende CO₂-Reduzierung um rund 45%.

Das energetische Niveau des KfW-Effizienzhauses 55 wurde durch die innovative Wärmepumpentechnik in Verbindung mit der hocheffizienten kontrollierten Wohnungs-Be- und -entlüftung, sowie durch die dreifach-Verglasung und entsprechende Dämmung der Außenwände, Kellerdecke und Dachdecke erreicht.

ENERGIEAUSWEIS

für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 30.05.2023

1

Gebäude

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus/ Wohnen		
Adresse	Schwiebusser Straße 42 -44 10965 Berlin		
Gebäudeteil	-		
Baujahr Gebäude	2012		
Baujahr Anlagentechnik	2012		
Anzahl Wohnungen	46		
Gebäudenutzfläche (An)	5391 m² (Wohnfläche 4492 m²)		
Erneuerbare Energien	Geothermie (62.6% Wärme)		
Lüftung	Zu/Abluftanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung durch Wärmeübertrager		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	☒ Neubau Vermietung / Verkauf	☐ Modernisierung (Änderung / Erweiterung)	☐ Sonstiges (freiwillig)

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach EnEV, die sich in der Regel von der allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (Erläuterungen - siehe Seite 4).

- ☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Feddersen Ingenieure GmbH
Beratende Ingenieure für Gebäudetechnik

Waldstraße 44a
10551 Berlin-Tiergarten

30.05.2013
Datum



ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Adresse, Gebäudeteil

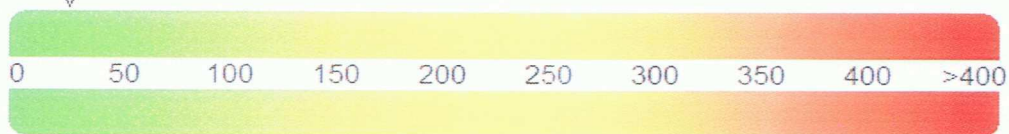
Schwiebuser Straße 42 -44 10965 Berlin

2

Energiebedarf

CO₂-Emissionen 1) 10.5 kg/(m²a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
("Gesamtenergieeffizienz")
27.2 kWh/(m²a)



KfW-Effizienzhaus 100
51.8 kWh/(m²a)
KfW-Effizienzhaus 70
36.2 kWh/(m²a)
KfW-Effizienzhaus 55
28.5 kWh/(m²a)
KfW-Effizienzhaus 40
20.7 kWh/(m²a)

Anforderungen gemäß EnEV 2)

Primärenergiebedarf

Ist-Wert 27.23 kWh/(m²a) Anforderungswert 51.76 kWh/(m²a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle

Ist-Wert 0.41 W/(m²K) Anforderungswert 0.65 W/(m²K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

X Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Verfahren nach DIN V 18599

Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² a) für			Gesamt in kWh/(m ² a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte 4)	
Strom-Mix			3.2	3.7
Gas-Sole/Wasser-WP	11.2	22.2		33.3

Ersatzmaßnahmen³⁾

Anforderungen nach §7 Nr. 2 EEWärmeG

Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten

Anforderungen nach §7 Nr. 2 i.V.m. §8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um - % verschärft

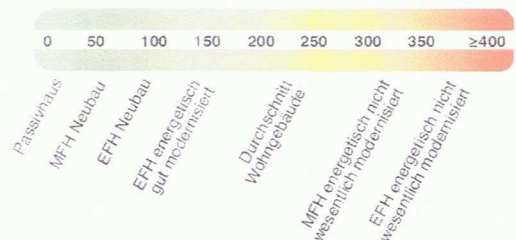
Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert: - kWh/(m²a)

Transmissionswärmeverlust HT'

Verschärfter Anforderungswert: - W/(m²K)

Vergleichswerte Endenergiebedarf



5)

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (An).

1) freiwillige Angabe

2) bei Neubau sowie bei Modernisierung im Falle des §16 Abs. 1 Satz 2 EnEV

3) nur bei Neubau im Falle der Anwendung von §7 Nr. 2 Erneuerbare Energie-Wärmegesetz

4) ggf. einschließlich Kühlung

5) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erläuterungen

4

Energiebedarf - Seite 2

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegevinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf - Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte "Vorkette" (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

Energetische Qualität der Gebäudehülle- Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV HT¹). Er ist ein Maß für die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Kleinere Werte signalisieren einen guten baulichen Wärmeschutz. Außerdem stellt die EnEV Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf - Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz. Die Vergleichswerte für den Energiebedarf sind modellhaft ermittelte Werte und sollen Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten ermöglichen. Es sind ungefähre Bereiche angegeben, in denen die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen. Im Einzelfall können diese Werte auch außerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

Energieverbrauchskennwert - Seite 3

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und/oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nuteinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch für die Heizung hinsichtlich der konkreten örtlichen Wetterdaten auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führen beispielsweise hohe Verbräuche in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Energieverbrauchskennwert gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von deren Lage im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und vom individuellen Verhalten abhängen.

Gemischt genutzte Gebäude

Für Energieausweise bei gemischt genutzten Gebäuden enthält die Energieeinsparverordnung besondere Vorgaben. Danach sind – je nach Fallgestaltung – entweder ein gemeinsamer Energieausweis für alle Nutzungen oder zwei getrennte Energieausweise für Wohnungen und die übrigen Nutzungen auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar (ggf. Angabe „Gebäudeteil“).