

# Bebauungsplan Nr. 398 „Parkstadt Dösen“

## Energiekonzept

---

Parkresidenz Leipzig GmbH

# Impressum

Herausgeber:

Parkresidenz Leipzig GmbH

Wächterstraße 15

04107 Leipzig

Redaktion, Satz und Gestaltung:

seecon Ingenieure GmbH, Spinnereistraße 7, Halle 14, 04179 Leipzig

Stand bzw. Redaktionsschluss:

09.06.2017

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für beide Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht.

# Inhaltsverzeichnis

Impressum .....	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1. Veranlassung .....	4
2. Ausgangssituation und Wärmebedarf.....	5
3. Wärmebereitstellung .....	8
3.1 Einzelversorgungsvarianten .....	8
3.1.1 Erdgasbrennwerttherme .....	8
3.1.2 Geothermie .....	8
3.1.3 Holzheizungen .....	10
3.2 Anforderungen an eine zentrale Wärmeversorgung .....	11
3.3 Fernwärmeversorgung .....	11
3.4 Nahwärmeversorgung .....	12
4. Fazit .....	14
Abbildungsverzeichnis.....	16
Tabellenverzeichnis.....	16

# 1. Veranlassung

Die Parkresidenz Leipzig GmbH plant die Entwicklung eines Wohngebietes auf dem Gelände des ehemaligen Parkkrankenhauses Dösen in Leipzig. Von der städtischen Verwaltung wurde ausgehend vom Kommunalen Klimaschutzkonzept die Erstellung eines Energiekonzeptes für den Standort gefordert. Da die baulichen Anforderungen durch die Energieeinsparverordnung weitestgehend geregelt sind und die Wahl der Wärmeversorgung den größten Einfluss auf den resultierenden Primärenergieeinsatz und die CO<sub>2</sub>-Emissionen hat, konzentriert sich das vorliegende Dokument auf die Beschreibung möglicher Varianten in diesem Bereich.

Es wurden zwei mögliche Wärmeversorgungsvarianten auf ihre grundsätzliche Eignung hin untersucht und die resultierenden ökologischen Auswirkungen bewertet. Zum einen soll die bereits im Gebiet vorhandene Fernwärme und zum anderen eine mögliche eigene Versorgung über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Spitzenlastkessel und ein Nahwärmenetz zur Verteilung bewertet werden.

Die zukünftige Wärmeversorgung muss allen aktuell geltenden energiewirtschaftlichen Anforderungen an die Versorgungssicherheit, der Wirtschaftlichkeit und der ökologischen Verträglichkeit gerecht werden. Das im energiepolitischen Zieldreieck dargestellte Dilemma gilt damit auch für die Entscheidungen bei der Wahl einer geeigneten Wärmeversorgung. Das vorliegende Energiekonzept beleuchtet hierfür mögliche Lösungen.

## 2. Ausgangssituation und Wärmebedarf

Um ein Wohngebäude nutzen zu können, muss Energie eingesetzt werden. Diese wird für das Heizen und die Erwärmung von Trinkwasser aufgewendet. Weiterhin können das Lüften und das Kühlen hinzukommen. Der Sektor der privaten Wohngebäude nimmt gesamtgesellschaftlich einen großen Anteil am Energieverbrauch ein und weist daher auch ein großes Einsparpotenzial beim Einsatz moderner Wärmeversorgungslösungen auf. Aus diesen Gründen wurde die Energieeinsparverordnung EnEV 2014 in Verbindung mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) erlassen, um die Energieverbräuche bzw. die CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Sektor zu verringern.

Beim Energiebedarf lässt sich zwischen Primär- und Endenergiebedarf unterscheiden. Während der Endenergiebedarf die Energie darstellt, die beim Nutzer in der gewünschten Energieform zur Verfügung steht, also bspw. die Kilowattstunde Strom aus der Steckdose, beinhaltet der Primärenergiebedarf die zusätzliche Energie, die in der Vorkette, bspw. im Kraftwerk und beim Transport, verbraucht wurde. Beim Strom beläuft sich der Primärenergiefaktor nach DIN V 4701-10:2003-08 auf ca. 1,8, d. h. um 1 kWh Strom zur Verfügung stellen zu können, werden Primärenergieträger mit einem Energiegehalt von 1,8 kWh benötigt. Zum Vergleich: Der Primärenergiefaktor für Holz wird in der Norm mit 0,2 beziffert. Bei der Wärmebereitstellung über klassische Erdgaskessel wird ein Primärenergiefaktor von 1,1 angesetzt. Die EnEV regelt die Anforderungen an die Gebäudehülle und den Primärenergieeinsatz.

Der zukünftige Gebäudebestand untergliedert sich einerseits in zu sanierende Bestandsgebäude und andererseits in Neubebauungsobjekte. Um eine Grundlage für die mögliche Wärmeversorgung dieser Gebäude zu schaffen, müssen zunächst Endenergiebedarfe abgeschätzt werden. Da es keine direkten gesetzlichen Vorgaben (bspw. aus der EnEV) für die einzuhaltenden Endenergiebedarfe gibt, wurden die Anforderungen an den Primärenergiebedarf vergleichbarer Objekte (Referenzgebäudeverfahren) als Ansätze verwendet. Da eine alleinige Versorgung über Gaskessel für den Neubau nach EEWärmeG auszuschließen ist, wurde ein Primärenergiefaktor von 0,7 angenommen. Für die denkmalgeschützten Bestandsgebäude entfallen die gesetzlichen Anforderungen durch die EnEV. Das EEWärmeG gilt in Sachsen nur für Neubauten. Das bedeutet, dass für die Bestandsgebäude der wirtschaftliche Aspekt des Energieverbrauchs als limitierender Parameter wirksam wird.

Der zukünftige Wärmebedarf der zu sanierenden Gebäude und des geplanten neu zu errichtenden Bestands entspricht den Werten nach Tabelle 1. Für die Ermittlung der Leistung wurden 1.500 Vollbenutzungsstunden pro Jahr angenommen.

Tab. 1 Ergebnis der Wärmebedarfsermittlung

Parameter	Einheit	Bestandsgebäude	Neubau	Summe
Anzahl	1	23	20	43
Nutzfläche	m <sup>2</sup>	31.291	19.102	50.393
Wärmearbeit	MWh/a	3.442	1.338	6.390
Wärmeleistung	MW	2,30	0,89	3,19

Die Verteilung der Anteile der einzelnen Parameter auf die beiden Gebäudeklassen sind in Abb. 1 dargestellt. Es wird deutlich, dass aufgrund der höheren spezifischen Wärmebedarfe die Bestandsgebäude die höheren Anteile am Wärmebedarf aufweisen.

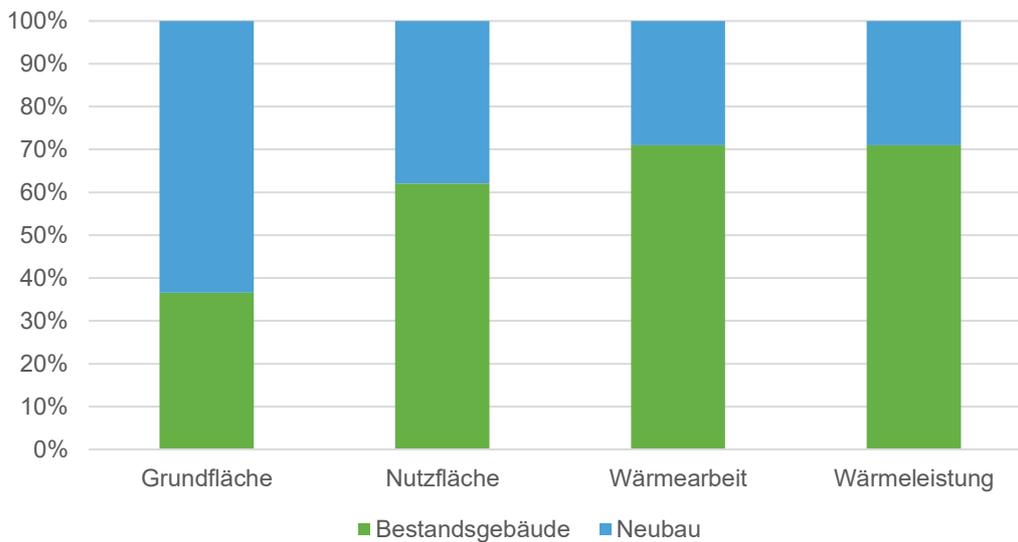


Abb. 1 Verteilung der Parameter zur Wärmebedarfsermittlung auf den Bestand bzw. Neubau

Für die Auslegung einer gemeinsamen Wärmeversorgung ist die bereitzustellende Wärmearbeit für die Bestandsgebäude besonders relevant. Gemäß Abb. 2 nimmt diese 72 % der insgesamt bereitzustellenden Wärme ein.

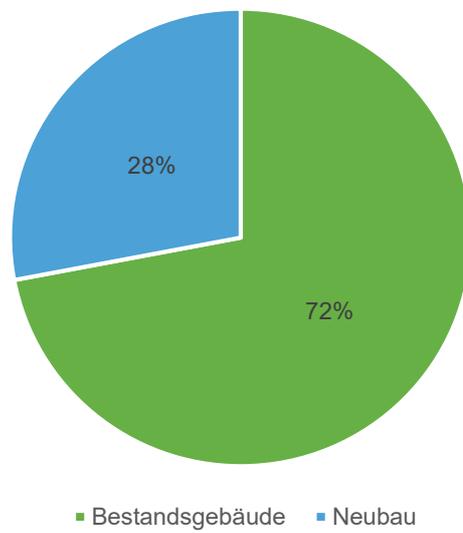


Abb. 2 Verteilung der Wärmeleistung auf die Gebäudegruppen

## 3. Wärmebereitstellung

### 3.1 Einzelversorgungsvarianten

Für die geplanten Objekte kommen prinzipiell auch Einzelversorgungsvarianten infrage, also ein Wärmeerzeuger pro Gebäude. Im Folgenden werden drei mögliche Varianten beschrieben und hinsichtlich ihres Einsatzes für die Neubauten und den zu sanierenden Bestand bewertet.

#### 3.1.1 Erdgasbrennwerttherme

Der Einsatz von Gaskesseln oder wandhängenden Thermen ist eine Standardlösung und in Kombination mit der Nutzung des Brennwerteffektes eine ausgereifte Technologie zur Wärmebereitstellung. Der Einsatz ist für die zu sanierenden Bestandsgebäude auch problemlos möglich. Für die Neubauten müssen jedoch die Vorgaben des EEWärmeG eingehalten werden. Daher müsste bei diesen Objekten zusätzlich eine Solarthermieanlage zur Trinkwarmwasserbereitung vorgesehen werden.

#### 3.1.2 Geothermie

Die Geothermie, auch Erdwärme genannt, ist die im oberen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, die sowohl direkt zum Heizen und Kühlen (Wärmepumpenheizung) als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom oder in einer Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden kann. Dabei wird u. a. zwischen oberflächennaher und Tiefengeothermie unterschieden.

Als oberflächennahe Geothermie wird allgemein die Nutzung der Erdwärme in einem Tiefenbereich zwischen der Erdoberfläche und 400 m bezeichnet. Da die Temperaturen in diesem Bereich nur zwischen 8 und 25 °C liegen, ist der Einsatz von Wärmepumpen erforderlich. Einschränkung ist zu sagen, dass ab einer Tiefe von 100 m für die Errichtung von Sondenanlagen ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren erforderlich ist.

Bei der Nutzung der oberflächennahen Geothermie kommen prinzipiell zwei geschlossene Systeme zum Zuge: Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden. Erdwärmesonden werden mittels Bohrung im Erdreich versenkt, um geothermische Wärmeströme nutzbar zu machen. Erdwärmekollektoren sind Wärmeübertrager, welche sehr nah unter der Erdoberfläche installiert werden. Der größte Teil der bereitgestellten Wärme stammt hierbei aus solaren Einträgen

in den Boden. Der Flächenverbrauch von Erdwärmekollektoren übersteigt den der Sonden um ein Vielfaches, kann aber bei ohnehin erforderlichen Flächenumbauten (Parkplätze, Geländeauftrag etc.) eine kostengünstige Alternative darstellen. Die folgende Abbildung verdeutlicht den Aufbau beider Systeme.

aus datenschutzrechtlichen Gründen ausgeblendet

Neben der Nutzung der Abwärme aus dem Boden besteht auch die Möglichkeit, Grund- oder Oberflächenwasser zu nutzen.<sup>2</sup> Voraussetzung dafür ist, dass genügend Wasser in geringer Entfernung zur Wärmepumpe zur Verfügung steht und eine Möglichkeit zur Ableitung des nach der thermischen Nutzung abgekühlten Wassers vorhanden ist (z. B. in ein Oberflächengewässer). Zur Errichtung einer Wärmepumpe in einem Oberflächengewässer ist eine wasserrechtliche Genehmigung bei der unteren Wasserbehörde einzuholen. Eventuell ist auch die Naturschutzbehörde einzubeziehen. Diese Varianten sind auf dem Gelände der Parkstadt Dösen nur bei umfangreichen Änderungen an der geplanten Bebauung umsetzbar.

Im Bestand ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren eher ungeeignet, da der Flächenbedarf deutlich höher ist und sich das Aufbrechen bereits versiegelter Flächen wirtschaftlich nicht darstellen lässt bzw. über diesen Flächen keine uneingeschränkte Nutzung möglich ist. Erdwärmesonden können eher sinnvoll eingesetzt werden, da bereits eine geringe Fläche genügt, um die Sonden zu setzen. Der Einsatz dieses System wird anhand folgender Beispielrechnung dargestellt. Als Referenzobjekt kommt ein Gebäude mit einer Heizlast von 74 kW zum Zuge.

---

<sup>1</sup> Bundesverband Wärmepumpe

<sup>2</sup> Die Möglichkeit der Nutzung von Abwärme aus der Luft wird im Rahmen des Konzepts nicht beleuchtet, da sich diese Option aufgrund der geringen Umgebungswärme während des Winters, wo der Wärmebedarf am höchsten ist, über den Betriebszeitraum der Anlage wirtschaftlich nicht darstellen lässt.

Tab. 2 Beispielrechnung Geothermie

Parameter	Einheit	Wert
Heizleistung	kW	74,09
Jahresarbeitszahl	1	4,40
Entzugsleistung	kW	57,26
Verdichterleistung	kW	16,84
spezifischer Wärmeentzug	W/m	50,00
Länge aller Sonden	m	1.145,10
Länge einer Sonde	m	100,00
Anzahl Sonden	Stck.	11,45
Flächenbedarf	m <sup>2</sup>	323,77

Aus Tab. 1 geht hervor, dass bereits für ein Bestandsgebäude mindestens 11 Sonden gesetzt werden müssten. Aufgrund der einzuhaltenden Mindestabstände zu Bauwerken, anderen Sonden und der Grundstücksgrenze ist aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse nicht davon auszugehen, dass diese Anzahl von Bohrungen unterzubringen ist. Weiterhin ist der Einsatz von Wärmepumpensystemen nur bei möglichst geringen Vorlauftemperaturen der Heizungsanlagen wirtschaftlich (ca. 35 °C). Im Altbaubestand wird es jedoch schwierig, genügend Fläche bereitzustellen, um die Heizlast decken zu können.

### 3.1.3 Holzheizungen

Der Einsatz von Holz in Form von Pellets oder Hackschnitzeln ist durch die Entwicklung moderner Feuerungssysteme immer populärer geworden. Weiterhin können dadurch einheimische erneuerbare Brennstoffe genutzt werden. Die Vorhaltung des Holzes erfolgt vor Ort in den Gebäuden oder extra errichteten Bunkern. Dadurch ergibt sich ein Platzbedarf, der zu Lasten der Wohn- oder Nebenfläche gehen würde. Für eine erste Abschätzung der notwendigen Lagerraumgröße lassen sich 0,9 m<sup>3</sup> je kW Heizlast verwenden. Bei der in Tabelle 1 aufgeführten Gesamtheizlast in Höhe von 3.186 kW ergibt sich ein benötigtes Volumen von rund 2.867,4 m<sup>3</sup>. Bei einer nutzbaren Lagerraumhöhe von 2,5 m entspricht dies einer Fläche von ca. 1.147 m<sup>2</sup>, welche durch den Bauträger entweder zusätzlich bereitgestellt oder von den bestehenden Flächen abgezogen werden müsste. Weiterhin würde eine regelmäßige Brennstoffanlieferung durch LKW im Gebiet erfolgen müssen, was zu deutlichen Einschränkungen und zusätzlichen Eingriffen in die Straßenplanung führen würde.

Darüber hinaus verursacht die Wärmebereitstellung aus Holz ein spezifisches Emissionsprofil. Im verdichteten Siedlungsbereich ist diese Lösung daher – auch bei Einhaltung der Grenzwerte – nicht unumstritten.

Eine flächendeckende Beheizung aller Gebäude durch Holzpellets oder Hackschnitzel ist daher nicht empfehlenswert.

## 3.2 Anforderungen an eine zentrale Wärmeversorgung

Aufgrund der direkten Anbindung des Geländes an die Fernwärme wurde bereits in einem frühen Stadium eine Wärmeverteilung über Heißwasser diskutiert. Für die Neubebauung gelten die Anforderungen des EEWärmeG, welches die Arten der Beheizung bzw. der Maßnahmen am Gebäude regeln. Es existieren unter anderem die Möglichkeiten zum Erfüllen dieser Erfordernisse durch den Einsatz erneuerbarer Energien oder eines entsprechend hohen Anteils von Wärme aus Kraftwärmekopplungsanlagen. Die daraus resultierenden niedrigen Primärenergiefaktoren erleichtern auch für die Bestandsgebäude das Erreichen von KfW-Effizienzhausstandards für denkmalgeschützte Gebäude.

Durch die notwendige Verlegung eines Wärmenetzes auf dem Gelände müssen zunächst Korridore für die mögliche Leitungsführung definiert werden. Gemäß der Erschließungsplanung ergeben sich die zukünftigen öffentlichen Verkehrsflächen und die Feuerwehraufstellflächen als ideale Bereiche für die Unterbringung der Hauptleitungen. Eine Durch- bzw. Überquerung der Tiefgaragen ist zu vermeiden.

## 3.3 Fernwärmeversorgung

Das Fernwärmenetz versorgt ausgehend vom Heizwerk Dösen bereits einzelne Objekte auf dem ehemaligen Klinikgelände. Eine Erschließung der zu sanierenden Bestandsgebäude und der Neubauten ist problemlos möglich. Von einer Nutzung der Bestandsleitungen ist jedoch abzusehen, da deren Zustand ungeklärt ist und die Leitungen zum Teil über Privatgrund gehen. Es würde ein neues Heißwassernetz im Gebiet unter Einhaltung der im Abschnitt zu den Anforderungen an eine zentrale Wärmeversorgung aufgeführten Bedingungen an die Leitungsführung verlegt werden. Eine separate Erschließung der Neu- und Altbauten ist zu empfehlen, um Überdimensionierungen der Hauptleitungen zu vermeiden.

Die Bereitstellung der Wärme erfolgt bisher zu 19 % aus einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess (BHKW), zu 24 % aus einer Wärmepumpe und zu 57 % aus der Spitzenlastdeckung mittels eines Erdgaskessels. Dadurch wird ein Primärenergiefaktor für die Bereitstellung der

Wärme von 0,7 erreicht.<sup>3</sup> Es wurde bereits angekündigt, dass eine weitere Senkung des Primärenergiebedarfs in Abstimmung mit dem Investor möglich sei.

Die Wärme wird weiterhin nahezu geräuschlos im Quartier verteilt und in den Gebäuden an die Heizungsanlagen übergeben. Die Betriebsführung des Leitungsnetzes und der notwendigen Regelorgane erfolgt durch die Fernwärmegesellschaft. Durch eine weitgehende Verlegung der Hauptleitungen im öffentlich zugänglichen Raum kann auch eine schnelle Eingriffszeit im Havariefall gewährleistet werden. Die Hausübergabestationen, welche die Wärmeabnahme aus dem Netz regeln, können entweder gemietet werden oder vom Kunden selbst erworben werden. In diesem Fall übernimmt dieser die Betriebsführung, Wartung und Instandhaltung. Im ersten Fall kommt es aus der daraus resultierende Wärmelieferung durch den Versorger zum Contracting.

Der Anschluss an die Fernwärme bietet dem Investor und den zukünftigen Eigentümern eine bequeme All-In-One-Lösung, welche aber bei der Entscheidungsfindung zur zukünftigen Wärmeversorgung auch den Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit gerecht werden muss. Dies betrifft nicht nur die notwendigen Baukosten bzw. anfallenden Zuschüsse, sondern auch die laufenden Kosten für die Bereitstellung der Leistung und Arbeit.

## 3.4 Nahwärmeversorgung

Als Nahwärme wird die Übertragung von Wärme zwischen Gebäuden zu Heizzwecken umschrieben, wenn sie im Vergleich zur Fernwärme nur über verhältnismäßig kurze Strecken erfolgt. Der Übergang zur Fernwärme mit größeren Leitungslängen ist fließend.

Für die Unterbringung eines BHKW und einer Spitzenlastkesselanlage ist ein Bestandsgebäude zu bevorzugen. Beengte Platzverhältnisse und hohe Aufwendungen zur Gewährleistung des Schallschutzes könnten diese Option aber verhindern. Dann ist ein weiteres Bauwerk vorzusehen, dass sich möglichst unauffällig in das Gesamtbild einfügen sollte.

Mit dem Ziel einer 50-prozentigen Deckung des Wärmebedarfs mit Wärme aus KWK-Prozessen würde sich bei einer Vollbenutzungsstundenzahl von 5.000 h/a eine thermische Leistung von 478 kW für das BHKW ergeben. Die weitere Arbeit zur Deckung des Wärmebedarfs würde durch den Spitzenlastkessel gedeckt werden.

Durch die Deckung des Wärmebedarfs zu 50 % aus KWK-Wärme würde ein Primärenergiefaktor in Höhe von 0,77 für das Wärmenetz erreicht werden, wenn die Wärmeerzeugung auf Erdgasbasis erfolgt. Eine Voraussetzung ist jedoch der Anschluss an das städtische Erdgasnetz, welcher erst hergestellt werden müsste, da das Gelände noch keinen direkten Anschluss besitzt.

---

<sup>3</sup> Angabe der Stadtwerke Leipzig, 2016

Durch den Einsatz eines BHKW auf dem Gelände werden zwar direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht, es besteht dadurch aber auch die Möglichkeit, Strom vor Ort bereitzustellen. Der klassische Weg besteht in der vollständigen Einspeisung in das öffentliche Netz durch den Betreiber, welcher über das Kraftwärmekopplungsgesetz Boni erhält, die den Betrieb solcher Anlagen oftmals erst lukrativ machen. Die Eigennutzung birgt jedoch aufgrund der vermiedenen Strombezugskosten und dem möglichen Wegfall von Netznutzungsentgelten signifikante Vorteile. Kritisch ist einzuschätzen, dass die zukünftigen Verbraucher nicht an die Nutzung des Stroms gebunden werden können und die Abrechnung des Stromverkaufs aufwendig ist. Im Gegensatz zum Wärmelieferanten können sich Verbraucher ihren Stromlieferanten frei wählen, bei einer maximalen Vertragslaufzeit von zwei Jahren. Damit muss ein wirtschaftlich tragfähiges Modell zum Verkauf des erzeugten Stroms an die Selbstnutzer und Mieter entwickelt werden. Die Hauptproblematik liegt in der Unsicherheit für den Anlagenbetreiber, was die Abnahme durch mögliche Kunden betrifft.

Durch eine Abschätzung des zukünftigen Strombedarfs von im Mittel 2.000 kWh/WE und 597 Wohneinheiten ergibt sich ein jährlicher Strombedarf von 1.194 MWh/a. Da das BHKW in Abhängigkeit vom Wärmebedarf betrieben wird, wird es Zeiten einer Unterdeckung des Strombedarfs und andererseits auch Zeiten der Überdeckung geben. Die insgesamt vom BHKW zur Verfügung stellbare Arbeit beläuft sich auf ca. 1.219 MWh/a, was eine bilanzielle Überdeckung des Strombedarfs im Gebiet bedeuten würde. Der realistische Eigenverbrauchsanteil wird sich auf ca. 50 % bis 75 % belaufen.

Die Etablierung einer Nahwärmeversorgung mit eigenständigem Wärmenetz und Erzeugungsanlagen muss durch einen Contractor erfolgen, der die BHKW, die Spitzenlastkessel, das Netz und die Regelorgane betreibt, wartet und instand setzt. Der Wärmeabsatz erfolgt analog zur Fernwärmeversorgung über Hausübergabestationen, die entweder von den Eigentümern selbst oder vom Contractor betrieben werden.

## 4. Fazit

Es wird vom Projektentwickler eine gemeinsame Lösung für alle Objekte bevorzugt. Um den Anforderungen an eine ökologische Versorgung und den Anforderungen des EEWärmeG für die Neubauten gerecht zu werden, sind die Fernwärmeversorgung oder die Etablierung einer eigenen Nahwärmelösung mit BHKW auf Basis von Erdgas zu bevorzugende Optionen.

Beim direkten Vergleich beider Versorgungslösungen zeigt sich die Fernwärmeversorgung hinsichtlich des Primärenergiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen als die ökologisch bessere Lösung.

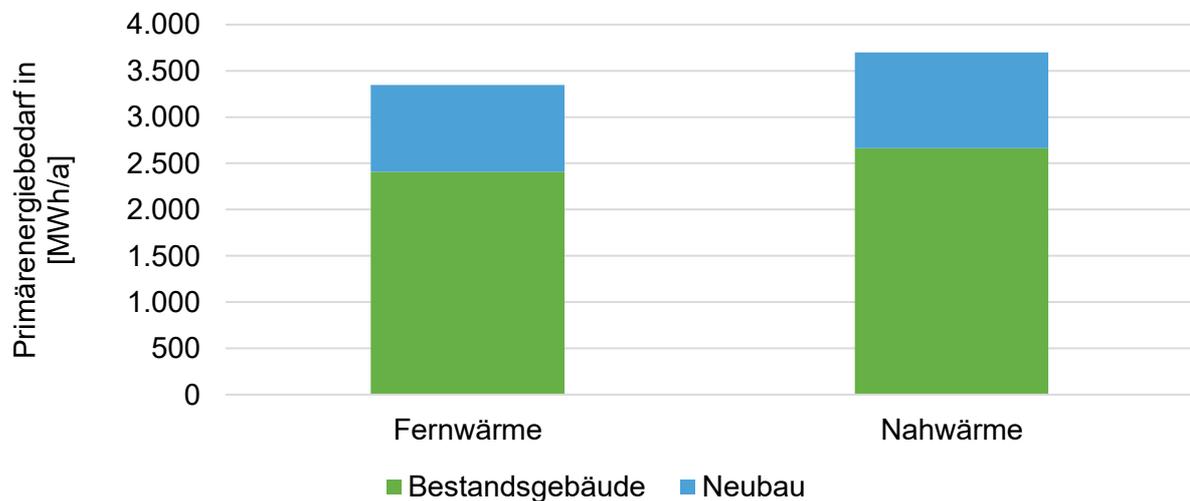


Abb. 4 Primärenergiebedarfe Fernwärme und Nahwärme

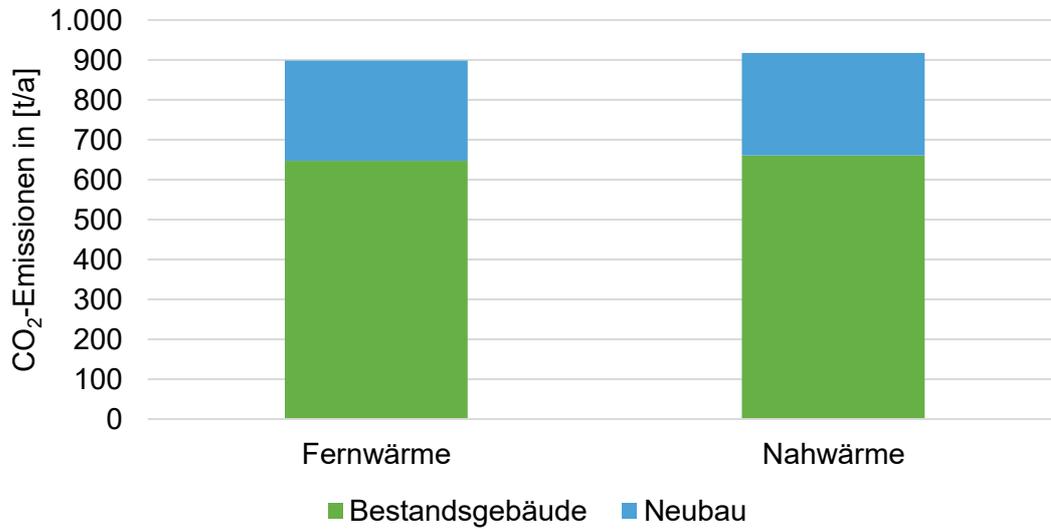


Abb. 5 CO<sub>2</sub>-Emissionen Fernwärme und Nahwärme

Für die abschließende Entscheidung wird jedoch die Bewertung der Kosten den Ausschlag geben. Die Wärmeversorgung muss in erster Linie bezahlbar sein, um die Attraktivität der Immobilien zu erhalten. Es obliegt dem Projektentwickler, auf Basis belastbarer Angebote potenzieller Versorger die für ihn wirtschaftlichste Lösung zu wählen. Die Grundlage sollten jedoch nicht allein die Investitionskosten sein, sondern auch die zukünftigen Wärmepreise für die Mieter und Selbstnutzer.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Verteilung der Parameter zur Wärmebedarfsermittlung auf den Bestand bzw. Neubau.....	6
Abb. 2 Verteilung der Wärmeleistung auf die Gebäudegruppen.....	7
Abb. 3 Erdwärmekollektoren (links) und Erdwärmesonden (rechts) .....	9
Abb. 4 Primärenergiebedarfe Fernwärme und Nahwärme .....	14
Abb. 5 CO <sub>2</sub> -Emissionen Fernwärme und Nahwärme .....	15

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Ergebnis der Wärmebedarfsermittlung .....	6
Tab. 2 Beispielrechnung Geothermie.....	10

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

Gültig bis: 25.03.2029

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus, freistehend		Gebäudefoto (freiwillig)
Adresse	Chemnitzer Straße - Haus A7, 04289 Leipzig		
Gebäudeteil	ganzes Gebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	1900		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3,4</sup>	2019		
Anzahl Wohnungen	3		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	605 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser <sup>3</sup>	Nah-/Fernwärme aus KWK, fossiler Brennstoff		
Erneuerbare Energien	Art: keine	Verwendung:	
Art der Lüftung/Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur Kühlung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf		

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen - siehe Seite 5**). Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller  
 Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

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

### Aussteller

AKIB GmbH  
Dipl.-Ing. Holger Kunstmann  
Erhardstraße 1  
04229 Leipzig

26.03.2019

Ausstellungsdatum

Unterschrift des Ausstellers

<sup>1</sup> Datum der angewendeten EnEV, gegebenenfalls angewendeten Änderungsverordnung zur EnEV  
<sup>2</sup> Bei nicht rechtzeitiger Zuteilung der Registriernummer (§ 17 Absatz 4 Satz 4 und 5 EnEV) ist das Datum der Antragstellung einzutragen; die Registriernummer ist nach deren Eingang nachträglich einzusetzen.  
<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich  
<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

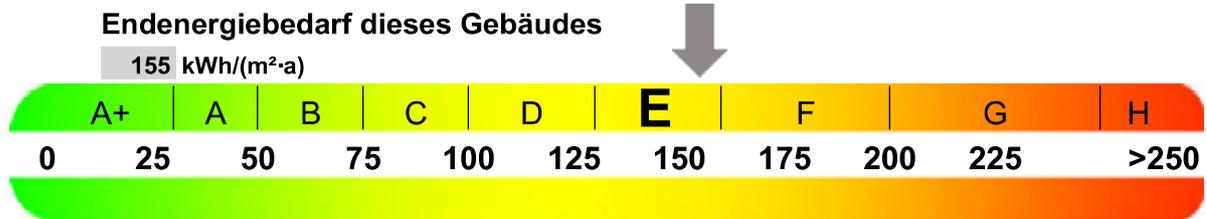
Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

2

## Energiebedarf

CO<sub>2</sub>-Emissionen <sup>3</sup> 35 kg/(m<sup>2</sup>·a)



111 kWh/(m<sup>2</sup>·a)  
Primärenergiebedarf dieses Gebäudes

### Anforderungen gemäß EnEV <sup>4</sup>

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 111 kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert 130 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>

Ist-Wert 0,64 W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert 0 W/(m<sup>2</sup>·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

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

Verfahren nach DIN V 18599

Regelung nach § 3 Absatz 5 EnEV

Vereinfachungen nach § 9 Absatz 2 EnEV

## Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

155 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

## Angaben zum EEWärmeG <sup>5</sup>

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art:	Deckungsanteil:	0 %
		0 %
		0 %

## Ersatzmaßnahmen <sup>6</sup>

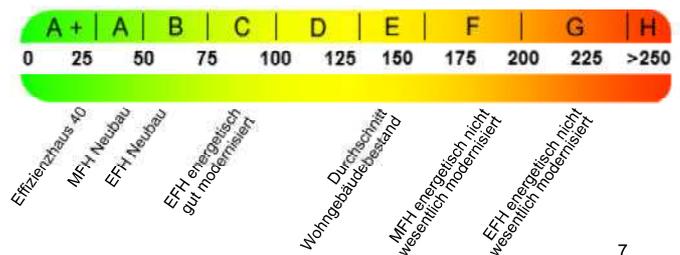
Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahme nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

- Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.
- Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um % verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfter Anforderungswert Primärenergiebedarf: 0 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Verschärfter Anforderungswert für die energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>: 0 W/(m<sup>2</sup>·K)

## Vergleichswerte Endenergie



## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs unterschiedliche Verfahren 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 der Skala sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>3</sup> freiwillige

Angabe

<sup>4</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Absatz 1 Satz 3 EnEV

<sup>5</sup> nur bei Neubau

<sup>6</sup> nur bei Neubau im Fall der Anwendung von § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG

<sup>7</sup> EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

## Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

3

## Energieverbrauch



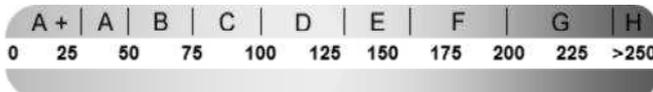
## Endenergieverbrauch dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

kWh/(m<sup>2</sup>·a)

## Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger <sup>3</sup>	Primär- energie- faktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klima- faktor
von	bis						

## Vergleichswerte Endenergie



Effizienzhaus 40  
MFH Neubau

EFH Neubau

EFH energetisch  
gut modernisiert

Durchschnitt  
Wohngebäudebestand

MFH energetisch nicht  
wesentlich modernisiert

EFH energetisch nicht  
wesentlich modernisiert

4

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird. Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 bis 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

## Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch die Energiesparverordnung vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>) nach der Energieeinsparverordnung, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises  
auch Leerstandszuschläge, Warmwasser- oder Kühlpauschale in kWh

<sup>2</sup> siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>4</sup> EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

<sup>3</sup> gegebenenfalls



# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

## Erläuterungen

5

### Angabe Gebäudeteil - Seite 1

Bei Wohngebäuden, die zu einem nicht unerheblichen Anteil zu anderen als Wohnzwecken genutzt werden, ist die Ausstellung des Energieausweises gemäß dem Muster nach Anlage 6 auf den Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Wohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 22 EnEV). Dies wird im Energieausweis durch die Angabe "Gebäudeteil" deutlich gemacht.

### Erneuerbare Energien - Seite 1

Hier wird darüber informiert, wofür und in welcher Art erneuerbare Energien genutzt werden. Bei Neubauten enthält Seite 2 (Angaben zum EEWärmeG) dazu weitere Angaben.

### Energiebedarf - Seite 2

Der Energiebedarf wird hier 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 Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und von der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen der standardisierten Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

### Primärenergiebedarf - Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Energieeffizienz des 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.). Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz sowie eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-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:  $H_T$ ). Er beschreibt die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Ein kleiner Wert signalisiert 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 Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude unter der Annahme von standardisierten Bedingungen und unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

### Angaben zum EEWärmeG - Seite 2

Nach dem EEWärmeG müssen Neubauten in bestimmtem Umfang erneuerbare Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs nutzen. In dem Feld "Angaben zum EEWärmeG" sind die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien und der prozentuale Anteil der Pflichterfüllung abzulesen. Das Feld "Ersatzmaßnahmen" wird ausgefüllt, wenn die Anforderungen des EEWärmeG teilweise oder vollständig durch Maßnahmen zur Einsparung von Energie erfüllt werden. Die Angaben dienen gegenüber der zuständigen Behörde als Nachweis des Umfangs der Pflichterfüllung durch die Ersatzmaßnahme und der Einhaltung der für das Gebäude geltenden verschärften Anforderungswerte der EnEV.

### Endenergieverbrauch - Seite 3

Der Endenergieverbrauch wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnungen von Heiz- und Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohneinheiten zugrunde gelegt. Der erfasste Energieverbrauch für die Heizung wird anhand der konkreten örtlichen Wetterdaten und mithilfe von Klimafaktoren auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führt beispielsweise ein hoher Verbrauch in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Endenergieverbrauch gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Ein kleiner Wert signalisiert 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 der Lage der Wohneinheiten im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und dem individuellen Verhalten der Bewohner abhängen. Im Fall längerer Leerstände wird hierfür ein pauschaler Zuschlag rechnerisch bestimmt und in die Verbrauchserfassung einbezogen. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird bei dezentralen, in der Regel elektrisch betriebenen Warmwasseranlagen der typische Verbrauch über eine Pauschale berücksichtigt. Gleiches gilt für den Verbrauch von eventuell vorhandenen Anlagen zur Raumkühlung. Ob und inwieweit die genannten Pauschalen in die Erfassung eingegangen sind, ist der Tabelle "Verbrauchserfassung" zu entnehmen.

### Primärenergieverbrauch - Seite 3

Der Primärenergieverbrauch geht aus dem für das Gebäude ermittelten Endenergieverbrauch hervor. Wie der Primärenergiebedarf wird er mithilfe von Umrechnungsfaktoren ermittelt, die die Vorkette der jeweils eingesetzten Energieträger berücksichtigen.

### Pflichtangaben für Immobilienanzeigen - Seite 2 und 3

Nach der EnEV besteht die Pflicht, in Immobilienanzeigen die in § 16a Absatz 1 genannten Angaben zu machen. Die dafür erforderlichen Angaben sind dem Energieausweis zu entnehmen, je nach Ausweisart der Seite 2 oder 3.

### Vergleichswerte - Seite 2 und 3

Die Vergleichswerte auf Endenergieebene sind modellhaft ermittelte Werte und sollen lediglich Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten anderer Gebäude sein. Es sind Bereiche angegeben, innerhalb derer ungefähr die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises



Sachverständigen- und Ingenieurgesellschaft mbH

**akib**<sup>®</sup>

**BAUPLANUNG & BAUPHYSIK**

aus datenschutzrechtlichen Gründen  
ausgeblendet

**Wärmeschutznachweis nach der Verordnung  
über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende  
Anlagentechnik bei Gebäuden  
(Energieeinsparverordnung - EnEV)**

*- Gutachten -*

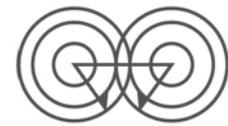
**Objekt:** **Parkresidenz Dösen – Umbau Areal ehemaliges Parkkrankenhaus**  
Sanierung Haus A7  
Chemnitzer Straße  
04289 Leipzig

**Auftraggeber:** Parkresidenz Leipzig mbH  
Karl-Heine-Straße 2  
04229 Leipzig

**Auftrag-Nr.:** 190301\_A7-W

**Bearbeiter:** aus datenschutzrechtlichen Gründen ausgeblendet

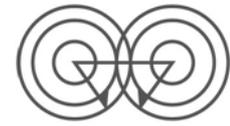
**Datum:** 28.03.2019



## **Inhaltsverzeichnis**

1. Situation und Aufgabenbeschreibung .....	3
2. Verwendete Regelwerke .....	5
3. Ausgangsdaten der Berechnung .....	6
3.1. Allgemeine Ausgangsdaten .....	6
3.2. Heizung .....	6
3.3. Trinkwasser .....	7
3.4. Lüftung.....	7
4. Nachweis Wärmeschutz nach EnEV 2016.....	8
4.1. Bauteilverfahren.....	8
4.2. Referenzgebäudeverfahren .....	9
5. Bauteilkatalog Gesamtgebäude.....	10
6. Bestandbauteile ohne wärmeschutztechnische Änderungen .....	13
7. Wärmeschutztechnische Empfehlungen.....	14
8. Sommerlicher Wärmeschutz.....	17
9. Ausgangsdaten für Energieausweis .....	19
10. Zusammenfassung .....	20
11. Anlagenverzeichnis .....	22

Das Gutachten umfasst 22 Seiten und 3 Anlagen und wurde in 2 Ausfertigungen erstellt.  
Eine Ausfertigung verbleibt beim Gutachter. Das Gutachten ist urheberrechtlich geschützt.



## **1. Situation und Aufgabenbeschreibung**

Für die Sanierung des bestehenden Haus A 7 im Areal des ehemaligen Parkkrankenhauses Dösen in Leipzig ist ein Wärmeschutznachweis nach EnEV 2016 zu erstellen.

Das Gelände des ehemaligen Parkkrankenhauses Dösen wird zu einem Wohngebiet umgebaut, zusammengesetzt aus Neubauten und sanierten Altbauten.

Das nachzuweisende Objekt Haus 7 steht unter Denkmalschutz.

Es ist frei stehend und besteht aus Kellergeschoss, Erdgeschoss, 1.-2. Obergeschoss, Dachgeschoss und Spitzboden mit Schrägdach. Das Dachgeschoss wird zum Teil ausgebaut und soll als obere Ebene einer Maisonettwohnung genutzt werden, sodass neuer Wohnraum entsteht. Der Spitzboden und ein Teil des Dachgeschosses bleiben unbeheizt, ebenso das gesamte Treppenhaus vom Kellergeschoss bis Dachgeschoss einschließlich Anbau im Erdgeschoss. Der Heizungs- und Technikraum befindet sich im Kellergeschoss. Es erfolgt eine Komplettsanierung des Objektes mit insgesamt drei Wohneinheiten.

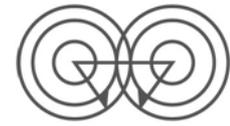
Das Ziel ist die Förderung der Komplettsanierung denkmalgeschützter Gebäude zum „Effizienzhaus Denkmal“ durch die KfW. Anwendung findet das Programm 151 „Energieeffizient Sanieren – Kredit“.

Es sind die EnEV Anforderungen für Altbauten, die 140 %-Regel, zu berücksichtigen. Als denkmalgeschütztes Gebäude kann laut EnEV 2016, Abschnitt 6, Gemeinsame Vorschriften, Ordnungswidrigkeiten, § 24 Ausnahmen, Absatz (1) von den Anforderungen dieser Verordnung abgewichen werden, wenn zur Erfüllung die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigt werden oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen.

Es ist weiterhin nachzuweisen, dass der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 Tab. 3 für das Einzelbauteil erfüllt werden kann, um das Kriterium der Schimmelfreiheit zu gewährleisten.

Es sind folgende wärmeschutztechnische Maßnahmen vorgesehen:

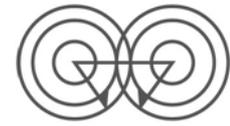
- Einbau neue Heizungsanlage mit Wasserversorgung
- Einbau neuer Fenster und Fenstertüren
- Einbau/Aufarbeitung der Wohnungseingangstüren
- Dämmung der Dachflächen und Gauben



- Dämmung der obersten Geschossdecke zum Spitzboden
- neue Trennwände mit Wärmedämmung zum Dachboden
- Außenwände mit Innendämmung
- Dämmung der Kellerdecke

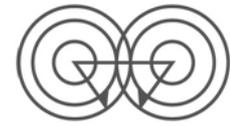
Der Wärmeschutznachweis der beheizten Fläche (EG bis DG) wird nach „EnEV 2016, Abschnitt 3: Bestehende Gebäude und Anlagen, § 9 Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden“ geführt.

Es wird ein Energieausweis nach EnEV 2016 für das beheizte Gesamtgebäude erstellt.



## **2. Verwendete Regelwerke**

1. Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 18. November 2013 (inkraftgetreten am 01. Januar 2016)
  
2. DIN 4108-2:                   Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden  
Fassung 2013
  
3. DIN 4701-10:               Energetische Bewertung heiz- und raumluftechn. Anlagen  
Vornorm Fassung 2003
  
4. DIN EN ISO 6946:       Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren  
Fassung 2018
  
5. DIN 18599:               Energetische Bewertung von Gebäuden
  
6. Schneider:                Bautabellen für Ingenieure  
23. Auflage 2018
  
7. Wärmeschutzsoftware:   EVA2016 Version 18



### **3. Ausgangsdaten der Berechnung**

#### **3.1. Allgemeine Ausgangsdaten**

Die Ausgangswerte, die den wärmeschutztechnischen Berechnungen und Einschätzungen zugrunde liegen, entsprechen den Angaben des Auftraggebers und wurden den folgenden Unterlagen entnommen:

- Genehmigungsplanung von homuth+partner architekten, Stand: 22.03.2019
  - Grundrisse KG, EG, 1.-2.OG, DG, SB, DA (Maßstab 1:100)
  - Schnitt A-A, B-B (Maßstab 1:100)
  - Ansicht Nord, Ost, Süd, West (Maßstab 1:100)
- Energiekonzept von seecon Ingenieure GmbH, Stand 17.01.2018

#### **3.2. Heizung**

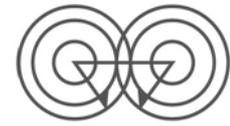
Eine neue Heizungsanlage versorgt die beheizten Räume der Etagen EG bis DG.

*Erzeugung:* - Nahwärmeversorgung mit BHKW (gasbetrieben)  
aus KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung)  
 $e_p = 0,70$ ; pauschal nach DIN V 4701-10:2003-08

*Übergabe:* - Fußbodenheizung, elektronische Regelung mit Optimierungsfunktion

*Verteilung:* - zentrale Versorgung  
- horizontale Verteilung außerhalb thermischer Hülle, Verteilungsstränge innerhalb thermischer Hülle;  
Dämmung gemäß EnEV § 14 und Anlage 5  
- Systemtemperatur (Vor- und Rücklauf) 35/28 °C  
- geregelte Pumpe (Hilfsenergie Strom)  
- hydraulischer Abgleich

*Speicherung:* - nach Herstellerangaben



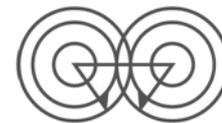
### 3.3. Trinkwasser

- Erzeugung:*
- Trinkwassererwärmung zentral über Warmwasserbereiter
  - Wärmebereitstellung über Heizungsanlage
- Verteilung:*
- horizontale Verteilung außerhalb thermischer Hülle, Verteilungsstränge innerhalb thermischer Hülle;  
Dämmung gemäß EnEV § 14 und Anlage 5
  - mit Zirkulationsleitung
- Speicherung:*
- indirekt beheizter Speicher, im unbeheizten Bereich

### 3.4. Lüftung

- Lüftung:*
- Natürliche Lüftung (Fenster, Türen, etc.)
  - mechanisches Abluftsystem in fensterlosen Räumen (Bad, HWR) gemäß DIN 18017-3
- Dichtigkeitsprüfung:* - ohne geplanter Dichtigkeitsprüfung

Es ist darauf hinzuweisen, dass gemäß DIN 1946-6 für zu sanierende Gebäude und Wohnungen, bei denen mehr als 1/3 der Fenster ausgetauscht werden, ein Lüftungskonzept zu erstellen ist. Es umfasst die Feststellung der Notwendigkeit von Lüftungstechnischen Maßnahmen und die Auswahl des Lüftungssystems, um durch einen maßgebenden Luftaustausch Bautenschutz sowie Behaglichkeit in den Räumen zu gewährleisten.



#### **4. Nachweis Wärmeschutz nach EnEV 2016**

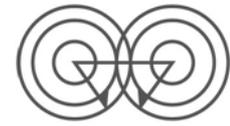
Bei Änderung, Erweiterung und dem Ausbau bestehender Gebäude kann als Nachweis zur Einhaltung der EnEV, gemäß Abschnitt 3: Bestehende Gebäude und Anlagen, § 9 Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden, Absatz (1) Änderungen im Sinne der Anlage 3, wahlweise das Bauteilverfahren oder das Referenzgebäudeverfahren angewendet werden.

##### **4.1. Bauteilverfahren**

Für den Fall, dass Änderungen in beheizten oder gekühlten Räumen nach § 9, Absatz (1) im Sinne der Anlage 3 Nr. 1 bis 6 entsprechend EnEV durchgeführt werden, dürfen die folgenden festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten der betroffenen Außenbauteile nicht überschritten werden:

**Tabelle 1: Höchstwerte Wärmedurchgangskoeffizient nach EnEV, Anlage 3, Tabelle 1**

<b>Nr.</b>	<b>Bauteil</b>	<b>Maßnahme nach Anhang 3 EnEV</b>	<b><math>U_{\max}</math> in <math>W/(m^2 \cdot K)</math></b>
1	Außenwände	Nr. 1a bis d	0,24
2 a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren	Nr. 2a und b	1,30
2 b	Dachflächenfenster	Nr. 2a und b	1,40
2 c	Verglasungen	Nr. 2c	1,10
2 d	Vorhangfassaden	Nr. 6 Satz 1	1,50
2 e	Glasdächer	Nr. 2a und c	2,00
3	Außentüren	Nr. 3	2,90
3 a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2a und b	2,00
3 b	Sonderverglasungen	Nr. 2c	1,60
3 c	wie 2 d, aber mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	2,30
4 a	Decken, Dächer, Dachschrägen (Steildach)	Nr. 4.1	0,24
4 b	Dächer (Flachdach)	Nr. 4.2	0,20
5 a	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	Nr. 5a,b,d und e	0,30
5 b	Fußbodenaufbauten	Nr. 5c	0,50
5 c	Decken nach unten an Außenluft	Nr. 5a bis e	0,24



#### 4.2. Referenzgebäudeverfahren

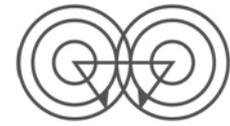
Die Anforderungen nach § 9, Absatz (1), Punkt 1 für geänderte Wohngebäude gelten als erfüllt, wenn insgesamt der Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach § 3 Absatz 1 und der Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts nach Anlage 1, Tabelle 2 um nicht mehr als 40 von Hundert überschritten wird.

**Tabelle 2: Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts nach EnEV, Anlage 1, Tabelle 2**

Zeile	Gebäudetyp		Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350\text{m}^2$	$H'_{T} = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		mit $A_N > 350\text{m}^2$	$H'_{T} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
2	Einseitig angebautes Wohngebäude		$H'_{T} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
3	Alle anderen Wohngebäude		$H'_{T} = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
4	Erweiterung und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß § 9 Absatz 5		$H'_{T} = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

**Tabelle 3: Höchstwerte Wärmedurchgangskoeffizient nach EnEV, Anlage 1, Auszug aus Tabelle 1**

Nr.	Bauteil	Referenzausführung / Wert (Maßeinheit)	
1.1	Außenwand, Geschossdecken gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer solche nach Zeile 1.1)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1.3	Dach, Oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,60$
1.5	Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,60$
1.6	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,64$
1.7	Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

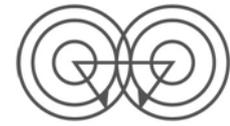


## 5. Bauteilkatalog Gesamtgebäude

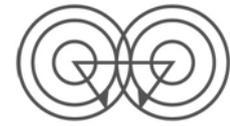
Für die Sanierung des bestehenden Haus A 7 im Areal des ehemaligen Parkkrankenhauses Dösen in Leipzig wird der Nachweis nach „EnEV 2016, Abschnitt 3: Bestehende Gebäude und Anlagen, § 9 Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden, Absatz (1) im Sinne der Anlage 1“ (**Referenzgebäudeverfahren**) geführt.

**Tabelle 4: Bauteilkatalog Wärmedurchgangskoeffizienten U – Bauteile EG bis DG**

Nr.	Begrenzungsbauteil	Wärmeschutztechnische Maßnahmen	U <sub>ist</sub> in W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>ref</sub> in W/(m <sup>2</sup> *K)
<b>Außenwände</b>				
01	AW 58 cm <sup>*1)</sup> Mauerwerk Bestand mit Innendämmung (EG, 1.OG Wohnen, 2.OG NO Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 4 cm Wärmedämmputz WLG 070 - 58 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600 kg/m <sup>3</sup> , verputzt	U = 0,64	U = 0,28
02	AW 58 cm <sup>*1)</sup> Mauerwerk Bestand mit Innendämmung (EG, 1.OG Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 4 cm Wärmedämmputz WLG 070 - 58 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600-2.000 kg/m <sup>3</sup> , Klinker außen	U = 0,66	U = 0,28
03	AW 45 cm <sup>*2)</sup> Mauerwerk Bestand mit Innendämmung (2.OG Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 4 cm Wärmedämmputz WLG 070 - 45 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600 kg/m <sup>3</sup> , verputzt	U = 0,73	U = 0,28
04	AW 45 cm <sup>*2)</sup> Mauerwerk Bestand mit Innendämmung (2.OG Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 4 cm Wärmedämmputz WLG 070 - 45 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600-2.000 kg/m <sup>3</sup> , Klinker außen	U = 0,74	U = 0,28
05	AW 28 cm Mauerwerk Bestand mit Innendämmung (DG SW Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> <i>Vorsatzschale mit:</i> - Gipskartonplatte - Dampfsperre - 8 cm mineralische Dämmung WLG 035 - 28 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600-2.000 kg/m <sup>3</sup> , Klinker außen	U = 0,34	U = 0,28



Nr.	Begrenzungsbauteil	Wärmeschutztechnische Maßnahmen	U <sub>ist</sub> in W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>ref</sub> in W/(m <sup>2</sup> *K)
06	IW TRB neu Metallständerwand mit Zwischendämmung (DG Dachboden zu Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 2x Gipskartonplatte - Dampfsperre - 16 cm mineralische Dämmung WLG 035 zwischen Ständerwerk - 2x Gipskartonplatte	U = 0,20	U = 0,20
07	IW 39 cm Mauerwerk Bestand (EG, 1.OG Treppenraum zu Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 39 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600 kg/m <sup>3</sup> , verputzt	U = 1,20	—
08	IW 26 cm Mauerwerk Bestand (1.OG-DG Treppenraum zu Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - 26 cm Mauerwerk, Rohdichte 1.600 kg/m <sup>3</sup> , verputzt	U = 1,56	—
<b>Decken und Böden</b>				
09	Kellerdecke mit Wärmedämmung auf der Warmseite (EG Fußboden Wohnen)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - Bodenbelag - 6,5 cm Estrich - Trennlage / Folie - 10 cm Trittschall- / Wärmedämmung WLG 035 - Schüttung/Ausgleichsschicht - 17,5 cm Ziegeldecke im Bestand	U = 0,28	U = 0,35
10	Oberste Geschossdecke mit Zwischendämmung (über 2.OG Dachboden, über DG Dachspitz)	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - Gipskartonplatte - Dampfsperre - 22 cm mineralische Dämmung WLG 035 zwischen Deckenbalken	U = 0,20	U = 0,20
<b>Dächer</b>				
11	Schrägdach Dach mit Zwischendämmung	<i>Aufbau von innen nach außen:</i> - Gipskartonplatte - Dampfsperre - 22 cm mineralische Dämmung WLG 035 zwischen Sparren mit Hinterlüftung - Trennlage / Holzlattung, Dachdeckung	U = 0,19	U = 0,20
<b>Fenster</b>				

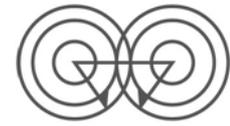


Nr.	Begrenzungsbauteil	Wärmeschutztechnische Maßnahmen	U <sub>ist</sub> in W/(m <sup>2</sup> *K)	U <sub>ref</sub> in W/(m <sup>2</sup> *K)
12	Fenster, Fenstertüren - neu -	Wärmeschutzfenster, Zweifachverglasung Glas U <sub>g</sub> ≤ 1,10 W/m <sup>2</sup> K Gesamt: U <sub>w</sub> = 1,30 W/m <sup>2</sup> K <i>U-Wert ist vom Lieferanten zu garantieren</i>	U = 1,30	U = 1,30
<b>Türen</b>				
13	Wohnungseingangstüren Bestand	Holz <i>U-Wert ist vom Lieferanten zu garantieren</i>	U = 2,90	--
14	Wohnungseingangstüren - neu -	Holz <i>U-Wert ist vom Lieferanten zu garantieren</i>	U = 1,80	U = 1,80

[Berechnung der U-Werte in Anlage 1]

- \*1) Der verwendete Wärmedämmputz dient der Erhöhung der Innenoberflächentemperatur und der Erfüllung des Mindestwärmeschutzes gemäß DIN 4108-2 sowie der Anforderungen an das KfW EFH Denkmal. Gleichzeitig verbessert sich die Energieeffizienz und Heizlast des Gesamtgebäudes. Wärmebrücken können mit der Ausführung vermieden werden, z.B. Gebäudeecken.
- \*2) Der verwendete Wärmedämmputz dient der Schimmelprävention und Einhaltung des Mindestwärmeschutzes gemäß DIN 4108-2. Gleichzeitig mindert sich die Heizlast.

Bemerkung: Bei Änderungen der Dämmstärken oder Wärmeleitgruppen ist eine Prüfung der Konformität gegenüber den Anforderungen an EnEV zu führen.  
Auf eine wärmebrückenfreie bzw. -arme Ausführung ist zu achten.



## **6. Bestandbauteile ohne wärmeschutztechnische Änderungen**

Laut EnEV 2016, Abschnitt 6, Gemeinsame Vorschriften, Ordnungswidrigkeiten, § 24 Ausnahmen, Absatz (1) kann von den Anforderungen nach EnEV 2016 für Baudenkmäler oder sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz abgewichen werden, wenn die Anforderungen die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigen oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen.

### **6.1. Treppenhaus**

Das gesamte Treppenhaus einschließlich Anbau Erdgeschoss bleibt im Wesentlichen im Bestand erhalten und wird aufgearbeitet. Das Treppenhaus bleibt unbeheizt und ist kein Bestandteil der thermischen Umfassungsfläche. Bauteile, die an Wohnräume angrenzen, werden aufgearbeitet unter Berücksichtigung der Denkmalaufgaben und nach EnEV Anlage 3 wärmeschutztechnisch nicht geändert.

*Treppenrauminnenwände EG-DG:*

d = 39 cm: U-Wert = 1,20 W/(m<sup>2</sup>K) [Berechnung U-Wert siehe Anlage 1]

d = 26 cm: U-Wert = 1,56 W/(m<sup>2</sup>K) [Berechnung U-Wert siehe Anlage 1]

➔ Schimmelfreiheit nach DIN 4108-2 gewährleistet

*Wohnungseingangstüren:*

U-Wert = 2,90 W/(m<sup>2</sup>K) [Berechnung U-Wert siehe Anlage 1]

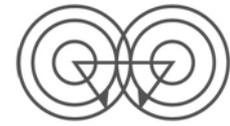
Sie erhalten außerdem eine dreiseitig umlaufende Dichtung.

*siehe auch Bauteilkatalog, Tab. 4*

***Für die genannten Bauteile bestehen keine Anforderungen an den Wärmeschutz, da keine Änderungen nach EnEV Anhang 3 erfolgen.***

Wird bei den Außenbauteilen mehr als 10 % der Gesamtfläche gemäß § 9 Absatz (3) der EnEV erneuert, sind nach Anlage 3 die jeweiligen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten nach Tabelle einzuhalten.

Für diese Bauteile ist gemäß § 24 der EnEV nach Landesbaurecht bei den zuständigen Behörden ein Antrag auf Ausnahmen zu stellen.



## **7. Wärmeschutztechnische Empfehlungen**

### **7.1. Außenwände**

Vor Beginn der Baumaßnahmen ist der Feuchtegehalt der Außenwände zu prüfen, so dass bei Fertigstellung der Baumaßnahmen die normale Ausgleichsfeuchte der wärmeschutztechnisch relevanten Konstruktionen gewährleistet ist!

Erfahrungsgemäß neigen ungedämmte Außenwände bei Zimmern mit unterschiedlicher Orientierung der Außenwände (Erkerzimmer oder Gauben) und Außenwände in Küchen und Bädern aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit durch die Nutzungscharakteristik zur Schimmelbildung, obwohl  $F_{R,si} > 0,7$  ist.

Eine Außendämmung ist aus denkmalschutzrechtlichen Gründen nicht möglich.

→ Für die Außenwände im 2. Obergeschoss (MW Klinker/verputzt 45 cm) werden folgende Maßnahmen zur Vermeidung von Schimmelbildung vorgesehen:

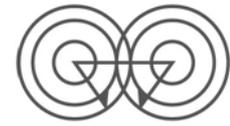
**Maßnahme:** 4 cm Wärmedämmputz innen, z.B. „Hydroment Transputz WDS“  
(Dichte ca. 200 kg/m<sup>3</sup>, Wärmeleitfähigkeit = 0,070 W/mK, Diffusionszahl ≤ 10)

Die Putzstärke von 4 cm ergibt sich, damit der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 Tab. 3 für das Einzelbauteil, bei dem der Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils größer als 1,20 m<sup>2</sup>K/W sein muss, erfüllt werden kann. Gleichzeitig kann Schimmelfreiheit gewährleistet werden.

Alternativ zum Wärmedämmputz können Wärmedämmplatten, z.B. Fa. Ytong, verwendet werden. Bei der Verwendung eines anderen Putzes / Klimaplatte ist darauf zu achten, solche mit ähnlichen Kennwerten zu verwenden.

→ Für die Außenwände vom Erdgeschoss bis 2. Obergeschoss (MW Klinker/verputzt 58 cm) werden folgende Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes vorgeschlagen:

**Empfehlung:** 4 cm Wärmedämmputz innen, z.B. „Hydroment Transputz WDS“  
(Dichte ca. 200 kg/m<sup>3</sup>, Wärmeleitfähigkeit = 0,070 W/mK, Diffusionszahl ≤ 10)



Eine Dämmung der Fassaden in den unteren Geschossen wird vorgeschlagen, damit die Anforderungen an das KfW Effizienzhaus Denkmal und an die EnEV für Altbauten erfüllt werden. Sie findet innerhalb der Berechnung Berücksichtigung.

#### Hinweise:

Für den EnEV-Nachweis und Minderung des Transmissionswärmeverlustes ist es zu empfehlen, in allen Geschossen eine Dämmmaßnahme zu erbringen, nicht zuletzt um die Heizlast zu mindern. Die Angaben zu den Wärmedurchgangskoeffizienten sind vorab mit dem Heizungsbauer abzusprechen, welcher die Auslegung und Dimensionierung der Heizungsübergabe ermittelt.

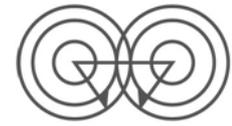
#### 7.2. Wärmebrücken

Wärmebrücken sind in der Regel zu vermeiden. Insbesondere bei Innendämmung, z.B. der Anschluss von Außenbauteilen an Innenbauteilen oder Aussparungen in der Dämmebene, gilt es vorab eine Untersuchung zur Gewährleistung von Schimmelfreiheit durchzuführen. Gegebenenfalls sind Details zu erstellen und zusätzliche energetische Maßnahmen zu erbringen.

Bei dem Einbau neuer Fenster in Bestandswände wird vorgeschlagen, die Leibungen der Fenster und Fenstertüren mit gedämmten Leibungsplatten zu versehen, um Wärmebrücken und somit mögliche Schimmelbildungen in den Fensternischen zu vermeiden.

Vorhandene Heizungsrisen geringer Wandstärke als die Fassade, bei insbesondere gleichzeitiger Änderung der Wärmeübergabe von Heizkörper auf Fußbodenheizung, sind auf Mindestwärmeschutz zu prüfen. Es wird vorgeschlagen eine Wärmedämmung anzubringen oder den Teilbereich auszumauern (Baustoff mit entsprechenden Wärmekennwerten).

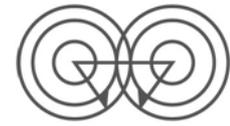
Ehemalige Rolllädenkästen im Sturzbereich der Fenster sind durch neue energieeffiziente Systeme zu ersetzen oder alternativ zu schließen mindestens mit gleichwertigem Material gegenüber der Außenwand oder besser, Wärmedämmstein oder Wärmedämmung.



### 7.3. Bemerkungen

Die unter Punkt 7.2. genannten Vorschläge zur Wärmedämmung der Bestandsbauteile sind in den EnEV-Berechnungen nicht berücksichtigt, da es sich um gutachterliche Empfehlungen handelt.

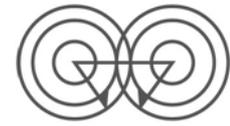
Alle notwendigen Maßnahmen sind gemäß Vorgaben Hersteller auszuführen. Montagehinweise sind zu beachten. Die erforderlichen Kenndaten sind durch den Bauherrn oder Bau-träger mit dem Wärmeschutznachweis abzugleichen.



## 8. Sommerlicher Wärmeschutz

**Tabelle 5: Abminderungsfaktoren ( $F_c$ ) für Sonnenschutzvorrichtungen**

Zeile	Sonnenschutzvorrichtung <sup>a)</sup>	$F_c$		
		$g \leq 0,40$ (Sonnenschutzglas) zweifach	$g > 0,40$ dreifach	$g > 0,40$ zweifach
1	ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	1,00	1,00
2	innenliegend oder zwischen den Scheiben <sup>b)</sup>			
2.1	weiß oder reflektierende Oberfläche mit geringer Transparenz <sup>c)</sup>	0,65	0,70	0,65
2.2	helle Farben oder geringe Transparenz <sup>d)</sup>	0,75	0,80	0,75
2.3	dunkle Farbe oder höhere Transparenz	0,90	0,90	0,85
3	<b>Außenliegend</b>			
3.1	Fensterläden, Rollläden			
3.1.1	Fensterläden, Rollläden, $\frac{3}{4}$ geschlossen	0,35	0,30	0,30
3.1.2	Fensterläden, Rollläden, geschlossen <sup>e)</sup>	0,15 <sup>e)</sup>	0,10 <sup>e)</sup>	0,10 <sup>e)</sup>
3.2	Jalousien und Raffstore, drehbare Lamellen			
3.2.1	Jalousien und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
3.2.2	Jalousien und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung <sup>e)</sup>	0,20 <sup>e)</sup>	0,15 <sup>e)</sup>	0,15 <sup>e)</sup>
3.3	Markisen, parallel zur Verglasung <sup>d)</sup>	0,30	0,25	0,25
3.4	Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen <sup>f)</sup>	0,55	0,50	0,50
<p>a Die Sonnenschutzvorrichtung muss fest installiert sein. Übliche dekorative Vorhänge gelten nicht als Sonnenschutzvorrichtung.</p> <p>b Für innen- und zwischen den Scheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen ist eine genaue Ermittlung zu empfehlen, da sich erhebliche günstigere Werte ergeben können.</p> <p>c Hoch reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz, Transparenz <math>\leq 10\%</math>, Reflexion <math>\geq 60\%</math>.</p> <p>d Geringe Transparenz, Transparenz <math>&lt; 15\%</math>.</p> <p>e <math>F_c</math>-Werte für geschlossenen Sonnenschutz dienen der Information und sollten für den Nachweis der sommerlichen Wärmeschutzes nicht verwendet werden. Ein geschlossener Sonnenschutz verdunkelt den dahinterliegenden Raum stark und kann zu einem erhöhten Energiebedarf für Kunstlicht führen, da nur ein sehr geringer bis kein Einfall des natürlichen Tageslichts vorhanden ist.</p> <p>f Dabei muss näherungsweise sichergestellt sein, dass keine direkte Besonnung des Fensters erfolgt. Dies ist näherungsweise der Fall, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Südorientierung der Abdeckwinkel <math>\beta \geq 50^\circ</math> ist;</li> <li>- bei Ost- oder Westorientierung der Abdeckwinkel <math>\beta \geq 85^\circ</math> oder <math>\gamma \geq 115^\circ</math> ist.</li> </ul> <p>Der <math>F_c</math>-Wert darf auch für beschattete Teilflächen des Fensters angesetzt werden. Dabei darf <math>F_s</math> nach DIN V 18599-2:2011-12, A.2, nicht angesetzt werden. Zu den jeweiligen Orientierung gehören Winkelbereiche von <math>22,5^\circ</math>. Bei Zwischenorientierung ist der Abdeckwinkel <math>\beta \geq 80^\circ</math> erforderlich.</p>				



## Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz

Das Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes ist es, eine zu starke Aufheizung von Räumen im Sommer durch geeignete Maßnahmen (z.B. Sonnenschutzvorrichtungen *siehe Tabelle 5*) zu verhindern.

Eine Umsetzung gilt für Bestandsbauten als nicht verpflichtend, wird aber aufgrund der Sanierung bzw. Änderung des Gebäudes empfohlen.

Der sommerliche Wärmeschutz wird nach dem in DIN 4108-2: 2013, Abschnitt 8 genannten Verfahren, repräsentativ an kritischen Räumen der Außenfassade, die der Sonnenstrahlung besonders ausgesetzt sind, geführt:

**Tabelle 6: Sommerlicher Wärmeschutz**

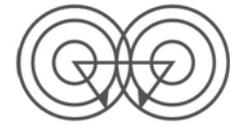
Orientierung Fenster/-tür	F <sub>c</sub>	g-Wert	Verschattungs-faktor (vorhanden)	Referenz-ausführung S <sub>zul</sub>
<b>2.OG – Kind1 (13,3 m<sup>2</sup>)</b>				
Fenster SO	0,40	0,60	---	0,076 < 0,079
<b>2.OG – Wohnen (8,4 m<sup>2</sup>)</b>				
Fenster SW	0,75	0,60	Bauteilüberstand Loggia	0,099 < 0,101

[Berechnung des erforderlichen Verschattungsfaktor F<sub>c</sub> in *Anlage 2*]

## Zusammenfassung

Der Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz fand anhand kritisch ausgewählter Räume statt. Es sind keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen an den Fenstern erforderlich. Ausnahme bilden die Wohn- und Schlafräume (hier Kind1) mit einer Grundfläche < 15 m<sup>2</sup> und gleichzeitig zwei Fensterflächen. Eine außenliegende Verschattungsmaßnahme ist zu empfehlen, um Überhitzung in warmen Sommertagen zu vermeiden. Alternativ können Sonnenschutzgläser zum Einsatz kommen.

Da bereits vor Sanierungsmaßnahme ein Sonnenschutz vorhanden war, sollte der Bestand aufgearbeitet bzw. ausgetauscht werden, um die Aufrechterhaltung der energetischen Qualität gemäß EnEV § 11 sicherzustellen.



## **9. Ausgangsdaten für Energieausweis**

Volumen der beheizten Hülle des Gebäudes:  $V_E = 2.968,00 \text{ m}^3$

Die Begrenzungsbauteile der thermischen Hülle bilden die in Punkt 5. bis 6. genannten Außenbauteile mit den jeweiligen U-Werten.

Aufgrund der mittleren Geschosshöhen ( $H_G = 4,10 \text{ m}$ ) von kleiner als  $2,50 \text{ m}$  und größer als  $3,00 \text{ m}$  wird die Gebäudenutzfläche  $A_N$  nach EnEV 2016, Anlage 1, Punkt 1.3. [ $A_N = (1/H_G - 0,04) \cdot V_E$ ] ermittelt.

Zur beheizten Gebäudehülle zählen alle Wohneinheiten vom Erdgeschoss bis Dachgeschoss. Das Treppenhaus inkl. Eingangsbereich im Erdgeschoss, das im Bestand erhalten bleibt, gilt aufgrund seiner Lage als unbeheizt. Gleiches gilt für das Kellergeschoss, der Dachboden und Dachspitz, die sich außerhalb der thermischen Umfassungsfläche befinden.

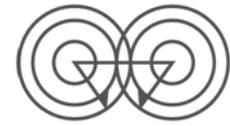
Die Grundlagen für die Heizungsanlage / Wasserbereitstellung sind im Punkt 3. enthalten.

Die Berechnung für den Jahresenergiebedarf wird mittels Monatsbilanzverfahren mit 7 h Nachtabsenkung und solare Gewinne über opaken Flächen, schwerer Bauart, und Wärmebrückenfaktor pauschal 10 % geführt.

Der Energieausweis ist gültig für das nach der Sanierung fertiggestellte Gesamtgebäude bei Ausführung der genannten wärmeschutztechnischen Maßnahmen.

### Ergebnisse

Für die Sanierung des bestehenden Haus A 7 im Areal des ehemaligen Parkkrankenhauses Dösen in Leipzig werden die folgenden wärmeschutztechnischen Parameter erreicht:



Es ergeben sich folgende Werte für den Jahres-Primärenergiebedarf:

**Tabelle 7: Jahres-Primärenergiebedarf**

<b>vorh. <math>Q''_p</math></b> (Ist)	<b>zul. <math>Q''_p</math></b> (Referenz- gebäude)	<b>zul. <math>Q''_p</math></b> (EnEV- 140%-Regel)	<b>zul. <math>Q''_p</math></b> (KfW-EFH Denkmal)	<b>Wärmeschutz- nachweis</b>
<b>110,65</b> kWh/m <sup>2</sup> a	<b>92,70</b> kWh/m <sup>2</sup> a	<b>129,78</b> kWh/m <sup>2</sup> a	<b>148,32</b> kWh/m <sup>2</sup> a	vorh. $Q''_p < \text{zul. } Q''_p$ <b>Nachweis erbracht</b>

Es ergeben sich folgende Werte für den spezifischen, auf den wärmeübertragenden Umfassungsbauteilen bezogenen Transmissionswärmeverlust:

**Tabelle 8: Transmissionswärmeverlust**

<b>vorh. <math>H_T'</math></b> (Ist)	<b>zul. <math>H_T'</math></b> (Referenz- gebäude)	<b>zul. <math>H_T'</math></b> (EnEV2016, Anl.1, Tab.2)	<b>zul. <math>H_T'</math></b> (EnEV- 140%-Regel)	<b>zul. <math>H_T'</math></b> (KfW-EFH Denkmal)	<b>Wärmeschutz- nachweis</b>
<b>0,635</b> W/m <sup>2</sup> K	<b>0,368</b> W/m <sup>2</sup> K	<b>0,500</b> W/m <sup>2</sup> K	<b>0,700</b> W/m <sup>2</sup> K (nach Tab.2)	<b>0,644</b> W/m <sup>2</sup> K	vorh. $H_T' < \text{zul. } H_T'$ <b>Nachweis erbracht</b>

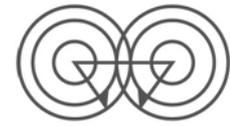
Weitere Angaben sind im Energieausweis enthalten.

Die Anforderungen an das KfW-Effizienzhaus Denkmal werden erfüllt.

Die 140%-Regel nach EnEV 2016 für bestehende Wohngebäude wird erfüllt.

Schimmelfreiheit ist für alle zur Gebäudehülle gehörenden Einzelbauteile gewährleistet.

Mit der Komplettsanierung des Objektes wird eine Verbesserung des Wärmeschutzes erreicht. Neben der Absprache mit dem Denkmalschutzamt ist die Umsetzung der genannten Maßnahmen auf Wirtschaftlichkeit zu prüfen.



## **10. Zusammenfassung**

*Der Sachverständige kommt zusammenfassend zu dem folgenden Ergebnis:*

Bei der Sanierung des bestehenden Haus A 7 im Areal des ehemaligen Parkkrankenhauses Dösen in Leipzig wird der erforderliche Wärmeschutznachweis entsprechend des Referenzgebäudeverfahren nach EnEV 2016, Abschnitt 3: Bestehende Gebäude und Anlagen, § 9 Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden, Absatz (1) Punkt 1“ und Anlage 1 für Gebäude mit normalen Innentemperaturen  $\geq 19$  °C geführt.

Die 140%-Regel nach EnEV 2016 für bestehende Wohngebäude wird erfüllt.

Die Auflagen an das „Effizienzhaus Denkmal“ nach KfW werden eingehalten.

Schimmelfreiheit und Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 werden mit den genannten Maßnahmen an allen Bauteilen eingehalten.

Die unter der Berücksichtigung der Auflagen des Denkmalschutzes möglichen Maßnahmen zur energetischen Optimierung der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes sind durchzuführen.

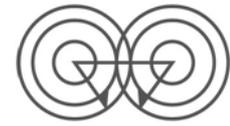
Die dem Nachweis zugrunde gelegten technischen Angaben (Dicke, Wärmeleitgruppe, U-Wert etc.) der Außenbauteile sind bei der Realisierung der Baumaßnahme einzuhalten.

Der ausgestellte Energieausweis ist für das gesamte Gebäude unter Voraussetzung der Realisierung aller der im Wärmeschutznachweis aufgeführten wärmeschutztechnischen Maßnahmen gültig.

Leipzig, 28.03.2019

Dipl. Ing. Holger Kunstmann, *Energieberater*  
- *Beratender Ingenieur* -

Anlagen (3)



## **11. Anlagenverzeichnis**

### **Anlage 1: EnEV Nachweis**

- Energiebezogene Merkmale
- Übersicht Bauteile
- Heizung / Wasser
- Aufbau der Konstruktionselemente

### **Anlage 2: Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes**

### **Anlage 3: Energiebedarfsausweis Gesamtgebäude nach Sanierung**

# ENEV NACHWEIS

KfW Effizienzhaus Denkmal (ab 01.04.12) nach dem Monatsbilanzverfahren

Endenergiebedarf dieses Gebäudes: 155,22 kWh/m<sup>2</sup>a



Primärenergiebedarf dieses Gebäudes: 110,65 kWh/m<sup>2</sup>a

Bauvorhaben: Parkresidenz Dösen

Straße: Chemnitzer Straße - Haus A7

Ort: 04289 Leipzig

Datum: 26.03.2019

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## Allgemein

### Projekt

Projekt	Parkresidenz Dösen
Projektnummer	190301
Erstellungsdatum	26.03.2019
Programmversion	EVA- die Energieberaterin Version 18

### Aussteller

Firma	aus datenschutzrechtlichen Gründen ausgeblendet
Name	
Qualifikation	
Straße	
Ort	
Telefon	
E-Mail	

### Auftraggeber

Auftraggeber / Bauherr	Parkresidenz Leipzig mbH /
Straße	Karl-Heine-Straße 2
Ort	04229 Leipzig

### Gebäude

Gebäudetyp	KfW Effizienzhaus Denkmal (ab 01.04.12)
Straße	Chemnitzer Straße - Haus A7
Ort	04289 Leipzig
Gemarkung	-
Flurstück	-
Baujahr	1900

## Berechnungsverfahren

Gebäudetyp	KfW Effizienzhaus Denkmal (ab 01.04.12)
Randbedingungen	nach EnEV
Berechnung gemäß	EnEV 2013 (Anforderungen 01.01.2016)
Anlagentechnik	Detailliertes Verfahren nach DIN 4701- 10/12
Verrechnung von Strom nach §5	nein
Anzahl der Wohnungen	3
Gebäudeanordnung	Freistehend
Klimazone	Deutschland
Innentemperatur	19

## Geometrie

Gebäudevolumen [m <sup>3</sup> ]	2968,00
Luftvolumen [m <sup>3</sup> ]	2255,68
Nutzfläche An [m <sup>2</sup> ]	605,20
Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	598,00
A / Ve - Verhältnis [1/m]	0,48
Gebäudehüllfläche [m <sup>2</sup> ]	1427,30
Fensterfläche [m <sup>2</sup> ]	103,36

## Randbedingungen

<b>Wärmebrücken</b>	
Wärmebrücken	ohne Berücksichtigung der DIN 4108 Beibl. 2
Wärmebrückenkorrekturwert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1
<b>Lüftung</b>	
Lüftungsart	natürliche Lüftung (durch Fenster, Türen, etc.)
Luftwechselrate [1/h]	0,70
Blower Door Messung	nein
<b>Solare Gewinne</b>	
Fs Verschattungsfaktor [-]	0,9
Fw nicht senkrechte Einstrahlung [-]	0,9
Ff Faktor für den Rahmenanteil [-]	0,7
<b>Sonstige</b>	
Nachtabenkung [h]	7,0
Bauweise	schweres Gebäude - C_wirk = 50 Wh/m <sup>2</sup> K * Ve
Heiztage	214

# Gebäudeergebnisse

## Zulässige Werte

	vorhanden	zulässig	Anforderungen
Primärenergiebedarf kWh/(m <sup>2</sup> a)	110,65	92,70 * 1,60 = 148,32	erfüllt!
Transmissionswärmeverlust W/(m <sup>2</sup> K)	0,635	0,368 * 1,75 = 0,644	erfüllt

nach Anlage 1, Tab. 1 der EnEV 2013

## Übersicht des jährlichen Energiebedarfs

Jährlicher Nutzenergiebedarf	absolut kWh/(a)	spezifisch kWh/(m <sup>2</sup> a)
Heizung	77.303,78	127,73
Warmwasser	7.565,00	12,50
<b>Gesamt</b>	<b>84.868,78</b>	<b>140,23</b>

Jährlicher Endenergiebedarf (Brennwert)	absolut kWh/(a)	spezifisch kWh/(m <sup>2</sup> a)
Heizung	78.644,98	129,95
Warmwasser	15.294,25	25,27
Lüftung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>93.939,23</b>	<b>155,22</b>

Jährlicher Primärenergiebedarf (Heizwert)	absolut kWh/(a)	spezifisch kWh/(m <sup>2</sup> a)
Heizung	55.756,03	92,13
Warmwasser	11.205,27	18,51
Lüftung	0,00	0,00
Photovoltaik	-0,00	-0,00
<b>Gesamt</b>	<b>66.965,38</b>	<b>110,65</b>
<b>Anlagenaufwandszahl ep</b>		<b>0,79</b>

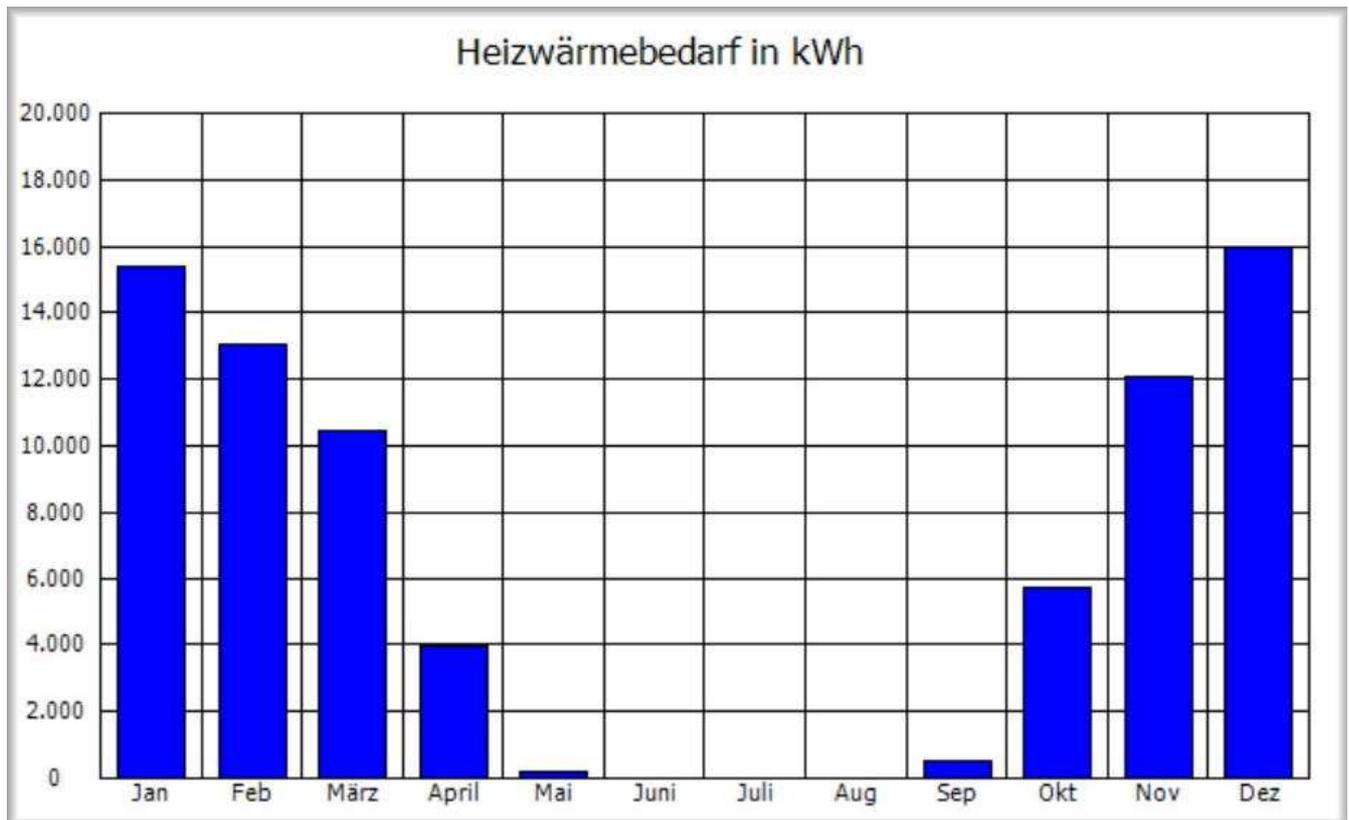
Endenergiebedarf nach Energieträgern		absolut kWh/(a)
Heizung	KWK	78.003,47
Warmwasser	KWK	14.840,35
Zusätzlicher Strom		1.095,41

Hauptenergieträger: Nah/Fernwärme aus KWK, fossiler Brennstoff

Warmwassererwärmung kombiniert mit der Heizungsanlage

## Wärme- und Energiebilanzen

<b>Heizung</b>		<b>kWh/a</b>
<b>Wärmeverluste</b>		<b>117.142,00</b>
Verluste durch Transmission		
Außenwandflächen	42.139,00	
Dachflächen	161,00	
Deckenflächen	2.772,00	
Fenster und Türen	13.518,00	
Unterer Gebäudeabschluss	3.177,00	
Wärmebrücken	11.542,00	
Abstrahlungsverluste über opake Bauteile	417,09	
Lüftungsverluste gegen Außenluft	43.415,42	
<b>Wärmegewinne</b>		<b>-38266,5</b>
Interne Gewinne	-19.038,23	
Solare Gewinne	-13.744,82	
Solare Gewinne über opake Bauteile	-1.571,71	
Nachtabstaltung	5.483,46	
<b>Nutzwärmebedarf Q<sub>h,b</sub></b>		<b>77.303,78</b>
<b>Verluste der Anlagentechnik</b>		<b>699,69</b>
durch Übergaben	242,08	
durch Verteilung	1.083,31	
durch Speicherung	0,00	
durch Erzeugung	772,31	
Ertrag durch die Solaranlage	-0,00	
Gutschriften Trinkwasser und Lüftung	-1.398,01	
<b>Heizenergiebedarf</b>		<b>78.003,47</b>
<b>Hilfsenergiebedarf</b>		<b>641,51</b>
<b>Endenergiebedarf Heizung</b>		<b>78.644,98</b>
<b>Warmwasser</b>		<b>kWh/a</b>
<b>Wärmebedarf für Trinkwasser</b>		<b>7.565,00</b>
<b>Verluste der Anlagentechnik</b>		<b>7.275,35</b>
durch Verteilung	4.466,38	
durch Speicherung	986,48	
durch Erzeugung	1.822,50	
Ertrag durch die Solaranlage	-0,00	
<b>Warmwasserenergiebedarf</b>		<b>14.840,35</b>
<b>Hilfsenergiebedarf Warmwasser</b>		<b>453,90</b>
<b>Endenergiebedarf Warmwasser</b>		<b>15.294,25</b>
<b>Lüftung</b>		<b>kWh/a</b>
Verluste der Anlagentechnik	0,00	
Gewinne durch Wärmerückgewinnung	-0,00	
Reduzierte Heizarbeit (wird bei der HZG gutgeschrieben)	0,00	
<b>Hilfsenergie Lüftung</b>		<b>0,00</b>
<b>Endenergie Lüftung</b>		<b>0,00</b>
<b>Gesamtbilanz</b>		<b>kWh/a</b>
Endenergiebedarf		93.939,23
Primärenergiebedarf		66.962,41



### Monatswerte

	Q <sub>H,m</sub> kWh	Q <sub>T,m</sub> kWh	Q <sub>V,m</sub> kWh	d Q <sub>il,m</sub> kWh	Q <sub>sol,m</sub> kWh	Q <sub>I,m</sub> kWh	Ausnut- zungsgrad
Jan	15.368	12.140	7.190	931	844	2.251	1,000
Feb	13.078	10.417	6.169	787	744	2.033	1,000
Mrz	10.427	9.644	5.712	708	1.811	2.251	1,000
Apr	3.977	6.396	3.788	468	3.134	2.179	0,993
Mai	218	3.305	1.957	242	3.302	2.251	0,772
Jun	0	1.501	889	110	3.323	2.179	0,319
Jul	0	0	0	0	3.155	2.251	0,000
Aug	0	270	160	20	2.855	2.251	0,001
Sep	521	3.068	1.817	224	2.217	2.179	0,881
Okt	5.682	6.407	3.794	469	1.679	2.251	0,999
Nov	12.069	9.725	5.759	716	619	2.179	1,000
Dez	15.963	12.207	7.229	938	434	2.251	1,000

$$Q_{H,monatlich} = Q_{T,m} + Q_{V,m} - \text{delta } Q_{il,m} - (Q_{sol,m} + Q_{I,m}) \cdot \text{Ausnutzungsgrad}$$

## Übersicht der Flächen

Lfd. Nr.	Teilfläche	Einbauzustand	U-Wert W/m <sup>2</sup> K	Fläche m <sup>2</sup>	F_x -	H_T W/K	Konstruktion -
1	Grundfläche	Kellerdecke	0,285	212,1	0,65	39,29	Kellerdecke (Ziegel)-san.
2	Wand,Nord	unbeheizte Räume	1,202	40,9	0,5	24,58	IW TH Bestand MW 39
3	Tür,Nord	unbeheizte Räume	2,900	7,1	0,5	10,3	Wohnungseingangstür erh.
4	Wand,Nord	unbeheizte Räume	1,202	26,9	0,5	16,17	IW TH Bestand MW 39
5	Tür,Nord	unbeheizte Räume	2,900	7,1	0,5	10,3	Wohnungseingangstür erh.
6	Wand,Nord	unbeheizte Räume	1,561	13,9	0,5	10,85	IW TH Bestand MW 26
7	Wand,Nord	unbeheizte Räume	1,561	58,0	0,5	45,27	IW TH Bestand MW 26
8	Tür,Nord	unbeheizte Räume	2,900	7,1	0,5	10,3	Wohnungseingangstür erh.
9	Tür,Nord	unbeheizte Räume	1,800	2,1	0,5	1,89	Tür neu 1,8
10	Wand,Nordost	Außenluft	0,643	71,7	1,0	46,1	AW Bestand 58 + DP
11	Wand,Südost	Außenluft	0,660	79,6	1,0	52,54	AW Bestand 58 Klinker+DP
12	Fenster,Südost	Außenluft	1,300	23,2	1,0	30,16	Fenster 1,3
13	Wand,Südwest	Außenluft	0,643	136,8	1,0	87,96	AW Bestand 58 + DP
14	Fenster,Südwest	Außenluft	1,300	19,3	1,0	25,09	Fenster 1,3
15	Wand,Nordwest	Außenluft	0,660	105,9	1,0	69,89	AW Bestand 58 Klinker+DP
16	Fenster,Nordwest	Außenluft	1,300	24,8	1,0	32,24	Fenster 1,3
17	Wand,Nordost	Außenluft	0,643	21,99	1,0	14,14	AW Bestand 58 + DP
18	Fenster,Nordost	Außenluft	1,300	2,36	1,0	3,07	Fenster 1,3
19	Wand,Nordost	Außenluft	0,733	11,5	1,0	8,43	AW Bestand 45 DP
20	Wand,Südost	Außenluft	0,743	39,8	1,0	29,57	AW Bestand 45 Klinker ID
21	Fenster,Südost	Außenluft	1,300	11,6	1,0	15,08	Fenster 1,3
22	Wand,Südwest	Außenluft	0,733	68,4	1,0	50,14	AW Bestand 45 DP
23	Fenster,Südwest	Außenluft	1,300	9,7	1,0	12,61	Fenster 1,3
24	Wand,Nordwest	Außenluft	0,743	52,95	1,0	39,34	AW Bestand 45 Klinker ID
25	Fenster,Nordwest	Außenluft	1,300	12,4	1,0	16,12	Fenster 1,3
26	Wand,Südwest	Außenluft	0,340	23,0	1,0	7,82	AW Bestand 28 Klinker VSS
27	Wand,Nord	ungedämmter Dachraum	0,199	114,8	0,8	18,28	IW Trockenbau
28	Deckenfläche	ungedämmter Dachraum oberhalb	0,202	124,5	0,8	20,12	oberste GD HBD
29	Deckenfläche	ungedämmter Dachraum oberhalb	0,202	87,6	0,8	14,16	oberste GD HBD
30	Dach,h.lüft.,Südwest ,45°	Außenluft	0,195	10,2	1,0	1,99	Dachflächen

# Anlagentechnik

## Heizungsanlage 1

<b>Erzeuger</b>	
Erzeugertyp	Fern-/Nahwärme-Übergabestation
Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]	605,20
Anteil aktueller Erzeuger [%]	100,00
Baujahr	2019
Anzahl gleicher Wärmeerzeuger	1
Nennleistung [kW]	46,1
Vor- / Rücklauf [°C]	35/28°C
im beheizten Bereich	nein
Solaranlage	nein
Brennstoff	Nah/Fernwärme aus KWK, fossiler Brennstoff
Primärenergiefaktor	0,70
Kombibetrieb auch f. WW	ja

<b>Detailwerte - nicht vorhanden</b>	
mittlere Kesseltemperatur [°C]	
Bereitschaftsverluste bei 70° [%]	
Kesselwirkungsgrad [%]	
Elektr. Leistungsaufnahme [W]	

<b>Speicher - nicht vorhanden</b>	
Speichertyp	
Speicher Nenninhalt [l]	
Bereitschaftsverluste [kWh/d]	
Nennleistung der Pumpe [W]	

<b>Verteilung</b>	
Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz

<b>Rohrabschnitt 1 - Horizontale Verteilung</b>	
Lage / Dämmung	außerhalb / nach HeizAnIV/EnEV
Länge des Rohrabschnitts [m]	58,8
U-Wert [W/(mK)]	0,20
Umgebungstemperatur [C°]	13
<b>Rohrabschnitt 2 - Strangleitung</b>	
Lage / Dämmung	innerhalb / nach HeizAnIV/EnEV
Länge des Rohrabschnitts [m]	45,4
U-Wert [W/(mK)]	0,255
Umgebungstemperatur [C°]	20
<b>Rohrabschnitt 3 -Anbindeleitung</b>	
Lage / Dämmung	innerhalb / nach HeizAnIV/EnEV
Länge des Rohrabschnitts [m]	332,9
U-Wert [W/(mK)]	0,255
Umgebungstemperatur [C°]	20

<b>Pumpe</b>	
Pumpenleistung [W]	171
Pumpenregelung	ja
hydraulischer Abgleich	ja

<b>Übergabe</b>	
Übergabetyp	Flächenheizung, elektronische Regelung mit Optimierungsfunktion

<b>Solaranlage - nicht vorhanden</b>	
Deckungsanteil [%]	
Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	

<b>Kommentar</b>

Ergebnisse	Wärmeenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]
<b>Heizwärmebedarf</b>	<b>127,73</b>
+ Verluste durch Übergabe	0,40
+ Verluste durch Verteilung	1,79
+ Verluste durch Speicherung	0,00
- Wärmegutschrift Trinkwassererwärmung	-2,31
- Wärmegutschrift Lüftungsanlage	0,00
<b>Bereitzustellende Wärmeenergie q*H</b>	<b>127,61</b>
Erzeugeraufwandszahl	1,01
<b>Heizenergiebedarf Heizung (q*H * eH,g * a )</b>	<b>128,89</b>
Hilfsenergie für die Verteilung	1,06
Hilfsenergie für die Speicherung	0,00
Hilfsenergie für die Erzeugung	0,00
<b>Hilfsenergiebedarf qH,HE,E</b>	<b>1,06</b>
<b>Endenergiebedarf Heizung</b>	<b>129,95</b>

**Warmwasseranlage 1**

<b>Erzeuger</b>	
Erzeugertyp	Fern-/Nahwärme-Übergabestation
Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]	605,20
Anteil aktueller Erzeuger [%]	100,00
Baujahr	2019
Nennleistung [kW]	46,4
Anzahl gleicher Wärmeerzeuger	1
Solaranlage	nein
Brennstoff	Nah/Fernwärme aus KWK, fossiler Brennstoff
Primärenergiefaktor	0,70
Kombibetrieb auch f. WW	ja

<b>Detailwerte - nicht vorhanden</b>	
mittlere Kesseltemperatur [°C]	
Bereitschaftsverluste bei 70° [%]	
Kesselwirkungsgrad [%]	
Elektr. Leistungsaufnahme [W]	

<b>Speicher</b>	
Speichertyp	indirekt beheizter Speicher, Aufstellung im unbeh. Bereich
Speicher Nenninhalt [l]	531
Bereitschaftsverluste [kWh/d]	2,862
Nennleistung der Pumpe [W]	80

<b>Verteilung</b>	
Zirkulation	vorhanden

<b>Rohrabschnitt 1 - Horizontale Verteilung</b>	
Lage / Dämmung	außerhalb / nach HeizAnIV/EnEV
Länge des Rohrabschnitts [m]	38,1
U-Wert [W/(mK)]	0,20
Umgebungstemperatur [C°]	13,00
<b>Rohrabschnitt 2 - Strangleitung</b>	
Lage / Dämmung	innerhalb / nach HeizAnIV/EnEV
Länge des Rohrabschnitts [m]	45,4
U-Wert [W/(mK)]	0,20
Umgebungstemperatur [C°]	20,00
<b>Rohrabschnitt 3 -Stichleitung</b>	
Lage / Dämmung	Standardanordnung / nach HeizAnIV/EnEV
Länge des Rohrabschnitts [m]	45,4
U-Wert [W/(mK)]	0,20
Umgebungstemperatur [C°]	20,00

Zirkulationspumpe	
Laufzeit der Pumpe [h]	16,6
Pumpenleistung [W]	32

<b>Solaranlage - nicht vorhanden</b>	
Deckungsanteil [%]	
Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	

<b>Kommentar</b>

Ergebnisse	Wärmeenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]
<b>Wärmebedarf Trinkwasser</b>	<b>12,5</b>
+ Verluste durch Verteilung	7,38
+ Verluste durch Speicherung	1,63
<b>Bereitzustellende Wärmeenergie q*TW</b>	<b>21,51</b>
Erzeugeraufwandszahl	1,14
<b>Warmwasserenergiebedarf (q*TW * eT,g *a )</b>	<b>24,52</b>
Hilfsenergie für die Verteilung	<b>0,31</b>
Hilfsenergie für die Speicherung	0,04
Hilfsenergie für die Erzeugung	<b>0,40</b>
<b>Hilfsenergiebedarf qTW,HE,E</b>	<b>0,75</b>
<b>Endenergiebedarf Warmwasser</b>	<b>25,27</b>

## DIN-Normen und Rechengrundlagen

EnEV 2013 (Anforderungen 01.01.2016)

DIN 4108-2, 02-2013 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108-3, 07-2001 Klimabedingter Feuchteschutz

DIN V 4108-4, 02-2013, Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte

DIN V 4108-6, 06-2003, Berechnung des Jahresheizwärme und des Jahresheizenergiebedarfs

DIN 4108 Bbl.2, 03-2006, Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele

DIN V 4701-10, 06-2003 Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen

DIN EN ISO 6946, 04-2008 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 10077-1, 05-2010 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen

## Aufbau der Konstruktionselemente

Name der Konstruktionsart : Kellerdecke (Ziegel)-san.

Positionsnummer : 1  
 Einbauzustand : Grundfläche / Kellerdecke  
 Zusatz : KD\_Wohnen

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,17	100,0
Estrich,Zement	65,00	1,400	0,0464	100,0
Abdichtung/ Folie	1,00	1	0,001	100,0
exp. PS-Schaum_035	80,00	0,035	2,2857	100,0
exp. PS-Schaum_035	20,00	0,035	0,5714	100,0
Estrich,Zement	30,00	1,400	0,0214	100,0
LeichtBt_porig_1400	20,00	0,57	0,0351	100,0
Vollziegel, HLZ_1800	170,00	0,81	0,2099	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,17	100,0

Flächengewicht : 526,0 kg/m²      U\_Wert : 0,285 W/m²K

Name der Konstruktionsart : IW TH Bestand MW 39

Positionsnummer : 2  
 Einbauzustand : Wand,Nord / unbeheizte Räume  
 Zusatz : IW TH\_EG

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	350,00	0,68	0,5147	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,13	100,0

Flächengewicht : 616,0 kg/m²      U\_Wert : 1,202 W/m²K

Name der Konstruktionsart : IW TH Bestand MW 39

---

Positionsnummer : 4  
 Einbauzustand : Wand,Nord / unbeheizte Räume  
 Zusatz : IW TH\_1.OG

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	350,00	0,68	0,5147	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,13	100,0

Flächengewicht : 616,0 kg/m<sup>2</sup> U\_Wert : 1,202 W/m<sup>2</sup>K

Name der Konstruktionsart : IW TH Bestand MW 26

---

Positionsnummer : 6  
 Einbauzustand : Wand,Nord / unbeheizte Räume  
 Zusatz : IW TH\_1.OG

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	220,00	0,68	0,3235	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,13	100,0

Flächengewicht : 408,0 kg/m<sup>2</sup> U\_Wert : 1,561 W/m<sup>2</sup>K

Name der Konstruktionsart : **IW TH Bestand MW 26**

---

Positionsnummer : **7**  
 Einbauzustand : **Wand,Nord / unbeheizte Räume**  
 Zusatz : **IW TH\_2.OG+DG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	220,00	0,68	0,3235	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,13	100,0

Flächengewicht : **408,0 kg/m²**      U\_Wert : **1,561 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 58 + DP**

---

Positionsnummer : **10**  
 Einbauzustand : **Wand,Nordost / Außenluft**  
 Zusatz : **AW EG+1.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	540,00	0,68	0,7941	100,0
Kalkzementputz_1800	20,00	1	0,02	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **908,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,643 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 58 Klinker+DP**

---

Positionsnummer : **11**  
 Einbauzustand : **Wand,Südost / Außenluft**  
 Zusatz : **AW EG+1.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	480,00	0,68	0,7059	100,0
Klinker_1800	55,00	0,81	0,0679	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **875,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,660 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 58 + DP**

---

Positionsnummer : **13**  
 Einbauzustand : **Wand,Südwest / Außenluft**  
 Zusatz : **AW EG+1.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	540,00	0,68	0,7941	100,0
Kalkzementputz_1800	20,00	1	0,02	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **908,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,643 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 58 Klinker+DP**

---

Positionsnummer : **15**  
 Einbauzustand : **Wand,Nordwest / Außenluft**  
 Zusatz : **AW EG+1.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	480,00	0,68	0,7059	100,0
Klinker_1800	55,00	0,81	0,0679	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **875,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,660 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 58 + DP**

---

Positionsnummer : **17**  
 Einbauzustand : **Wand,Nordost / Außenluft**  
 Zusatz : **AW 2.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	540,00	0,68	0,7941	100,0
Kalkzementputz_1800	20,00	1	0,02	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **908,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,643 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 45 DP**

---

Positionsnummer : **19**  
 Einbauzustand : **Wand,Nordost / Außenluft**  
 Zusatz : **AW 2.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	410,00	0,68	0,6029	100,0
Kalkzementputz_1800	20,00	1	0,02	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **700,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,733 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 45 Klinker ID**

---

Positionsnummer : **20**  
 Einbauzustand : **Wand,Südost / Außenluft**  
 Zusatz : **AW 2.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	365,00	0,68	0,5368	100,0
Klinker_1800	55,00	0,81	0,0679	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **691,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,743 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 45 DP**

---

Positionsnummer : **22**  
 Einbauzustand : **Wand,Südwest / Außenluft**  
 Zusatz : **AW 2.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	410,00	0,68	0,6029	100,0
Kalkzementputz_1800	20,00	1	0,02	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **700,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,733 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 45 Klinker ID**

---

Positionsnummer : **24**  
 Einbauzustand : **Wand,Nordwest / Außenluft**  
 Zusatz : **AW 2.OG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Wärmedämmputz_070	40,00	0,07	0,5714	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	365,00	0,68	0,5368	100,0
Klinker_1800	55,00	0,81	0,0679	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **691,0 kg/m²**      U\_Wert : **0,743 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **AW Bestand 28 Klinker VSS**

---

Positionsnummer : **26**  
 Einbauzustand : **Wand,Südwest / Außenluft**  
 Zusatz : **AW DG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
PE-Folie	0,20	0,23	0,0009	100,0
Mineralfaser_035	80,00	0,035	2,2857	100,0
Kalkzementputz_1400	20,00	0,7	0,0286	100,0
Vollziegel, HLZ_1600	230,00	0,68	0,3382	100,0
Klinker_1800	55,00	0,81	0,0679	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,04	100,0

Flächengewicht : **507,2 kg/m²**      U\_Wert : **0,340 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : **IW Trockenbau**

---

Positionsnummer : **27**  
 Einbauzustand : **Wand,Nord / ungedämmter Dachraum**  
 Zusatz : **AW DG**

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,13	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
PE-Folie	0,20	0,23	0,0009	100,0
Mineralfaser_035	160,00	0,035	4,5714	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,13	100,0

Flächengewicht : **46,6 kg/m²**      U\_Wert : **0,199 W/m²K**

Name der Konstruktionsart : oberste GD HBD

---

Positionsnummer : 28

Einbauzustand : Deckenfläche / ungedämmter Dachraum oberhalb

Zusatz : OGD\_2.OG

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,10	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
PE-Folie	0,20	0,23	0,0009	100,0
Mineralfaser_035	220,00	0,035	6,2857	87,0
Fichte/Kiefer	220,00	0,13	1,6923	13,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,10	100,0

Flächengewicht : 27,4 kg/m²

U\_Wert : 0,202 W/m²K

Name der Konstruktionsart : oberste GD HBD

---

Positionsnummer : 29

Einbauzustand : Deckenfläche / ungedämmter Dachraum oberhalb

Zusatz : OGD\_DG

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,10	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
PE-Folie	0,20	0,23	0,0009	100,0
Mineralfaser_035	220,00	0,035	6,2857	87,0
Fichte/Kiefer	220,00	0,13	1,6923	13,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,10	100,0

Flächengewicht : 27,4 kg/m²

U\_Wert : 0,202 W/m²K

Name der Konstruktionsart : Dachflächen

Positionsnummer : 30  
 Einbauzustand : Dach,h.lüft.,Südwest ,45° / Außenluft  
 Zusatz : DA

Bauteilschicht	s mm	lambda W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	Fläche %
Wärmeübergang, Innen	-	-	0,10	100,0
Gipskartonplatten	12,50	0,25	0,05	100,0
PE-Folie	0,20	0,23	0,0009	100,0
Mineralfaser_035	220,00	0,035	6,2857	87,0
Luftzwischenraum_<_20	20,00	0,143	0,1399	87,0
Fichte/Kiefer	240,00	0,13	1,8462	13,0
PP-Folien	0,10	0,23	0,0004	100,0
Wärmeübergang, Außen	-	-	0,10	100,0

Flächengewicht : 28,8 kg/m<sup>2</sup> U\_Wert : 0,195 W/m<sup>2</sup>K

## Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2; Februar 2013

### Geometrie des betrachteten Raumes

<b>2.OG Kind 1</b>		
<b>A_G:</b> Netto-Grundfläche des Raumes oder Raumbereiches	<b>13,29</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>A_AW:</b> Außenwandfläche des Raumes, ohne Fenster	<b>12,50</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>A_D:</b> wärmeübertragende Dach-, Decken-, Bodenfläche des Raumes	<b>0</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

### Fenstereigenschaften des betrachteten Raumes

	Fläche: m <sup>2</sup>	F_C: -	g-Wert: -	g_total: -	Nord -	Neigung <60° -
<b>Fensterbezeichnung:</b> Fenster,Südost, , Fenster 1,3	4,2	0,4	0,6	0,24	-	-
<b>Fensterbezeichnung:</b>						
<b>Fensterbezeichnung:</b>						

### Anforderungen

<b>Gebäude in Klimaregion C</b>	
mittlere Bauart, $50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2) \leq C_{\text{wirk}} / A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$	
erhöhte Nachtlüftung $n \geq 2,0 \text{ 1/h}$	0,092
Sonnenschutzverglasung mit g-Wert $\leq 0,4$ oder vergleichbar	-
Fensterneigung $0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$	-
Nord-, NO- und NW-orientierte oder dauernd verschattet Fassade	-
Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil, S2	-0,013
Einsatz passiver Kühlung	-

### Ergebnis

<b>S_vorh.:</b>	<b>berechneter Sonneneintragskennwert</b>	<b>0,076</b>
<b>S_zul:</b>	<b>maximal zulässige Sonneneintragskennwert</b>	<b>0,079</b>
<b>Der Nachweis ist erfüllt!</b>		

## Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2; Februar 2013

### Geometrie des betrachteten Raumes

<b>2.OG Wohnen</b>		
<b>A_G:</b> Netto-Grundfläche des Raumes oder Raumbereiches	43,88	m <sup>2</sup>
<b>A_AW:</b> Außenwandfläche des Raumes, ohne Fenster	19,50	m <sup>2</sup>
<b>A_D:</b> wärmeübertragende Dach-, Decken-, Bodenfläche des Raumes	0	m <sup>2</sup>

### Fenstereigenschaften des betrachteten Raumes

Fläche: m <sup>2</sup>	F_C: -	g-Wert: -	g_total: -	Nord -	Neigung <60° -
<b>Fensterbezeichnung: Fenster,Südwest, , Fenster 1,3</b>					
9,66	0,75	0,6	0,45	-	-
<b>Fensterbezeichnung:</b>					
<b>Fensterbezeichnung:</b>					

### Anforderungen

<b>Gebäude in Klimaregion C</b>	
mittlere Bauart, $50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2) \leq C_{\text{wirk}} / A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$	
erhöhte Nachtlüftung $n \geq 2,0 \text{ 1/h}$	0,092
Sonnenschutzverglasung mit g-Wert $\leq 0,4$ oder vergleichbar	-
Fensterneigung $0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$	-
Nord-, NO- und NW-orientierte oder dauernd verschattet Fassade	-
Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil, S2	0,009
Einsatz passiver Kühlung	-

### Ergebnis

<b>S_vorh.:</b>	<b>berechneter Sonneneintragskennwert</b>	<b>0,099</b>
<b>S_zul:</b>	<b>maximal zulässige Sonneneintragskennwert</b>	<b>0,101</b>
<b>Der Nachweis ist erfüllt!</b>		