

# **Thermische Bauphysik**

## **Wärmeschutz gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG)**

### **Genehmigungsplanung**

**Projekt:**

KBE Kohlenbunkerensemble  
Umbau und Umnutzung des Kohlebunkerensembles  
45888 Gelsenkirchen

**Projektnummer:** 2023-0152

**Stand:** 19.08.2024

**Bauherr:**

Stadt Gelsenkirchen, Stabsstelle IGA 2027  
Goldbergstraße 14, 45894 Gelsenkirchen

**Architekt:**

**Umfang:**

20 Seiten Bericht  
4 Anlagen

## INHALTSVERZEICHNIS

## SEITE

<b>1. PROJEKT UND AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>4</b>
1.1. Projektbeschreibung .....	4
1.2. Aufgabenstellung.....	4
<b>2. GRUNDLAGEN .....</b>	<b>5</b>
2.1. Auftragnehmer und Bearbeiter.....	5
2.2. Planungsgrundlagen .....	5
2.3. Vorschriften und Regelwerke .....	5
2.3.1. Gesetzliche Regelungen.....	5
2.3.2. Hinweis zum Gebäudeenergiegesetz.....	5
2.3.3. Normen .....	6
2.4. Formelzeichen und Abkürzungen .....	7
2.5. Verwendete Software .....	7
<b>3. ANFORDERUNGEN AN DAS GEBÄUDE .....</b>	<b>8</b>
3.1. Anforderungen gemäß GEG an den energetischen Wärmeschutz .....	8
3.1.1. Primärenergiebedarf .....	8
3.1.1. Transmissionswärmebedarf.....	8
3.2. Anforderung gemäß GEG an den sommerlichen Wärmeschutz.....	9
3.3. Anforderungen an die Luftdichtigkeit.....	10
3.4. Anforderungen gemäß GEG an Heizungsanlagen .....	10
3.4.1. Heizwärmeerzeuger.....	10
3.4.2. Ausnahmen.....	12
3.4.3. Übergangsfristen .....	12

3.4.4. Gebäudeautomation .....	13
<b>3.5. Anforderungen an stichprobenhafte Kontrollen während der Bauausführung .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6. Energetische Empfehlung an die Gebäudehülle .....</b>	<b>14</b>
<b>4. ENERGETISCHES PLANUNGSKONZEPT .....</b>	<b>17</b>
4.1. Wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle.....	17
4.2. Sommerlicher Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2 .....	18
4.3. Nutzung erneuerbarer Energien.....	18
<b>5. NACHWEISE GEMÄß GEG .....</b>	<b>19</b>
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>20</b>
<b>ANLAGE 1: BAUTEILKONSTRUKTIONEN .....</b>	<b>(12 SEITEN)</b>
<b>ANLAGE 2: BERECHNUNGEN NACH GEG.....</b>	<b>(9 SEITEN)</b>
<b>ANLAGE 3: THERMISCHE HÜLLE.....</b>	<b>(9 SEITEN)</b>
<b>ANLAGE 4: SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ.....</b>	<b>(4 SEITEN)</b>

## **1. Projekt und Aufgabenstellung**

### **1.1. Projektbeschreibung**

Geplant sind der Umbau und die Sanierung des Kohlenbunkerensemble in Gelsenkirchen. Im Rahmen der Internationalen Gartenausstellung (IGA) Metropole Ruhr 2027 soll das ehemalige Kohlenbunkerensemble im Nordsternpark zu einem Veranstaltungsort für Gastronomie- und Kulturnutzung werden. Der Kohlebunker umfasst drei Vollgeschosse und ein Untergeschoss. Die Gebäudehülle soll optisch erhalten bleiben. Der Eingangsbereich soll eine Fassade in Glasoptik erhalten. Das Dachgeschoss wird als Rooftop-Bar mit begrünter Dachterrasse umgestaltet. Im Erdgeschoss soll ein Museum bzw. eine Ausstellungshalle mit Cafébetrieb entstehen. Die überwiegenden Nutzräume werden normal beheizt ( $\geq 19^\circ\text{C}$ ), Nebenflächen wie Treppenhäuser, Flure und Lagerflächen werden niedrig beheizt ( $12^\circ\text{C} \leq 19^\circ\text{C}$ ).

### **1.2. Aufgabenstellung**

In dieser Bearbeitung werden die baurechtlichen Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) an den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz für das Gebäude definiert und Maßnahmen aufgezeigt, um diese einzuhalten. Dabei werden bei neu hinzukommenden beheizten Räumen für Nichtwohngebäude (NWG) die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudehülle ermittelt. Der rechnerische Nachweis erfolgt in dieser Bearbeitung.

Weiterhin wird die Einhaltung der Anforderungen aus der DIN 4108 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“ an den Mindestwärmeschutz nachgewiesen.



## **2. Grundlagen**

### **2.1. Auftragnehmer und Bearbeiter**

### **2.2. Planungsgrundlagen**

Der Nachweis nach GEG basiert auf diesen Planunterlagen und hat somit nur für diesen Planstand Gültigkeit. Planungsänderungen, die in die energetischen Belange des Gebäudes eingreifen, können nur nach Überprüfung und mit ausdrücklicher Zustimmung durch den Verfasser erfolgen.

### **2.3. Vorschriften und Regelwerke**

#### **2.3.1. Gesetzliche Regelungen**

- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (**Gebäudeenergiegesetz - GEG**) vom 08.08.2020
- Verordnung zur Umsetzung des Gebäudeenergiegesetzes NRW (**GEG-UVO NRW**) vom 23.06.2021
- Gesetz über Zuständigkeiten und zur Umsetzung des vereinheitlichten Energieeinsparrechts für Gebäude (**GEG-Umsetzungsgesetz – GEG-UG NRW**) vom 23.06.2021

#### **2.3.2. Hinweis zum Gebäudeenergiegesetz**

Die Änderung zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist am **01.01.2024** in Kraft getreten.

Die energetischen Anforderungen der Änderung des GEGs vom 01.01.2024 verschärfen sich zum Teil im Vergleich zur vorherigen Fassung des GEGs. Erweiterungen von Nichtwohngebäuden müssen bei neu hinzukommenden Nutzflächen von mehr als 100 % der bisherigen Nutzflächen als Neubauten nachgewiesen werden.

### 2.3.3. Normen

<b>Norm</b>	<b>Ausgabedatum</b>	<b>Beschreibung</b>
DIN 4108-2	02/2013	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3	10/2018	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN 4108-4	03/2017	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-10	11/2021	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe
DIN 4108 Beiblatt 2	06/2019	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN 277	08/2021	Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau
DIN EN ISO 6946	03/2018	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10456	05/2010	Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte

Norm	Ausgabedatum	Beschreibung
DIN EN ISO 13788	05/2013	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 9972	12/2018	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren

## 2.4. Formelzeichen und Abkürzungen

R	Wärmedurchlasswiderstand in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_T$	Wärmedurchgangswiderstand in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{si}$	Wärmeübergangswiderstand, innen in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{se}$	Wärmeübergangswiderstand, außen in $\text{m}^2\text{K/W}$
U	Wärmedurchgangskoeffizient in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
d	Dicke einer Bauteilschicht in m
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit in $\text{W}/(\text{mK})$

## 2.5. Verwendete Software

Dämmwerk 2024

Solar-Computer, Version 5.30.07

### 3. Anforderungen an das Gebäude

#### 3.1. Anforderungen gemäß GEG an den energetischen Wärmeschutz

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) legt bei Erweiterung und Ausbau von Bestandsgebäuden unterschiedliche Anforderungen in Abhängigkeit der neu hinzukommenden Nutzfläche fest. Diese werden nachfolgenden erläutert.

##### 3.1.1. Primärenergiebedarf

Die Berechnung eines zulässigen Primärenergiebedarfs für die neu hinzukommenden beheizten und gekühlten Räume ist nicht erforderlich, sofern die hinzukommende Nutzfläche weniger als 100 % der Nutzfläche des bisherigen Gebäudes beträgt. Im vorliegenden Fall sind keine zusätzlichen Erweiterungsflächen geplant, daher entfällt diese Anforderung.

##### 3.1.1. Transmissionswärmebedarf

Bei der Erweiterung und dem Ausbau eines Nichtwohngebäudes um beheizte oder gekühlte Räume dürfen gemäß GEG § 51 die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten  $\bar{U}$  der Außenbauteile der neu hinzukommenden Räume das auf eine Nachkommastelle gerundete 1,25-fache der Höchstwerte gemäß GEG, Anlage 3 nicht überschreiten.

$$\bar{U}_{\text{Ist}} \leq 1,25 \bar{U}_{\text{Ref}}$$

**Tabelle 3.1**

Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche für Anbauten an Nichtwohngebäuden nach GEG 2023 Anlage 3 (inkl. Faktor 1,25)

Nr.	Bauteile	Zonen mit Raum-Solltemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen mit Raum-Solltemperatur von 12 bis $< 19^\circ\text{C}$
		Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$	
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
3	Vorhangsfassade	$\bar{U} = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,80 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 3,10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,90 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihres Flächenanteils zu berücksichtigen. Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (außer Dachräumen) oder Erdreich sind zusätzlich mit dem Faktor 0,5 zu gewichten. Bei der Berechnung des Mittelwerts der an das Erdreich angrenzenden Bodenplatten bleiben die Flächen unberücksichtigt, die mehr als 5 Meter vom äußeren Rand des Gebäudes entfernt sind. Die Berechnung ist für Zonen mit unterschiedlichen Raum- Solltemperaturen im Heizfall getrennt durchzuführen.

Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der an Erdreich grenzenden Bauteile ist DIN V 18599-2:2018-09 Abschnitt 6.1.4.3 und für opake Bauteile ist DIN 4108-4: 2017-03 in Verbindung mit DIN EN ISO 6946:2008-04 anzuwenden. Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten transparenter Bauteile sowie von Vorhangfassaden ist DIN 4108-4:2017-03 anzuwenden.

### 3.2. Anforderung gemäß GEG an den sommerlichen Wärmeschutz

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes muss gemäß GEG § 51 Absatz 2 bei Erweiterung und dem Ausbau von Gebäuden eingehalten werden, sofern die neu hinzukommende zusammenhängende konditionierte Fläche größer als 50 m<sup>2</sup> ist.

Die solaren Wärmeeinträge ergeben sich abhängig von Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Außenbauteile, eingesetztem Sonnenschutz, dem Anteil der Fensterfläche an der Gesamtfläche der Außenbauteile, der Orientierung nach der Himmelsrichtung, der Neigung bei Fenstern in Dachflächen, der Lüftung in den Räumen sowie der Wärmespeicherfähigkeit der innenliegenden Bauteile. Außerdem haben die Wärmeleiteigenschaften der nichttransparenten Außenbauteile bei instationären Randbedingungen, der tageszeitlichen Temperaturgang und die Sonneneinstrahlung Einfluss auf die sommerliche Temperaturentwicklung von Innenräumen.

Um regionale Unterschiede der sommerlichen Klimaverhältnisse zu berücksichtigen, wird für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland hinsichtlich der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz zwischen drei Sommerklimaregionen unterschieden. Es handelt sich um die Sommerklimaregion A (sommerkühl), Sommerklimaregion B (gemäßigt) und Sommerklimaregion C (sommerheiß). Der Standort **Gelsenkirchen** wird gemäß der Sommerklimaregionen in die **Kategorie B** eingestuft.

Um einen energiesparenden sommerlichen Wärmeschutz sicherzustellen, sind die Anforderungen nach GEG §14 Absatz 2 an die Sonneneintragskennwerte einzuhalten. Die höchstzulässigen solaren Wärmeeinträge sind in DIN 4108-2 geregelt. Die Begrenzung der solaren Wärmeeinträge ist für den „kritischen“ Raum bzw. Raumbereich jeder Nutzungszone nachzuweisen.

Die Einhaltung des Nachweises nach DIN 4108-2 lässt keine Rückschlüsse auf die zu erwartenden Innenraumtemperaturen während des Sommers zu. Hierzu ist eine thermische Gebäudesimulation erforderlich.

### **3.3. Anforderungen an die Luftdichtigkeit**

Die Luftdichtigkeit gewinnt durch die zunehmenden Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden immer mehr an Bedeutung. Mit dem steigenden Wärmedämmstandard wachsen die durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle entstehenden Lüftungswärmeverluste relativ zu den durch Bauteile entstehenden Wärmeverlusten (den so genannten Transmissionswärmeverlusten) stark an. Deswegen sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend der anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist.

Soll die Dichtheit des Gebäudes überprüft werden, so ist der zu erbringende Nachweis gemäß DIN EN ISO 9972:2018-12 Anhang NA durchzuführen. Der dabei ermittelte so genannte  $n_{50}$ -Wert muss für Gebäude ohne raumluftechnische Anlage  $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$  und mit raumluftechnischer Anlage  $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$  betragen.

Bei Gebäuden, deren Luftvolumen aller konditionierten Zonen insgesamt  $1500 \text{ m}^3$  übersteigt, wird das Differenzdruckverfahren gemäß DIN EN ISO 9972 bezogen auf die Hüllfläche des Gebäudes angewendet. Der dabei ermittelte so genannte  $q_{50}$ -Wert muss für Gebäude ohne raumluftechnische Anlage  $q_{50} \leq 4,5 \text{ (m}^3\text{h}^{-1}\text{)}$  und mit raumluftechnischer Anlage  $q_{50} \leq 2,5 \text{ (m}^3\text{h}^{-1}\text{)}$  betragen.

### **3.4. Anforderungen gemäß GEG an Heizungsanlagen**

Gemäß § 71 Absatz 1 des GEG ist beim Einbau von Heizungsanlagen nachzuweisen, dass diese mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme mittels erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen. Der Einsatz der folgenden Heizwärmeerzeugern mit den aufgeführten Konditionen ist dabei – auch als Kombination von verschiedenen Anlagen – möglich.

#### **3.4.1. Heizwärmeerzeuger**

**Wärmenetz:** Der Nachweis über die Einhaltung des besagten Anteils erneuerbarer Energien von 65 % erfolgt über den Wärmenetzbetreiber. Die Anforderung muss zum Zeitpunkt des Anschlusses eingehalten werden. Der Nachweis über die Erfüllung der Anforderungen erfolgt nach Aufforderung durch den Bauherrn in Textform durch den Wärmenetzbetreiber.

**Wärmepumpen:** Der Wärmebedarf muss komplett über die elektrische Wärmepumpe bzw. Wärmepumpen gedeckt werden.

**Stromdirektheizung:** Der Einbau ist nur möglich, wenn der bauliche Wärmeschutz bezogen auf einen Neubau um mindestens 30 % unterschritten wird. Sofern das bestehende Gebäude über eine Heizungsanlage mit Wasser als Wärmeträger verfügt, muss beim Einbau einer Stromdirektheizung der bauliche Wärmeschutz ebenfalls um mindestens 45 % unterschritten werden. Beim Einbau als dezentrales Heizungssystem von Gebäudezonen mit einer Raumhöhe > 4 m gilt diese Anforderung an die Unterschreitung des baulichen Wärmeschutzes nicht.

**Solarthermische Anlage:** Es müssen die Anforderungen an die erforderlichen Prüfzeichen beachtet werden.

**Flüssige und gasförmige Biomasse sowie Wasserstoff:** Die eingesetzte Biomasse muss die Anforderungen an den nachhaltigen Anbau und eine nachhaltige Herstellung gemäß Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung in der jeweils geltenden Fassung erfüllen. Der Betreiber hat sicherzustellen, dass die bereitgestellte Wärme mindestens zu 65 % aus Biomasse bzw. Wasserstoff erzeugt wird.

**Feste Biomasse:** Die, den Vorgaben der EU entsprechende feste Biomasse muss in einem automatisch beschickten Biomasseofen bzw. Biomassekessel genutzt werden. Dabei ist Wasser als Wärmeträger zu verwenden.

**Wärmepumpen-Hybridheizung:** Diese besteht aus einer elektrisch betriebene Wärmepumpe und einem Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstoffkessel. Der Einbau ist möglich, wenn der Betrieb bivalent parallel, bivalent teilparallel oder bivalent alternativ mit Vorrang für die Wärmepumpe erfolgt und das System über eine gemeinsame, fernansprechbare Steuerung verfügt. Der Nachweis der besagten 65 % ist nicht erforderlich, wenn die Wärmepumpe mindestens 30 % (bei bivalent parallelem bzw. bivalent teilparallelem Betrieb) bzw. 40 % (bei bivalent alternativem Betrieb) der Heizlast übernimmt.

**Solarthermie-Hybridheizung:** Diese besteht aus einer solarthermischen Anlage und einem Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstoffkessel. Der Einbau ist möglich, wenn die Anforderungen an die minimale Aperturfläche eingehalten werden. Weiterhin ist für die Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung mindestens zu 60 % Biomasse oder grüner/blauer Wasserstoff zu verwenden. Bei kleineren Aperturflächen ist der Biomasseanteil entsprechend zu erhöhen.

**Hinweis Warmwassererzeugung:** Eine dezentrale Warmwasserbereitung mittels elektrischer Durchlauferhitzer erfüllt ebenfalls die Anforderungen, sofern diese elektronisch geregelt sind.

### 3.4.2. Ausnahmen

Bei Bestandsgebäuden bzw. Neubauten in Baulücken gelten die oben genannten Anforderungen an den Einsatz erneuerbarer Energien in Abhängigkeit der Einwohnerzahl erst ab den folgenden Daten:

- Gemeinde mit mehr als 100.000 Einwohnern → 01.07.2026
- Gemeinde mit weniger als 100.000 Einwohnern → 01.07.2028

Liegt für eine Gemeinde eine kommunale Wärmeplanung vor, welche das vorliegende Gebiet als Wärmenetz- bzw. Wasserstoffausbaugbiet ausweist, so sind die oben genannten Anforderungen bereits einen Monat nach deren Veröffentlichen gültig.

Im vorliegenden Fall sind somit die Anforderungen an den Anteil erneuerbaren Energien ab dem 01.07.2026 einzuhalten.

### 3.4.3. Übergangsfristen

Im Falle eines Heizungstausches kann für maximal fünf Jahre eine Heizungsanlage eingebaut werden, welche nicht den oben genannten Anforderungen entspricht. Bei Gasetagenheizungen oder Einzelraumfeuerungsanlagen, welche auf eine Zentralheizung umgestellt werden, stehen 13 Jahre ab dem Austausch der ersten Heizung für die Umrüstung zur Verfügung.

Sofern der Gebäudeeigentümer einen Vertrag zum Anschluss an ein Wärmenetz vorlegen kann, welches die Anforderungen an den Einsatz erneuerbarer Energien einhält, und dieser Anschluss innerhalb von 10 Jahren erfolgt, ist zur Inbetriebnahme des Gebäudes der Einbau einer Heizungsanlage möglich, welche die oben genannten Anforderungen nicht einhält.

Liegt das geplante Gebäude in einem Gebiet, welches als Wasserstoffnetzausbaugbiet ausgewiesen wird, ist der Einbau einer Heizungsanlage, welche sowohl Erdgas als auch 100 % Wasserstoff verbrennen kann möglich. Die Verbrennung von Erdgas ist erlaubt, sofern der Betreiber des Gasverteilnetzes einen Fahrplan vorlegt in welchem die Umrüstung und vollständigen Versorgung mit Wasserstoff bis zum 31.12.2044 dargelegt wird.



#### **3.4.4. Gebäudeautomation**

Nichtwohngebäude, deren Heizungsanlage, kombinierte Raumheizungs- und Lüftungsanlage oder Klimaanlage bzw. kombinierte Klima- und Lüftungsanlage eine Nennleistung von mehr als 290 kW aufweisen, müssen mit einem System für Gebäudeautomatisierung und -steuerung ausgestattet werden. Dabei gelten die folgenden Randbedingungen:

- Gebäudeautomatisierung mit dem Automatisierungsgrad B gemäß DIN V 18599-11: 2018 oder besser.
- Durchlaufen eines technischen Inbetriebnahme-Management einschließlich der Einregelung der gebäudetechnischen Anlagen.
- Energieüberwachungstechnik, welche
  - Eine kontinuierliche Überwachung, Protokollierung und Analyse der Verbräuche aller Hauptenergieträger durchführt und
  - Die erhobenen Daten über eine gängige und frei konfigurierbare Schnittstelle zugänglich macht und
  - Anforderungswerte in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes aufstellt und
  - Effizienzverluste von gebäudetechnischen Systemen erkennt und
  - Über Verbesserungen der Energieeffizienz informiert.

Um die ermittelten Daten zu analysieren und einen energetisch optimierten Gebäudebetrieb zu gewährleisten, ist eine zuständige Person zu benennen oder ein Unternehmen zu beauftragen.

#### **3.5. Anforderungen an stichprobenhafte Kontrollen während der Bauausführung**

Die Ausführung der in diesem Dokument festgelegten wärmeschutztechnisch relevanten Bauteile ist in gemäß LBO NRW durch stichprobenhafte Kontrollen während der Bauausführung durch den Nachweisersteller zu überprüfen. Die Bescheinigung der Durchführung dieser Kontrollen ist zur Fertigstellung der Bauaufsichtsbehörde vorzulegen.

Dem Sachverständigen ist seitens der Bauleitung in regelmäßigen Abschnitten der aktuelle Baufortschritt mitzuteilen, so dass die stichprobenhaften Kontrollen rechtzeitig durchgeführt werden können.

Gemäß LBO NRW ist spätestens mit Anzeige des Baubeginns eine schriftliche Erklärung des staatlich anerkannten Sachverständigen für Schall- und Wärmeschutz (saSV) über die Beauftragung der stichprobenhaften Kontrollen während der Bauausführung, durch den Bauherrn, der Bauaufsichtsbehörde vorzulegen.

### **3.6. Energetische Empfehlung an die Gebäudehülle**

Mit der Neuregelung der Anforderungen für die Erweiterung und den Ausbau von Gebäuden um beheizte Räume nach dem Gesetzentwurf ist eine erhebliche Absenkung des bisherigen Anforderungsniveaus verbunden. Nach § 51 Absatz 1 GEG 2023 müssen bei der Erweiterung oder dem Ausbau von Nichtwohngebäuden die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der neu hinzukommenden Räume einen Wert aufweisen, der das 1,25-fache des entsprechenden Wertes der Anlage 3a GEG 2023 nicht überschreitet. Dies erreicht man z.B., wenn alle Wärmedurchgangskoeffizienten das 1,25-fache der entsprechenden Werte der Anlage 3a betragen. Für Außenwände wäre dies zum Beispiel ein Wert von  $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Bei Erweiterungen von Nichtwohngebäuden ist nach der alten Regelung in § 9 Absatz 4 der EnEV für die Außenwände ein Wert von  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  einzuhalten. Im Vergleich der Werte ergibt sich eine Absenkung der Anforderungen für diesen Fall um ca.46 %.

Die durch das GEG zugelassene Ausgleichsmöglichkeit von Dämmstärken und -qualitäten an der thermischen Hüllfläche kann zudem dazu führen, dass eine Außenwand einen niedrigen Dämmstandard aufweist und das Gebäude durch einen ausreichenden Ausgleich an der Dachdämmung die vom GEG § 51 gestellte Anforderung an die mittleren U-Werte bzw. den Transmissionswärmeverlust der neuen hinzukommenden Hüllfläche einhält. Eine Außenwanddämmung mit niedriger Dämmstärke führt jedoch zu Strahlungstemperaturasymmetrien im Gebäude, so dass der Nutzer das Innenraumklima als unbehaglich empfindet.

Um die beschriebenen energetischen und raumklimatischen Nachteile zu vermeiden, werden Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß folgender Tabelle empfohlen.

**Tabelle 3.2**

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen bei Änderung an bestehenden Gebäuden nach GEG 2023, Anlage 7 (aufgrund des Bestandsgebäude und unter der Berücksichtigung des Innendämmsystems, liegt bei der Außenwand eine abweichende Empfehlung des U-Wertes von  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$  vor)

Nr.	Bauteile	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperatur von $12$ bis $< 19^\circ\text{C}$
		Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\text{max}}$	
1	Außenwände	$U = 0,26 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U = 0,37 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
2a	Fenster, Fenstertüren	$U_w = 1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_w = 1,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
2b	Dachflächenfenster	$U_w = 1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_w = 1,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
2c	Verglasungen	$U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Keine Anforderung
2d	Vorhangfassaden	$U_c = 1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_c = 1,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
2e	Glasdächer	$U_w/U_g = 2,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_w/U_g = 2,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
2f	Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe- oder Hebemechanismus	$U_w = 1,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_w = 1,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
3a	Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	$U_w/U_g = 2,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_w/U_g = 3,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
3b	Sonderverglasungen	$U_g = 1,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	$U_c = 2,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U_c = 3,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
4	Türen	$U = 1,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U = 1,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
5a	Dachflächen einschließlich Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum einschließlich Abseitenwänden), oberste Geschossdecken	$U = 0,24 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U = 0,35 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
5c	Dachflächen mit Abdichtung	$U = 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$U = 0,35 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
6a	Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume (mit Ausnahme von Dachräumen)	$U = 0,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Keine Anforderung

Nr.	Bauteile	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperatur $\geq 19\text{ °C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Raum-Solltemperatur von 12 bis $< 19\text{ °C}$
		Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\max}$	
	sowie Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizte Räume		
6c	Fußbodenaufbauten	$U = 0,50\text{ W/(m}^2\text{K)}$	Keine Anforderung
6e	Decken nach unten an Außenluft	$U = 0,24\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U = 0,35\text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bezogen auf die Einhaltung des mittleren U-Wertes, wird die Anlage 3 des GEG's als Anforderungsreferenz herangezogen.

**Tabelle 3.3**

Anforderungswerte Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß GEG Anlage 3

Bauteile	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten, bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Bauteile	
	Normal beheiztes Gebäude $\geq 19\text{ °C}$	Niedrig beheiztes Gebäude Von 12 bis $< 19\text{ °C}$
Opake Außenbauteile	$\bar{U} = 0,28\text{ W/m}^2\text{K}$	$\bar{U} = 0,50\text{ W/m}^2\text{K}$
Transparente Außenbauteile	$\bar{U} = 1,50\text{ W/m}^2\text{K}$	$\bar{U} = 2,80\text{ W/m}^2\text{K}$
Vorhangfassaden	$\bar{U} = 1,50\text{ W/m}^2\text{K}$	$\bar{U} = 3,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 2,50\text{ W/m}^2\text{K}$	$\bar{U} = 3,10\text{ W/m}^2\text{K}$

## 4. Energetisches Planungskonzept

### 4.1. Wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle

Um die energetischen Anforderungen des GEG und der Empfehlung aus Abschnitt 3.6 an die Gebäudehülle zu erfüllen, sind wärmeschutztechnische Qualitäten gemäß nachfolgender Tabelle erforderlich. Es werden die geplanten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der wesentlichen Außenbauteile angegeben. Dabei werden für die opaken Bauteile vereinfachend die Dicke und die Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht angegeben. Weitere Schichten sind wärmeschutztechnisch weniger bis gar nicht relevant und werden hier nicht aufgeführt. Die detaillierten Bauteilaufbauten sind in der Anlage 1 hinterlegt.

**Tabelle 4.1:**

Bauteilaufbauten Erweiterung gemäß GEG

Bauteil		Dämmstoffdicke und Qualität (Mindestmaße)	U-Wert
AF01	Außenfenster	$U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}^{1)}$	
AF02	Pfosten-Riegel-Fassade	$U_{cw} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}^1$	
AW01	Außenwand gegen Außenluft - Bestand	18 cm WLS 055, Typ WI <sup>2)</sup>	0,26 W/m <sup>2</sup> K <sup>3)</sup>
AW02	Außenwand gegen unbeheizten Raum	18 cm WLS 055, Typ WI <sup>2)</sup>	0,26 W/m <sup>2</sup> K
AT01	Außentüren	$U_D = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	
DA01	Dach - Rooftop	16 cm WLS 040, Typ DAA	0,24 W/m <sup>2</sup> K
DE01	Oberste Geschossdecke – Decke gegen unbeheizten Raum	16 cm WLS 035, Typ DZ	0,24 W/m <sup>2</sup> K
FB01	Decke gegen Kellergeschoss	12 cm WLS 040, Typ DEO	0,28 W/m <sup>2</sup> K
<sup>1)</sup> $U_w$ : entspricht dem U-Wert des gesamten Fensters (inkl. Glas, Rahmen und Randverbund), Berechnung nach DIN EN ISO 10077			
<sup>2)</sup> In Abhängigkeit vom gewählten Innendämmsystem, können sich Änderungen der Dimensionierung der Innendämmung und somit auch des U-Wertes ergeben.			
<sup>3)</sup> Das Bestandsmauerwerk ist teilw. zwei- oder dreischalig.			

Mit den benannten Dämmstärken werden die Anforderungen des GEG erfüllt. Sollten sich aus der weiteren Planung höhere Anforderungen ergeben, kann eine Anpassung der Dämmstärken und Wärmeleitfähigkeiten erforderlich werden.

#### 4.2. Sommerlicher Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2

Die Nachweisführung erfolgt für die kritischen Bereiche jeder Zone mit Aufenthaltsräumen und Fenstern. Zur Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes sind generell folgende Sonnenschutz- und anlagentechnische Maßnahmen erforderlich:

Raum	Verglasung	Sonnenschutz
Café - und Ausstellungsbereich	Sonnenschutzverglasung $g \leq 0,40$	-
Rooftop Bar	Sonnenschutzverglasung $g \leq 0,40$	Bauliche Verschattung durch Vordach

Der sommerliche Wärmeschutz wird für den Ausstellungsbereich und die Rooftop Bar durch die Verwendung einer Sonnenschutzverglasung mit einem g-Wert von  $\leq 0,40$  erfüllt. Des Weiteren ist es für die Rooftop Bar erforderlich, dass eine zusätzliche bauliche Verschattung vorgesehen wird, oder durch eine RLT-Anlage eine Nachtauskühlung mit einem zweifachen Luftwechsel gewährleistet werden kann.

Wir empfehlen zusätzlich die südlich orientierten Fenster im Café und im Ausstellungsbereich einen innenliegenden Blendschutz vorzusehen und die nordostorientierte Pfosten-Riegel-Fassade im Eingangsbereich mit einer Sonnenschutzverglasung (g-Wert  $\leq 0,40$ ) auszubilden, um die solaren Einträge in den Sommermonaten zu reduzieren und eine Blendwirkung zu vermeiden. Im oberen Bereich der Pfosten-Riegel-Konstruktion empfehlen wir die Ausführung von offenbaren Verglasungselementen um eine erhöhte Nachtauskühlung zu erzielen.

Mittels einer thermischen Simulation des betreffenden Raumes kann ggf. eine geringere Anforderung an den sommerlichen Wärmeschutz gestellt werden.

Der detaillierte Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt in Anlage 2. Die Einhaltung des Nachweises nach DIN 4108-2 lässt keine Rückschlüsse auf die zu erwartenden Innenraumtemperaturen während des Sommers zu. Hierzu ist die Durchführung einer thermischen Gebäudesimulation erforderlich.

#### 4.3. Nutzung erneuerbarer Energien

Die Anforderung an die Einhaltung erneuerbarer Energien wird durch die Luftwasserwärmepumpen und die Photovoltaikanlage eingehalten.

## 5. Nachweise gemäß GEG

Mit den oben angegebenen Wärmedurchgangskoeffizienten wurde das Objekt gemäß den Vorschriften der zum Zeitpunkt der Einreichung des Bauantrages gültigen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes hinsichtlich der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten untersucht. Dies erfolgte nach dem in DIN V 18599 angegebenen Berechnungsverfahren. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Die ausführliche Berechnung befindet sich in Anlage 2.

**Tabelle 5.1:**  
Nachweis gemäß GEG

Nachweis der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten – Anforderungen gemäß GEG						
Bauteile	Raumtemperatur ≥19°C		Raumtemperatur 12-19°C		Prozentuale Unterschreitung	
	Zulässiger U-Wert	Vorhand. U-Wert	Zulässiger U-Wert	Vorhand. U-Wert	≥ 19°C	12-19°C
opak	0,28 W/m²K	<b>0,25 W/m²K</b>	0,50 W/m²K	<b>0,26 W/m²K</b>	~ 10 %	~ 42 %
transparent	1,50 W/m²K	<b>1,30 W/m²K</b>	2,80 W/m²K	<b>1,30 W/m²K</b>	~ 13 %	~ 54 %
Vorhangfassade	1,50 W/m²K	<b>1,50 W/m²K</b>	3,00 W/m²K	-	0 %	-
Glasdach, Lichtkuppeln	2,50 W/m²K	-	3,10 W/m²K	-	-	-

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Bearbeitung wurden die wärmetechnischen und energetischen Mindestanforderungen gemäß DIN 4108-2 und die Anforderungen gemäß GEG an die Gebäudehülle definiert. In der Bearbeitung sind die wesentlichen Bemessungskriterien und Randbedingungen aufgeführt.

Es konnte nachgewiesen werden, dass

- die Anforderungen der DIN 4108-2 an den Mindestwärmeschutz von allen wärmeübertragenden Bauteilen eingehalten werden (s. Anlage 1)
- die Anforderungen der DIN 4108-2 an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten werden (s. Anlage 3),
- die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes an die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (s. Anlage 2) eingehalten werden
- die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes an den Einsatz von erneuerbarer Energien eingehalten werden

### Hinweise:

Zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten für alle Wärmedämmprodukte wurden die jeweiligen **Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$**  zugrunde gelegt. Dieser muss der Angabe in der bauaufsichtlichen Zulassung des verwendeten Dämmstoffs entsprechen.

Änderungen oder Umplanungen, die in die bauphysikalischen Belange eingreifen, sind zwingend mit dem Aufsteller des vorliegenden Berichtes abzustimmen.



# Anlage 1:

## Bauteilaufbauten

KEMPEN KRAUSE INGENIEURE GMBH  
info@kempenkrause.de • www.kempenkrause.de

KEMPEN KRAUSE IHARTMANN INGENIEURGESELLSCHAFT MBH  
mailk@kempenkrausehartmann.de • www.kempenkrausehartmann.de

KEMPEN KRAUSE IBERATENDE INGENIEURE GMBH  
office@kempenkrausekoeln.de • www.kempenkrausekoeln.de

Ritterstraße 20  
52072 Aachen  
Fon (0241) 88990-0  
Fax (0241) 88990-990

Mühlenstraße 5-7  
53879 Euskirchen  
Fon (02251) 9504-0  
Fax (02251) 9504-99

Konrad-Adenauer-Ufer 67  
50668 Köln  
Fon (0221) 933119-0  
Fax (0221) 933119-28

Mühlenstraße 69  
13187 Berlin  
Fon (030) 48638481  
Fax (030) 48638483

Kaistraße 13  
40221 Düsseldorf  
Fon (0211) 542347-0  
Fax (0211) 542347-49

Hängebank 13  
45307 Essen  
Fon (0241) 88990-0  
Fax (0241) 88990-990

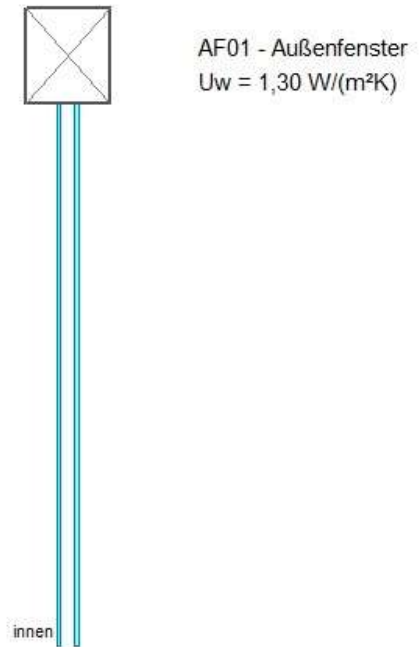
Am Kaiserkei 10  
20457 Hamburg  
Fon (040) 3095451-0  
Fax (040) 3095451-299  
Hermann-Böse-Straße 17  
28209 Bremen  
Fon (0421) 835016-30  
Fax (0421) 835016-90

## INHALTSVERZEICHNIS

## SEITE

1.	AF01 – AUßENFENSTER .....	3
2.	AF02 – PFOSTEN-RIEGEL-FASSADE.....	4
3.	AW01A - AUßENLUFT - BESTANDSWAND ZWEISCHALIG .....	5
4.	AW01B - AUßENWAND GEGEN AUßENLUFT - BESTANDSWAND DREISCHALIG ..	6
5.	AW02 - AUßENWAND GEGEN UNBEHEIZTEN RAUM.....	7
6.	DA01 - DACH ÜBER ROOFTOPBAR.....	8
7.	DE01 - OBERSTE GESCHOSSDECKE.....	10
8.	FB01 - DECKE GEGEN KELLERGESCHOSS .....	12

## 1. AF01 – Außenfenster



Bauteiltyp "Fenster" (20)  
mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

---

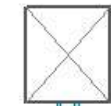
### Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (manuell festgelegt)

Hinweis:

$U_w$ : entspricht dem U-Wert des gesamten Fensters (inkl. Glas, Rahmen und Randverbund), Berechnung nach DIN EN ISO 10077

## 2. AF02 – Pfosten-Riegel-Fassade



AF02 - Pfosten-Riegel-Fassade  
 $U_w = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

innen

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

---

### Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{cw} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (manuell festgelegt)

---

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

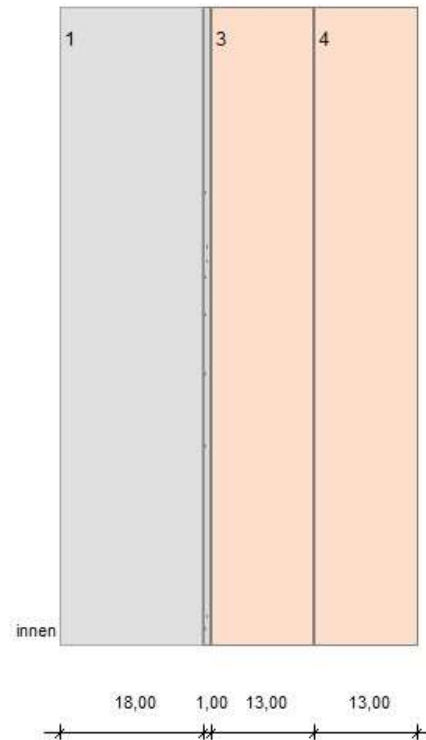
Mindestens Isolierglas bei Verglasungen für Pfosten-Riegel-Konstruktionen. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse  $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R \quad 3,72 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

Hinweis:

U-Wert aus Rahmen, Glas, opaken Paneelen und Randverbund Berechnung nach DIN EN ISO 10077 und bei Pfosten-Riegel-Fassaden nach DIN EN ISO 12631

### 3. AW01a - Außenluft - Bestandswand zweischalig



AW01a- Außenwand gegen Außenluft - Bestandswand z  
 $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

- 1 Innendämmung Typ DI bzw. gem. Zulassung
- 2 Hinterfüllung gem. Anlege- und Hinterfüllmortel
- 3 Ziegelmauerwerk Bestand
- 4 Ziegelmauerwerk Bestand

Außenwand

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

#### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,13
01 Innendämmung Typ DI gem. Zul.	18,00	105	18,9	0,055	3,27
02 Hinterfüllung gem. Anlege- und H	1,00	1500	15,0	0,690	0,01
03 Ziegelmauerwerk Bestand	13,00	1600	208,0	0,600	0,22
04 Ziegelmauerwerk Bestand	13,00	1600	208,0	0,600	0,22
$R_{se}$					0,04
<hr/>					
	d = 45,00	G =	449,9	$R_T =$	3,89

#### Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

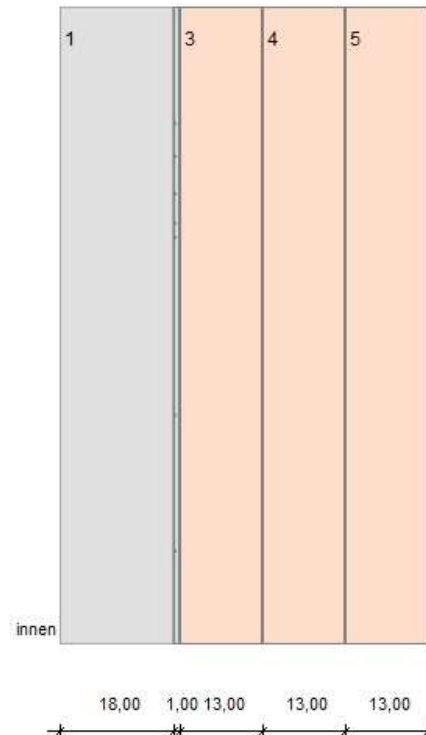
#### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).

Mindestanforderungen nach Tab.3.

R  $3,72 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

#### 4. AW01b - Außenwand gegen Außenluft - Bestandswand dreischalig



AW01b - Außenwand gegen Außenluft - Bestandswand  
 $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

- 1 Innendämmung Typ DI bzw. gem. Zulassung
- 2 Hinterfüllung gem. Anlege- und Hinterfüllmortel
- 3 Ziegelmauerwerk Bestand
- 4 Ziegelmauerwerk Bestand
- 5 Ziegelmauerwerk Bestand

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

##### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>		$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,13
01 Innendämmung Typ DI gem. Zul	18,00	105	18,9	0,055	3,27
02 Hinterfüllung gem. Anlege- und H	1,00	1500	15,0	0,690	0,01
03 Ziegelmauerwerk Bestand	13,00	1600	208,0	0,600	0,22
04 Ziegelmauerwerk Bestand	13,00	1600	208,0	0,600	0,22
05 Ziegelmauerwerk Bestand	13,00	1600	208,0	0,600	0,22
$R_{se}$					0,04
<hr/>					
	d = 58,00	G =	657,9	$R_T =$	4,11

##### Wärmedurchgangskoeffizient

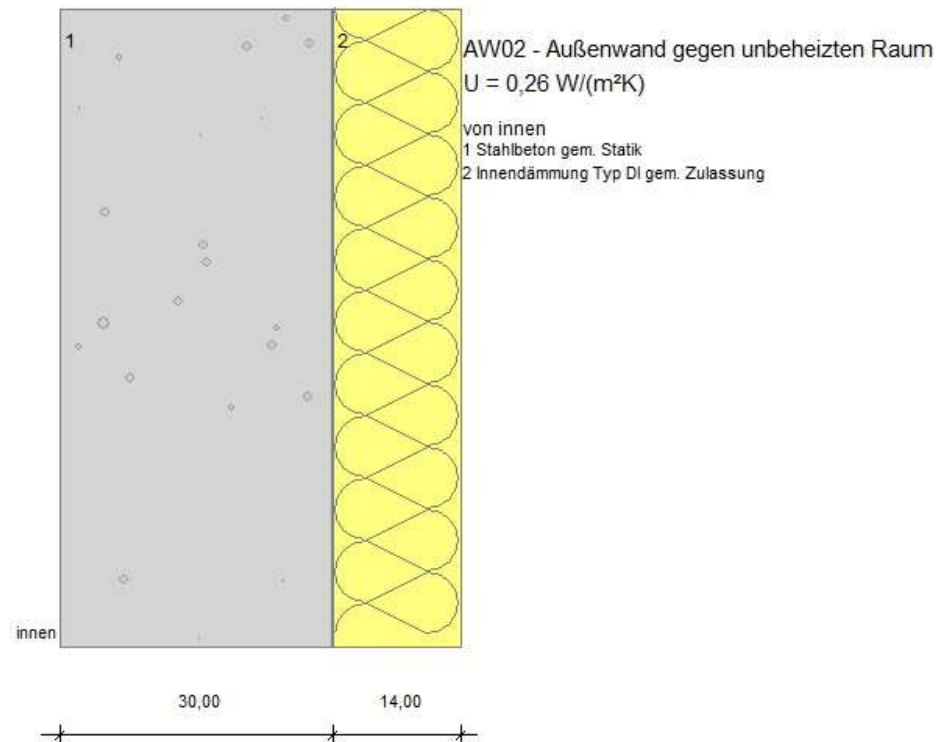
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

##### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 3,94 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## 5. AW02 - Außenwand gegen unbeheizten Raum



Bauteiltyp "Außenwand" (3)  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,13
01 Stahlbeton gem. Statik	30,00	2400	720,0	2,500	0,12
02 Innendämmung Typ DI gem. Zulassung	14,00	20	2,8	0,040	3,50
$R_{se}$					0,04
<hr/>					
	d = 44,00	G =	722,8	$R_T =$	3,79

### Wärmedurchgangskoeffizient

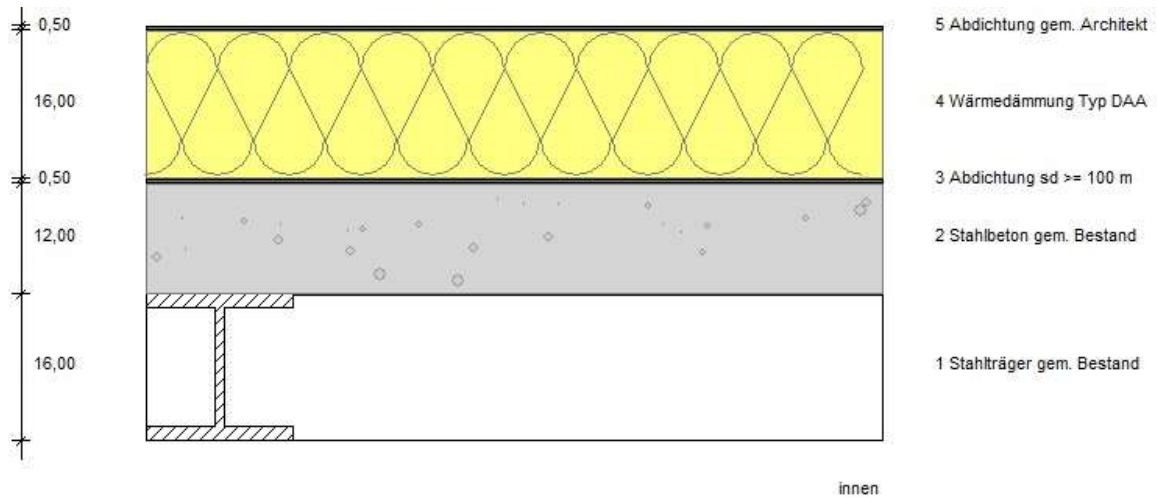
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume zu nicht beheizten Räume (auch nicht beheizten Dach- oder Kellerräumen)  
 (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 3,62 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## 6. DA01 - Dach über Rooftopbar



DA01 - Dach über Rooftopbar  
 $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,10$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,10
01 Stahlträger gem. Bestand	16,00	-	50,0	-	-
02 Stahlbeton gem. Bestand	12,00	2500	300,0	2,300	0,05
03 Dampfbremse sd $\geq 100$ m	0,50	1000	5,0	0,170	0,03
04 Wärmedämmung Typ DAA	16,00	20	3,2	0,040	4,00
05 Abdichtung gem. Architekt	0,50	1000	5,0	0,170	0,03
$R_{se}$					0,04
d =	45,00	G =	363,2	$R_T =$	4,25

$U_{\text{Gefach}} = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
8,0 cm	40,0 cm	20,0 %	363,2 kg/m <sup>2</sup>		
Rahmenanteil von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,10
01 Stahlträger gem. Bestand	16,00	-	50,0	-	-
02 Stahlbeton gem. Bestand	12,00	2500	300,0	2,300	0,05
03 Dampfbremse sd $\geq 100$ m	0,50	1000	5,0	0,170	0,03
04 Wärmedämmung Typ DAA	16,00	20	3,2	0,040	4,00
05 Abdichtung gem. Architekt	0,50	1000	5,0	0,170	0,03
$R_{se}$					0,04
	45,00		363,2	$R_T =$	4,25

$U_{(R)} = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



$$R'_T = 1 / (80,00\% \cdot 1/4,251 + 20,00\% \cdot 1/4,251) = 4,25 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 1/(0,800/0,052+0,200/0,052) + 1/(0,800/0,029+0,200/0,029) + 1/(0,800/4,000+0,200/4,000) + 1/(0,800/0,029+0,200/0,029) + 0,04 = 4,25 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,25 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 0 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,235 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

---

### Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

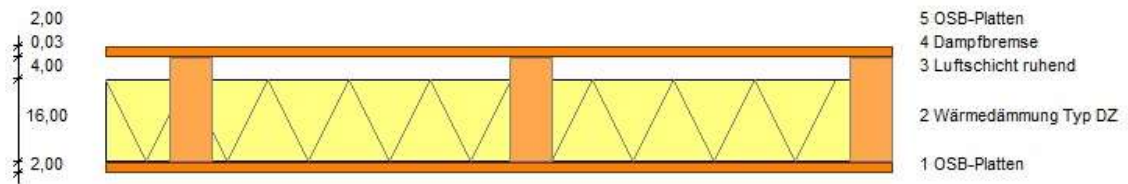
---

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wärme gedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R_{(G)}$	$4,11 \geq 1,75$	$\text{m}^2\text{K/W}$	erfüllt die Anforderungen
$R$	$4,11 \geq 1,00$	$\text{m}^2\text{K/W}$	erfüllt die Anforderungen

## 7. DE01 - Oberste Geschossdecke



DE01 - Oberste Geschossdecke

$U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,10$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,10
01 OSB-Platten	2,00	650	13,0	0,130	0,15
02 Wärmedämmung Typ DZ	16,00	20	3,2	0,035	4,57
03 Luftschicht ruhend	4,00	1	0,0	–	0,16
04 Dampfbremse	0,03	–	–	–	–
05 OSB-Platten	2,00	650	13,0	0,130	0,15
$R_{se}$					0,04
<hr/>					
	d = 24,03	G =	29,2	$R_T =$	5,18

$U_{\text{Gefach}} = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
8,0 cm	65,0 cm	12,3 %	43,6 kg/m <sup>2</sup>		
Rahmenanteil von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,10
01 OSB-Platten	2,00	650	13,0	0,130	0,15
02 Sparren	20,00	600	120,0	0,130	1,54
03 Dampfbremse	0,03	–	–	–	–
04 OSB-Platten	2,00	650	13,0	0,130	0,15
$R_{se}$					0,04
<hr/>					
	24,03		146,0	$R_T =$	1,99

$U_{(R)} = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$R'_T = 1 / (87,69\% \cdot 1/5,179 + 12,31\% \cdot 1/1,986) = 4,32 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$R'_{T} = 0,10 + 1/(0,877/0,154+0,123/0,154) + 1/(0,877/4,571+0,123/1,231) + 1/(0,877/0,160+0,123/0,308) + 1/(0,877/0,154+0,123/0,154) + 0,04 = 4,05 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,18 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 3 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,239 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

### Wärmedurchgangskoeffizient

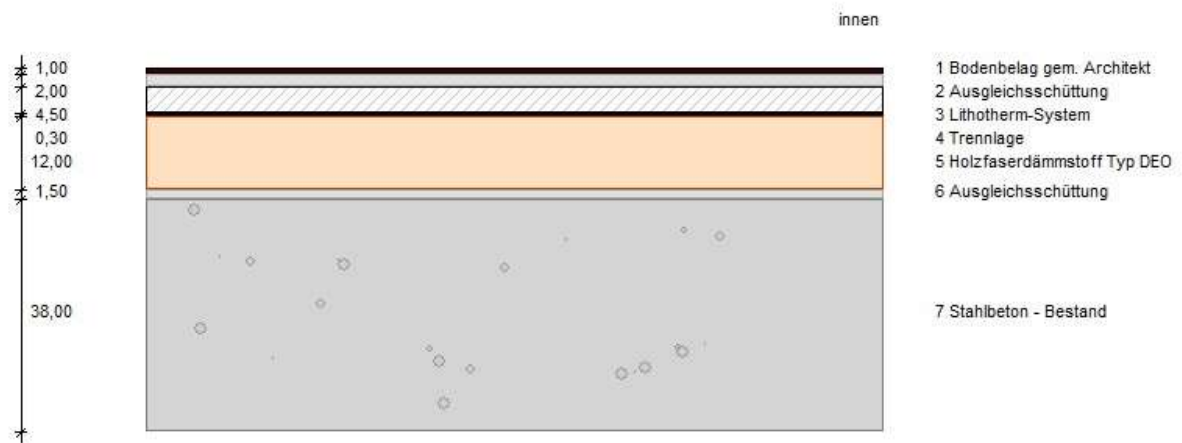
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken zu belüfteten Abseitenräumen bei ausgebauten Dachräumen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse  $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R_{(G)}$	$5,04 \geq 1,75$	$\text{m}^2\text{K/W}$	erfüllt die Anforderungen
$R$	$4,04 \geq 1,00$	$\text{m}^2\text{K/W}$	erfüllt die Anforderungen

## 8. FB01 - Decke gegen Kellergeschoss



FB01 - Decke gegen Kellergeschoss  
 $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Kellerdecke" (8)  
mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,17
01 Bodenbelag gem. Architekt	1,00	200	2,0	2,000	0,01
02 Ausgleichsschüttung	2,00	620	12,4	0,190	0,11
03 Lithotherm-System	4,50	2000	90,0	1,400	0,03
04 Trennlage	0,30	-	0,5	-	-
05 Holzfaserdämmstoff Typ DEO	12,00	160	19,2	0,040	3,00
06 Ausgleichsschüttung	1,50	620	9,3	0,190	0,08
07 Stahlbeton - Bestand	38,00	2500	950,0	2,300	0,17
$R_{se}$					0,04
<hr/>					
	d = 59,30	G = 1083,4		$R_T = 3,60$	

### Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken gegen nicht beheizten Kellerraum (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 3,39 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## **Anlage 2:**

### **Nachweis der mittleren U-Werte gemäß GEG**

# Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG

## Allgemeine Daten

Datum: 19.08.2024

Seite: 1

Projekt/Variante: 20230152 - Kohlebunker / Standard-Variante

Bestand

## Kurzinfo

### Berechnungsverfahren und Randbedingungen

Nachweis für	Gebäude im Bestand - Gebäudeenergiegesetz
Randbedingungen	Randbedingungen GEG 2024

**Projekt:** 20230152 - Kohlebunker

**Übersicht Bauteile**

Kürzel	Bezeichnung	U-Wert W/(m²K)	Rges m²K/W	Rsi m²K/W	Rse m²K/W
Außenfenster					
AF01	Außenfenster	1.300	0.769	0.130	0.040
AF02	Pfosten-Riegel-Fassade	1.500	0.667	0.130	0.040
Außentür					
AT01	Außentür	1.800	0.556	0.130	0.040
Außenwand					
AW01	Außenwand	0.260	3.846	0.130	0.040
Dach					
DA01	Dach - Rooftop	0.240	4.167	0.100	0.040
DA02	Dach - Geschossdecke	0.240	4.167	0.100	0.040
Decke					
DE02	Decke - Geschossdecke	1.000	1.000	0.130	0.170
Fußboden					
FB01	Fußboden	0.300	3.333	0.170	0.040

# Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG

## Zonendaten und -ergebnisse

Datum: 19.08.2024

Seite: 3

Projekt/Variante: 20230152 - Kohlebunker / Standard-Variante

Bestand

Zone: 001 Kohlebunker

### Umschließungsflächen

Bauteil						Ausrichtung		Geometrie					Transmission	
Nr.	Kürzel	grenzt an	U W/(m²K)	U <sub>WB</sub> W/(m²K)	U <sub>c</sub> W/(m²K)	HR	Neig. °	n	b m	h/l m	-	A <sub>eff</sub> m²	F <sub>x</sub>	H <sub>t</sub>
Raum: -1.001.001 EG														
00	FB01	Erdreich	0.300	0.000	0.300	H	0	1	36.86	17.59		648.37	0.80	194.51
01	DA01	Außenluft	0.240	0.000	0.240	H	0	1	17.59	26.72		470.00	1.00	112.80
03	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	W	90	1	2.01	2.01	-	4.04	1.00	7.27
04	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	17.06	11.77		196.76	1.00	51.16
05	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	S	90	1	1.01	2.26	-	2.28	1.00	4.10
06	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
07	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
08	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
09	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
10	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
11	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
12	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
13	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
14	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
15	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
16	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
17	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	S	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
18	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	S	90	1	35.64	11.77		393.20	1.00	102.23
19	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	4.67	6.29	-	29.37	1.00	44.05
20	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	1.12	2.61	-	2.92	1.00	4.38
21	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	1.00	2.61	-	2.61	1.00	3.92
22	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	O	90	1	2.31	2.61	-	6.03	1.00	10.85
23	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	O	90	1	2.31	2.61	-	6.03	1.00	10.85
24	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	O	90	1	2.31	2.61	-	6.03	1.00	10.85
25	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	4.64	6.29	-	29.19	1.00	43.79
26	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	1.12	2.61	-	2.92	1.00	4.38
27	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	4.67	6.29	-	29.37	1.00	44.05
28	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	1.12	2.61	-	2.92	1.00	4.38
29	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	1.12	2.61	-	2.92	1.00	4.38
30	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	1.12	2.61	-	2.92	1.00	4.38
31	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	17.06	11.77		77.57	1.00	20.17
32	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	5.69	0.81		4.61	1.00	1.20
33	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
34	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
35	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
36	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
37	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
38	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
39	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
40	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
41	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
42	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
43	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60



# Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG

## Zonendaten und -ergebnisse

Datum: 19.08.2024

Seite: 4

Projekt/Variante: 20230152 - Kohlebunker / Standard-Variante

Bestand

Zone: 001 Kohlebunker

### Umschließungsflächen

Bauteil						Ausrichtung		Geometrie					Transmission	
Nr.	Kürzel	grenzt an	U W/(m²K)	U <sub>WB</sub> W/(m²K)	U <sub>c</sub> W/(m²K)	HR	Neig. °	n	b m	h/l m	-	A <sub>eff</sub> m²	F <sub>x</sub>	H <sub>t</sub>
44	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
45	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
46	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
47	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	N	90	1	1.00	2.00	-	2.00	1.00	2.60
48	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	36.86	11.37		389.10	1.00	101.17
49	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	7.92	0.92		7.29	1.00	1.90
50	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	S	90	1	17.99	0.92		16.55	1.00	4.30
51	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	2.71	0.92		2.49	1.00	0.65
52	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	18.43	0.92		16.96	1.00	4.41
Raum: 00.001.002 1.OG														
03	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	S	90	1	10.14	7.85		79.60	1.00	20.70
04	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	5.01	7.20	-	36.07	1.00	54.11
05	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	5.00	7.20	-	36.00	1.00	54.00
06	AF02	Außenluft	1.500	0.000	1.500	O	90	1	5.01	7.20	-	36.07	1.00	54.11
07	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	17.18	7.85		26.72	1.00	6.95
08	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	3.93	0.81		3.18	1.00	0.83
09	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	10.14	7.85		79.60	1.00	20.70
10	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	17.59	7.85		138.08	1.00	35.90
Raum: 01.001.002 TRH														
04	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	S	90	1	10.14	4.65		47.15	1.00	12.26
05	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	8.91	4.65		41.43	1.00	10.77
06	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	5.13	3.23	-	16.57	1.00	21.54
07	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	W	90	1	2.56	3.23	-	8.27	1.00	14.89
08	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	8.91	4.65		16.59	1.00	4.31
Raum: 02.001.003 Rooftop														
02	DA01	Außenluft	0.240	0.000	0.240	H	0	1	9.97	10.14		101.10	1.00	24.26
03	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	12.66	6.35		80.39	1.00	20.90
04	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	1.50	6.35		9.52	1.00	2.48
05	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	3.18	0.36		1.14	1.00	0.30
06	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	1.66	6.35		10.54	1.00	2.74
07	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	N	90	1	2.01	2.01	-	4.04	1.00	7.27
08	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	3.20	6.35		16.28	1.00	4.23
09	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	0.91	6.35		5.78	1.00	1.50
10	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	5.31	6.35		33.72	1.00	8.77
11	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
12	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	2.78	1.16	-	3.22	1.00	4.19
13	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	3.63	-	4.36	1.00	5.67
14	AT01	Außenluft	1.800	0.000	1.800	W	90	1	2.78	2.26	-	6.28	1.00	11.30
15	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	7.08	6.35		28.14	1.00	7.32

**Projekt/Variante:** 20230152 - Kohlebunker / Standard-Variante

Bestand

**Zone:** 002 Kohlebunker niedrig beheizt

**Umschließungsflächen**

Bauteil						Ausrichtung		Geometrie					Transmission	
Nr.	Kürzel	grenzt an	U W/(m²K)	U <sub>WB</sub> W/(m²K)	U <sub>c</sub> W/(m²K)	HR	Neig. °	n	b m	h/l m	-	A <sub>eff</sub> m²	F <sub>x</sub>	H <sub>t</sub>
<b>Raum: 01.001.005 WC</b>														
02	DA01	Außenluft	0.240	0.000	0.240	H	0	1	0.94	5.12		4.81	1.00	1.15
04	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	8.27	4.65		38.46	1.00	10.00
05	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	2.33	0.81		1.89	1.00	0.49
06	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	N	90	1	10.14	4.65		47.15	1.00	12.26
07	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	8.68	4.65		40.36	1.00	10.49
<b>Raum: 02.001.006 TRH</b>														
02	DA01	Außenluft	0.240	0.000	0.240	H	0	1	4.15	10.51		43.62	1.00	10.47
03	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	S	90	1	4.15	6.35		26.35	1.00	6.85
04	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
05	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
06	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
07	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
08	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
09	AF01	Außenluft	1.300	0.000	1.300	W	90	1	1.20	2.47	-	2.96	1.00	3.85
10	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	W	90	1	10.51	6.35		48.98	1.00	12.73
<b>Raum: 02.001.007 Kälte</b>														
01	DA01	Außenluft	0.240	0.000	0.240	H	0	1	4.81	5.98		28.76	1.00	6.90
02	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	O	90	1	4.81	6.35		30.54	1.00	7.94
03	AW01	Außenluft	0.260	0.000	0.260	S	90	1	5.98	6.35		37.97	1.00	9.87

**Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG**  
**Berechnung der mittleren U-Werte**

**Datum:** 19.08.2024  
**Seite:** 6

**Projekt/Variante:** 20230152 - Kohlebunker / Standard-Variante

**Bestand**

Bauteil	grenzt an*	Raumsolltemperatur im Heizfall >= 19 °C				Raumsolltemperatur im Heizfall 12 °C bis < 19 °C			
		Fläche	Fläche mit Rand- abstand > 5 m**	U-Wert	Faktor***	Fläche	Fläche mit Rand- abstand > 5 m**	U-Wert	Faktor***
		m²	m²	W/[m²K]		m²	m²	W/[m²K]	
<b>Zone 001 Kohlebunker</b>									
Opake Außenbauteile									
AT01	Außenluft	43.00	0.00	1.800	1.0				
AW01	Außenluft	1722.39	0.00	0.260	1.0				
DA01	Außenluft	571.10	0.00	0.240	1.0				
FB01	Erdreich	648.37	0.00	0.300	0.5				
Transparente Bauteile (außer Vorhangfassaden, Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln)									
AF01	Außenluft	81.11	0.00	1.300	1.0				
Vorhangfassaden									
AF02	Außenluft	213.28	0.00	1.500	1.0				
<b>Zone 002 Kohlebunker niedrig beheizt</b>									
Opake Außenbauteile									
AW01	Außenluft					271.70	0.00	0.260	1.0
DA01	Außenluft					77.19	0.00	0.240	1.0
Transparente Bauteile (außer Vorhangfassaden, Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln)									
AF01	Außenluft					17.76	0.00	1.300	1.0
<b>Gesamtgebäude, alle Zonen</b>									
Opake Außenbauteile									
AT01	Außenluft	43.00	0.00	1.800	1.0				
AW01	Außenluft	1722.39	0.00	0.260	1.0	271.70	0.00	0.260	1.0
DA01	Außenluft	571.10	0.00	0.240	1.0	77.19	0.00	0.240	1.0
FB01	Erdreich	648.37	0.00	0.300	0.5				
Transparente Bauteile (außer Vorhangfassaden, Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln)									
AF01	Außenluft	81.11	0.00	1.300	1.0	17.76	0.00	1.300	1.0
Vorhangfassaden									
AF02	Außenluft	213.28	0.00	1.500	1.0				
<b>Gesamtgebäude, ohne Zonen mit dezentraler Hallenheizung</b>									
Opake Außenbauteile									
AT01	Außenluft	43.00	0.00	1.800	1.0				
AW01	Außenluft	1722.39	0.00	0.260	1.0	271.70	0.00	0.260	1.0
DA01	Außenluft	571.10	0.00	0.240	1.0	77.19	0.00	0.240	1.0
FB01	Erdreich	648.37	0.00	0.300	0.5				
Transparente Bauteile (außer Vorhangfassaden, Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln)									
AF01	Außenluft	81.11	0.00	1.300	1.0	17.76	0.00	1.300	1.0
Vorhangfassaden									
AF02	Außenluft	213.28	0.00	1.500	1.0				

**Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG**  
**Berechnung der mittleren U-Werte**

**Datum:** 19.08.2024  
**Seite:** 7

**Projekt/Variante:** 20230152 - Kohlebunker / Standard-Variante

Bestand

mittlere U-Werte		
Opake Außenbauteile	0.25 W/[m²K]	0.26 W/[m²K]
Transparente Bauteile (außer Vorhangfassaden, Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln)	1.3 W/[m²K]	1.3 W/[m²K]
Vorhangfassaden	1.5 W/[m²K]	---
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	---	---

\* Als unbeheizte Räume werden Räume berücksichtigt, die nicht beheizt werden und an Außenluft oder Erdreich grenzen.

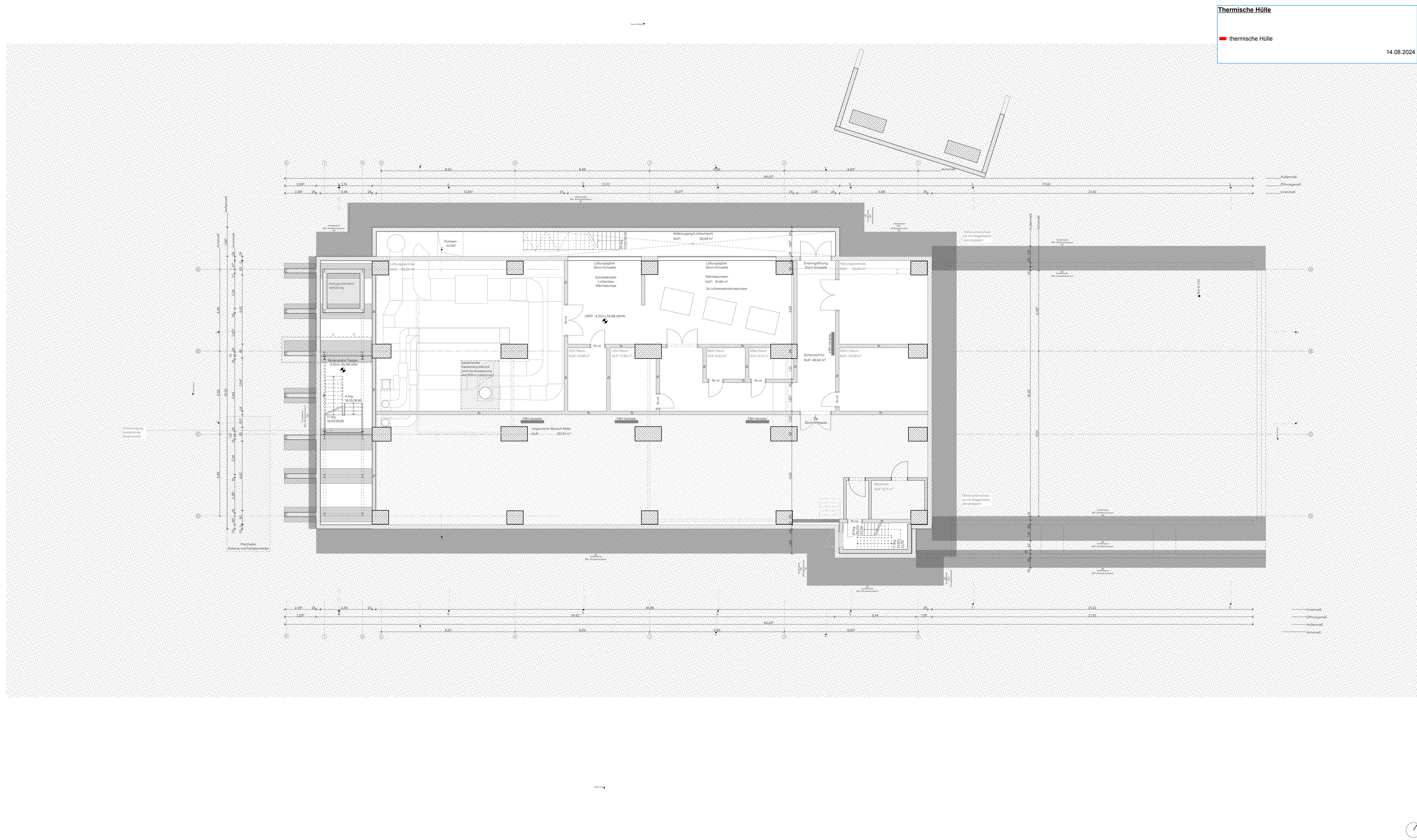
\*\* Bei Bodenplatten sind Flächen mit einem Abstand von mehr als 5 m zum äußeren Rand bei der Berechnung der mittleren U-Werte nicht zu berücksichtigen.

\*\*\* Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (außer Dachräume) oder Erdreich sind mit dem Faktor 0,5 zu gewichten.

## **Anlage 3:**

### **Thermische Hülle**





Thermische Hülle

thermische Hülle

14.08.2024

SCHRAFFUR/SYMBOL	BEZEICHNUNG/SYMBOLE	BRANDSCHUTZ/SYMBOLE
STÄHLBLECH	ERDEDECKE	EL 011 RAUHEIT BRANDHAFT
WUHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 012 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH FERTIGTEIL	DRIFT KESSEL	EL 013 RAUHEIT BRANDHAFT
TRUCKBLECH	DRIFT KESSEL	EL 014 RAUHEIT BRANDHAFT
MAULBLECH	DRIFT KESSEL	EL 015 RAUHEIT BRANDHAFT
TRUCKBLECH	DRIFT KESSEL	EL 016 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 017 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 018 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 019 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 020 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 021 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 022 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 023 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 024 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 025 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 026 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 027 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 028 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 029 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 030 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 031 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 032 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 033 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 034 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 035 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 036 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 037 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 038 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 039 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 040 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 041 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 042 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 043 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 044 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 045 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 046 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 047 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 048 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 049 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 050 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 051 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 052 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 053 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 054 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 055 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 056 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 057 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 058 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 059 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 060 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 061 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 062 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 063 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 064 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 065 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 066 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 067 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 068 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 069 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 070 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 071 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 072 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 073 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 074 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 075 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 076 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 077 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 078 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 079 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 080 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 081 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 082 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 083 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 084 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 085 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 086 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 087 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 088 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 089 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 090 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 091 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 092 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 093 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 094 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 095 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 096 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 097 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 098 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 099 RAUHEIT BRANDHAFT
STÄHLBLECH	DRIFT KESSEL	EL 100 RAUHEIT BRANDHAFT

Index	Änderung	Gez.	Datum



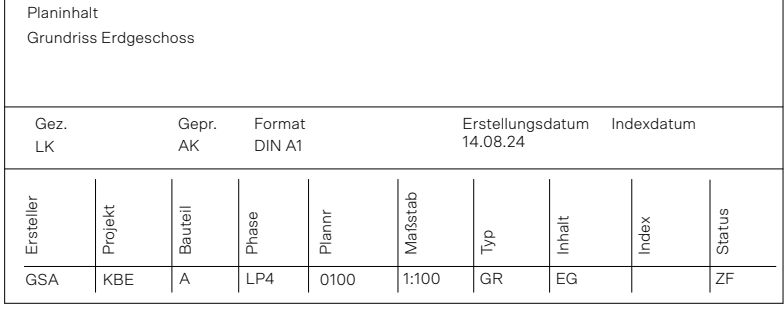
© 2024 Ingenieurbüro

Planinhalt  
Grundriss Untergeschoss

Gez.	Gez.	Format	Erstellungsdatum	Indexdatum
LX	AK	DIN A1	29.07.24	

Ersteller	Proj.	Baujahr	Phase	Plan	Mischzahl	Typ	Inst.	Index	Status
GSA	KBE	A	LPA	0104	1:100	GR	UG	ZF	







- thermische Hülle

14.08.2024



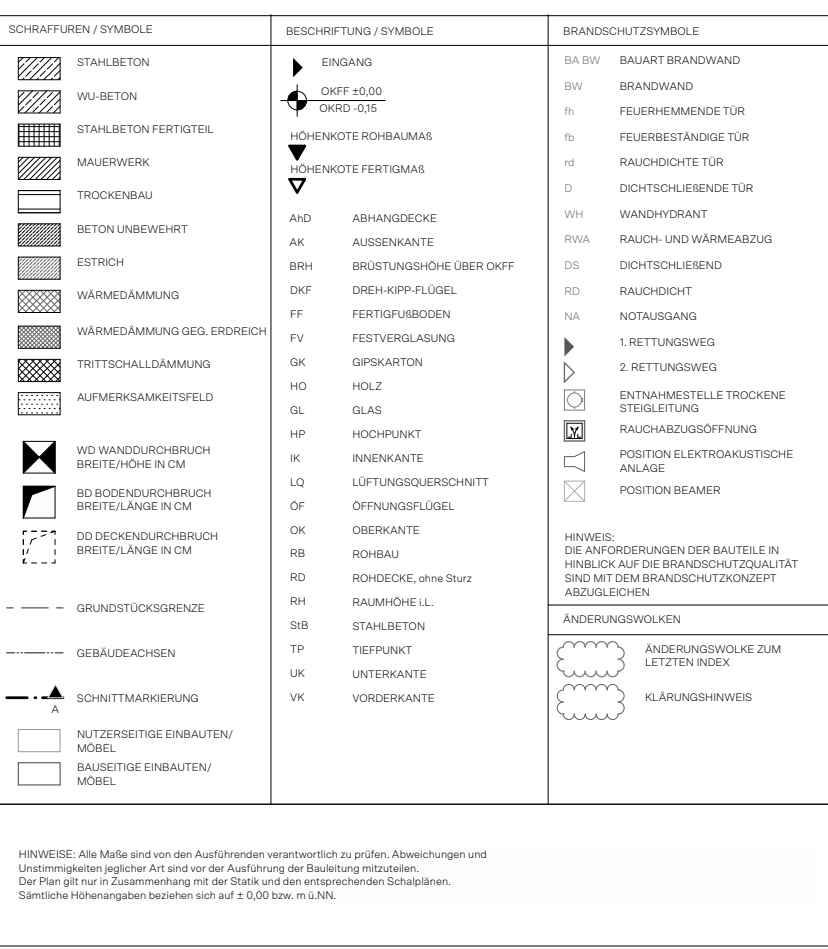
Index	Änderung	Gez.	Datum



Planinhalt  
Grundriss Zwischen-Ebene

[illegible]



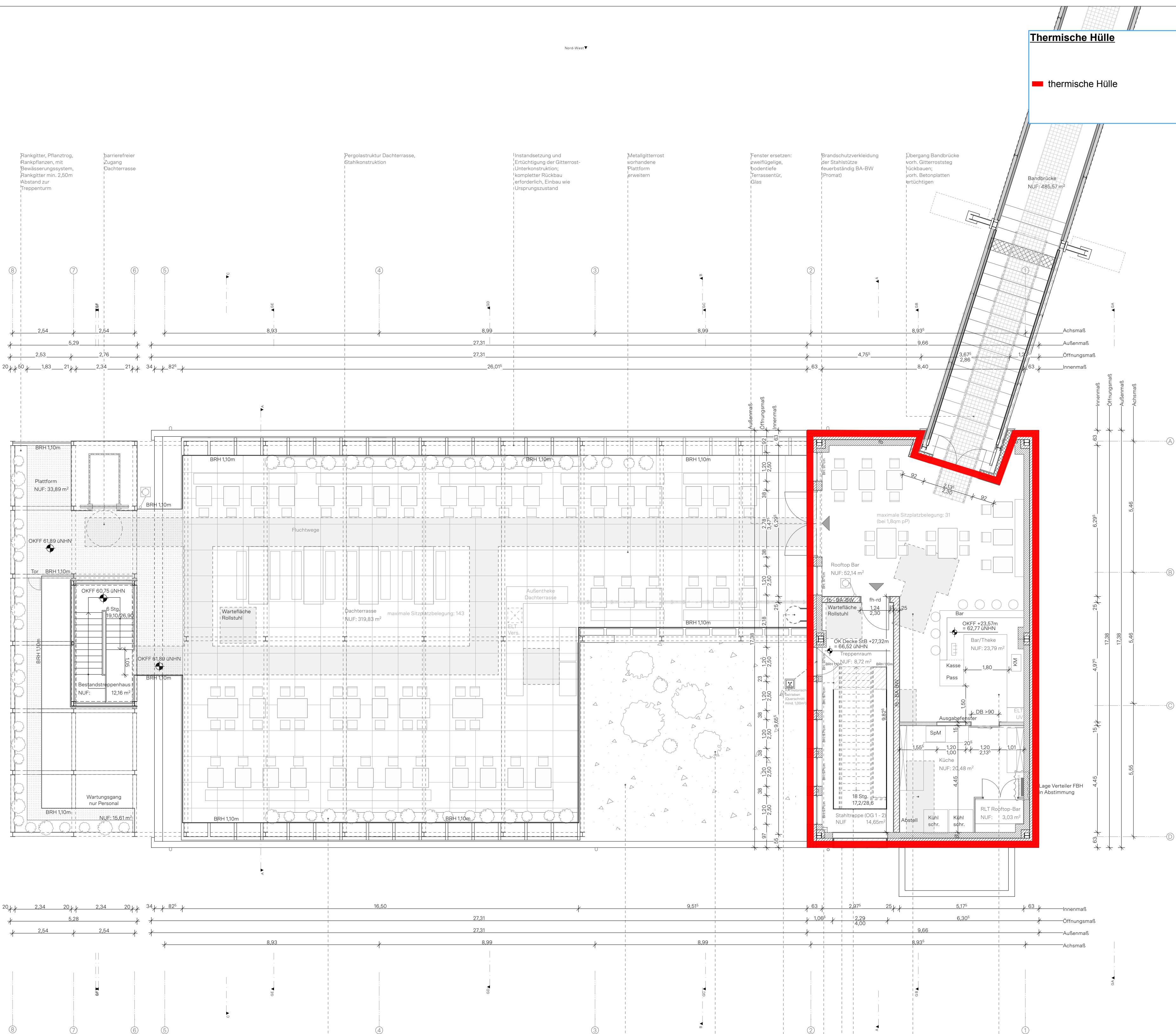


Index	Änderung	Gez.	Datum



Planinhalt									
Grundriss 1. Obergeschoss									
Gez.	Gepr.	Format		Erstellungsdatum		Indexdatum			
LK	AK	DIN A1		29.07.24					
Ersteller	Projekt	Bauztl	Phase	Plannr.	Maßstab	Typ	Inhalt	Index	Status
GSA	KBE	A	LP4	0101	1:100	GR	1G		ZF



[illegible][illegible]

Planinhalt Grundriss 2. Obergeschoss									
Gez. LK		Gepr. AK		Format DIN A1		Erstellungsdatum 29.07.24		Indexdatum	
Ersteller	Projekt	Bauztl	Phase	Plannr	Maßstab	Typ	Inhalt	Index	Status
GSA	KBE	A	LP4	0102	1:100	GR	2G		ZF



Planinhalt Dachaufsicht									
Gez. LK		Gepr. AK		Format DIN A1		Erstellungsdatum 14.08.24		Indexdatum	
Ersteller	Projekt	Bauzahl	Phase	Planer	Modifiziert	Type	Inhalt	Index	Status
GSA	KBE	A	LP4	0103	1:100	GR	DA		ZF



- thermische Hülle

HINWEISE: Alle Maße sind von den Ausführenden verantwortlich zu prüfen. Abweichungen und Unstimmigkeiten jeglicher Art sind vor der Ausführung der Bauleitung mitzuteilen.  
Der Plan gilt nur in Zusammenhang mit der Statik und den entsprechenden Schalplänen.  
Sämtliche Höhenangaben beziehen sich auf  $\pm 0,00$  bzw. m ü.N.N.

[illegible]

Planinhalt Schnitt A-A										
Gez. LK		Gepr. AK		Format DIN A1		Erstellungsdatum 29.07.24		Indexdatum		
Ersteller	Projekt	Bauteil	Phase	Plannr.	Maßstab	Typ	Inhalt	Index	Status	
GSA	KBE	A	LP4	0201	1:100	SC	A-A		ZF	



■ thermische Hülle

HINWEISE: Alle Maße sind von den Ausführenden verantwortlich zu prüfen. Abweichungen und Unstimmigkeiten jeglicher Art sind vor der Ausführung der Bauleitung mitzuteilen.  
Der Plan gilt nur in Zusammenhang mit der Statik und den entsprechenden Schalplänen.  
Sämtliche Höhenangaben beziehen sich auf  $\pm 0,00$  bzw. m ü.NN.

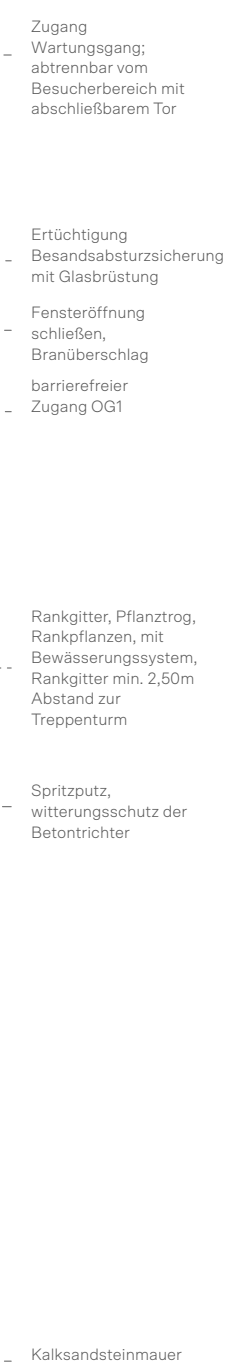
[illegible]

Planinhalt Schnitt B-B									
Gez. LK		Gepr. AK		Format DIN A1		Erstellungsdatum 29.07.24		Indexdatum	
Ersteller	Projekt	Bau teil	Phase	Plan nr	Maßstab	Typ	Inhalt	Index	Status
GSA	KBE	A	LP4	0202	1:100	SC	B-B		ZF



- thermische Hülle

14.08.2024

[illegible]



## **Anlage 4:**

**Nachweis nach GEG**

**Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes**

## **INHALTSVERZEICHNIS**

## **SEITE**

- 1. SOWS01 – CAFE- UND AUSSTELLUNGSBEREICH ..... 3**
- 2. SOWS02 – ROOFTOP BAR ..... 4**



## 1. soWS01 – Cafe- und Ausstellungsbereich

### Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe  
mit der Nettogrundfläche  $A_G = 130 = 130,00 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_W$ [m <sup>2</sup> ]	g [%]	$F_C$	$A_W * g * F_C$
1 Nord-West	N-W 90°	13,80	40	1,00	5,52
2 Süd-Ost	S-O 90°	13,80	40	1,00	5,52
3					
27,6 m <sup>2</sup>					11,04

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $27,60 / 130,00 = 0,21$  (21%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} * g_i * F_{C,i}) / A_G = 11,04 / 130,00 = \mathbf{0,085}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	mittel
Nachtlüftung	ohne
Sonneneintragskennwert $S_1$	+0,013

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,006 ( $f_{WG} = 0,21$ )
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,050
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert $S_+$	+0,086

$S_{\text{vorh}} = 0,085 \leq 0,099 = S_{\text{zul}} (= 0,013 + 0,086)$  **Nachweis erbracht**

## 2. soWS02 – Rooftop Bar

### Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe  
mit der Nettogrundfläche  $A_G = 56,68 + 22,74 = 79,42 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_W [\text{m}^2]$	$g [\%]$	$F_C$	$A_W * g * F_C$
1						
2	Süd-West	S-W 90°	12,51	40	0,55	2,75
3						
12,5 m²						2,75

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen:  $F_C = 0,55$  Sonnenschutzglas  $g \leq 0,4$  zweifach + Markise / Vordach / baul. Verschattung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil =  $12,51 / 79,42 = 0,16$  (16%)

vorh. Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} * g_i * F_{C,i}) / A_G = 2,75 / 79,42 = \mathbf{0,035}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	mittel
Nachtlüftung	ohne
Sonneneintragskennwert $S_1$	+0,013

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,012 ( $f_{WG} = 0,16$ )
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert $S_+$	+0,042

$S_{\text{vorh}} = 0,035 \leq 0,055 = S_{\text{zul}} (= 0,013 + 0,042)$  **Nachweis erbracht**