

Energieberatungsbericht für den Neubau von Nichtwohngebäuden nach DIN V 18599

gemäß der Richtlinie "Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und
Systeme" (EBN) - Neubaukonzept

Energetische Sanierung und Erweiterung Feuerwehrrgeräte- und Mehrzweckhaus



Objekt Feuerwehrrgeräte- und Mehrzweckhaus
Weesener Straße 16
29320 Hermannsburg

Inhaltsverzeichnis

Kontaktadressen	3
Vorbemerkung	4
Zusammenfassende Darstellung	5
Kurzbeschreibung der empfohlenen Maßnahmen	5
Hinweise zur Einführung eines Energiemanagementsystems	5
Energetische Bewertung des Gebäudes	5
Bewertung des Primärenergiebedarfs	6
Bewertung des Endenergiebedarfs	6
Bewertung der Treibhausgasemissionen CO ₂	6
Bewertung der Energiekosten	6
Geschätzte erforderliche Gesamtkosten	6
Aktuelle Fördermöglichkeiten des Bundes	7
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	7
Hinweis auf Erforderlichkeit einer Baubegleitung	7
Hinweis auf Anforderungen aus LCA und ggf. QNG	7
Daten zur Gebäudehülle und Anlagentechnik	8
Gebäudedaten	8
Tabellarische Darstellung der Systemgrenze	8
Grafische Darstellung der Systemgrenze	9
Zonierung	10
Grafische Darstellung der Zonierung	10
Wärmeübertragende Umfassungsfläche	19
Wärmebrücken	19
Anlagentechnik	20
Heizungsanlage	20
RLT-Anlage	22
PV-Anlage	23
Beleuchtung	24
Energiebilanz / Energiebedarf	25
Fazit	26
Anhang	27
Baulicher Wärme- und Feuchteschutz	27
Detaillierte Berechnung	42

Kontaktadressen

Projektadresse

Weesener Straße 16
29320 Hermannsburg

Bauherr/-in

Stadt Bergen
Deichend 3-7
29303 Bergen
05051 / 479-364
Mark.Tranter@bergen-online.de

Energieberatung

Energieeffizienz-Expertin
Birgit Mitchell-Letang
Celler Str. 24
29348 Eschede
01520 - 66 10 901
info@bml-architektur-energie.de

bml | architektur + energie
architektin + energie-effizienz-expertin
Dipl.-Ing. Univ. Birgit Mitchell-Letang

Projektbezeichnung	Erweiterung Feuerwehrrgeräte- und Mehrzweckhaus
Projektnummer	bml-24.80.09-02
Stand	21.09.2024

Vorbemerkung

Der Gebäudesektor hat großen Anteil am Energieverbrauch eines Landes. Um die Bedarfe für Beheizung, Kühlung und Beleuchtung im Gebäudebetrieb zu minimieren, regelt das Gebäudeenergiegesetz (GEG) die rechtlichen Vorgaben an den Wärmeschutz, die technische Ausstattung und den maximal zulässigen Primärenergiebedarf bei Neubauten und Sanierungen. Ziel des GEG ist die Verbesserung der thermischen Gebäudehülle, die Steigerung der Effizienz der Anlagentechnik und Beleuchtung von Gebäuden, die Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien und damit die nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung. Die Nachweise sind anhand des Transmissionsverlusts über die Gebäudehülle und des Primärenergiebedarfs zu führen. Um die einheitliche Berechnung und Vergleichbarkeit aller Gebäude unabhängig von deren Lage zu ermöglichen, gibt das GEG die zu verwendenden Normen sowie die Rand- und Klimabedingungen vor.

Nach GEG müssen die Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf und den Wärmeschutz (mittleren U-Werte) für Neubauten erfüllt sein. Außerdem muss die Heizungsanlage mindestens 65% der bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien erzeugen.

Im Rahmen der Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude (EBN) für Neubauten gibt es zusätzlich die Anforderungen entsprechend der Bundesförderung „Klimafreundlicher Neubau“ (KFN). Dafür müssen der energetische Standard des Effizienzgebäude EG 40 und die Anforderung an die CO₂-Emissionen im Gebäudelebenszyklus für den Neubau sowie die Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltiges Bauen PLUS (QNG-PLUS) erreicht werden.

Die nachfolgenden Berechnungen und Ergebnisse entsprechen den Vorgaben des GEG. Veränderungen von Konstruktionen (Baustoffstärken, Wärmeleitfähigkeit, Materialien, etc.) sowie Änderungen im Bereich der Anlagentechnik haben eine Neuberechnung des Nachweises zur Folge.

Zusammenfassende Darstellung

Kurzbeschreibung der empfohlenen Maßnahmen

Bezeichnung der Maßnahme	Ausführungsempfehlung
Sommerlicher Wärmeschutz	Um den Sommerlichen Wärmeschutz zu gewährleisten, wird empfohlen, die Gaubenfenster und Dachflächenfenster auf der nach Süden gerichteten Fassade mit außenliegenden Rollläden bzw. Raffstorekästen zu versehen.
Beleuchtung	Da die Räumlichkeiten nicht vollzeitig genutzt werden, wird empfohlen, die Beleuchtung in den Abstell- und Sanitärräumen mit einer automatischen Anwesenheitsschaltung zu versehen.,
Wände gegen unbeheizt	Da einige Räume möglicherweise nur geringfügig beheizt werden, wird empfohlen die angrenzenden Innenwände zu dämmen und Zwischentüren wärmedämmend auszuführen.
Wärmepumpenheizung	Um die Betriebsstromkosten gering zu halten, und um den Anteil erneuerbarer Energien zu erfüllen, wird die Installation einer PV-Anlage mit PV-Speicher angeraten.

Hinweise zur Einführung eines Energiemanagementsystems

Ein Energiemanagementsystem (EnMS) zeigt auf, wieviel Energie verbraucht – und welche kontinuierlichen und alltagsbezogenen Möglichkeiten es gibt, diesen Verbrauch zu senken. Die Einführung und Pflege eines EnMS ist in der internationalen Norm DIN EN ISO 50001 beschrieben. Im Unterschied zu einem Energieaudit wird ein EnMS kontinuierlich gepflegt und „gelebt“. Beispielsweise werden regelmäßig Energieverbrauchs-Kennzahlen gebildet und Mitarbeiterschulungen durchgeführt.

In heutigen Neubauten und unter dem Aspekt des heutigen Standards der Gebäudeautomatisierung sowie der gestiegenen Energiekosten ist die Einführung eines EnMS immer empfehlenswert. In kleineren Projekten kann bereits mit der einfachen Messung des Hauptverbrauchs Strom und Gas viel erreicht werden.

Energetische Bewertung des Gebäudes

Darstellung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren U-Werte des betrachteten Neubaus (Ist-Werte). Zum Vergleich sind die Neubauanforderungen nach GEG, der Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes und die Effizienzgebäude-Stufen nach KfN angegeben.

Bezeichnung		GEG					KfN		
		Ist-Wert	Neubau	REF (100%)	EG 40	EG 55	EG 70		
Jahres-Primärenergiebedarf Q_p	kWh/(m ² a)	48,1	✓ 86,2	156,7	✓ 62,7	✓ 86,2	✓ 109,7		
mittlere U-Werte, $\geq 19^\circ\text{C}$									
Opake Außenbauteile	W/(m ² K)	0,17	✓ 0,28		✓ 0,18	✓ 0,22	✓ 0,26		
Transparente Außenbauteile	W/(m ² K)	0,71	✓ 1,5		✓ 1,0	✓ 1,2	✓ 1,4		

Bewertung des Primärenergiebedarfs

Angaben zum berechneten Jahres-Primärenergiebedarf, zum Neubauniveau nach GEG und den Einsparungen gegenüber dem GEG-Neubauniveau.

	Ist-Wert	Neubauniveau [gemäß GEG]	Einsparung	Einsparung [%]
Jahres-Primärenergiebedarf Q_E [kWh/a]	23.181	41.569	18.388	44

Bewertung des Endenergiebedarfs

Angaben zum berechneten Jahres-Endenergiebedarf, zum Neubauniveau nach GEG und den Einsparungen gegenüber dem GEG-Neubauniveau.

	Ist-Wert	Neubauniveau [gemäß GEG]	Einsparung	Einsparung [%]
Jahres-Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]	12.878	34.024	21.145	62

Bewertung der Treibhausgasemissionen CO₂

Angaben zu den berechneten CO₂-Emissionen, zum Neubauniveau nach GEG und den Einsparungen gegenüber dem GEG-Neubauniveau.

	Ist-Wert	Neubauniveau [gemäß GEG]	Einsparung	Einsparung [%]
Treibhausgasemission CO₂ [kg/a]	7.212	10.060	2.848	28

Bewertung der Energiekosten

Angaben zu den berechneten Energiekosten, zum Neubauniveau nach GEG und den Einsparungen gegenüber dem GEG-Neubauniveau.

	Ist-Wert	Neubauniveau [gemäß GEG]	Einsparung	Einsparung [%]
Energiekosten [€/a]	4.501 €	8.031 €	3.530 €	44

Geschätzte erforderliche Gesamtkosten

Angaben zu den geschätzten erforderlichen Gesamtinvestitionskosten für Neubauniveau nach GEG-Standard sowie für das erreichte Effizienzgebäude nach KfN sind derzeit nicht möglich, da Angaben zu den geschätzten Gesamtbaukosten noch nicht zur Verfügung stehen.

Aktuelle Fördermöglichkeiten des Bundes

Die Gewährung von Fördermitteln ist oftmals von mehreren Faktoren abhängig. Eine Förderung kann also nicht garantiert werden. Eine detaillierte Fördermittelberatung kann Abhilfe verschaffen.

Die Informationen und Angaben zur Förderung sind mit Sorgfalt zusammengestellt. Für die Fehlerfreiheit und Vollständigkeit der Angaben kann jedoch keine Gewähr übernommen werden. Allein maßgeblich sind die jeweils gültigen Gesetze, Verordnungen und Richtlinien – rechtsverbindliche Angaben erhalten Sie bei den jeweils genannten Institutionen.

Ein Rechtsanspruch auf Förderung besteht nicht.

Maßnahmen	Förderung	Programm
BEG NWG • Kosten Bauwerk + Anlagentechnik (Neubau) • PV-Anlage (ohne Einspeisevergütung)	Klimafreundlicher Neubau NWG, EH 40 – 1.500 €/qm, ab 2,84 % Zinssatz oder Klimafreundlicher Neubau NWG mit QNG – 2.000 €/qm, ab 2,84 % Zinssatz. Zusätzliche Förderung für z. B. Baubegleitung oder Nachhaltigkeits-zertifizierung möglich.	KfW 299 (Kredit)

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Ein Effizienzgebäude **EH40** wurde angestrebt und mit den vorgeschlagenen Maßnahmen erreicht.

Dadurch wird eine erhebliche Reduktion der zu erwartenden Energiekosten erreicht.

Fallen bei einem Neubau nach GEG ca. 8.031 € an Energiekosten pro Jahr an, so könne die Energiekosten durch den besseren energetischen Standard des **EH40** um ca. **44 %**, auf ca. 4.501 € pro Jahr reduziert werden.

Ein Großteil der Energiekosten kann zusätzlich durch die geplante PV-Anlage abgedeckt werden, so dass die jährlichen Energiekosten weiter reduziert werden können

Anmerkung: Die für die Wirtschaftlichkeitsberechnung notwendigen nutzungsspezifischen Randbedingungen sind derzeit nicht bekannt. Eine Kostenschätzung für die zu verbauenden Materialien liegt derzeit ebenfalls nicht vor.

Hinweis auf Erforderlichkeit einer Baubegleitung

Zur optimalen Umsetzung des Neubauvorhabens empfehlen wir eine unabhängige Planung und Baubegleitung durch eine(n) für das Förderprogramm zugelassene(n) Energieeffizienz Expertin/Experten einschließlich einer Fachplanung.

Hinweis auf Anforderungen aus LCA und ggf. QNG

Für die Förderung Klimafreundlicher Neubau (KFN) sind zusätzlich die Anforderungen der Lebenszyklusanalyse (LCA) und ggf. des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG) zu erfüllen.

Daten zur Gebäudehülle und Anlagentechnik

Gebäudedaten

Allgemeine Daten zur Gebäudegeometrie und den ermittelten Kenndaten für die Energieberechnung nach GEG.

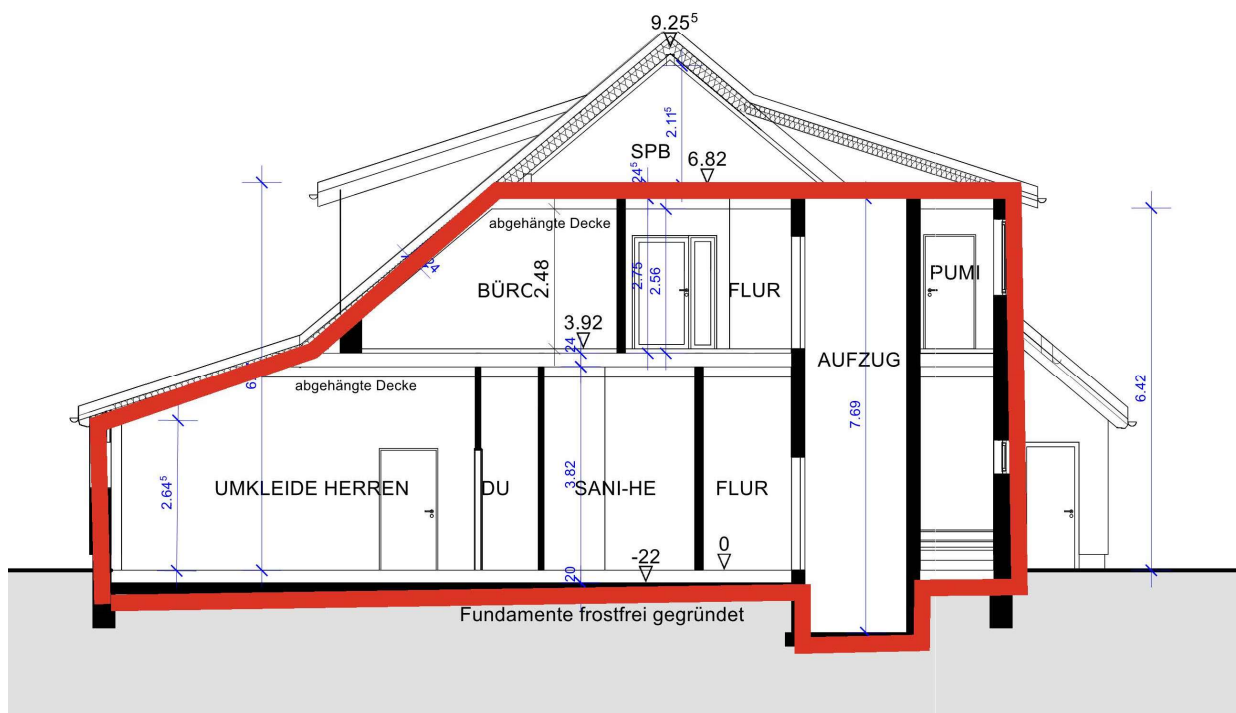
Gebäudedaten	
Gebäudeart	Nicht-Wohngebäude
Hauptnutzung	Bürogebäude
Nettogrundfläche	482,4 m ²
Gebäudehüllfläche	1.069,1 m ²
beheiztes Gebäudevolumen	1.762 m ³
belüftetes Gebäudevolumen	1.409 m ³
Vollgeschosse	2
Charakteristische Geschosshöhe	3,00 m
Charakteristische Länge	18,00 m
Charakteristische Breite	14,00 m

Tabellarische Darstellung der Systemgrenze

Bauteiltyp	Ausrichtung	Fläche [m ²]
Außenwand	O	80,37
Außenwand	N	57,67
Wand gegen unbeheizt	-	113,28
Außenwand	S	71,85
Außenwand	W	76,96
Tür gegen unbeheizt	-	7,55
Außentür	W	2,28
Außentür	N	2,49
Außentür	S	32,32
Außentür	O	2,26
Fenster	N	10,68
Fenster	O	7,00
Fenster gegen unbeheizt	-	5,08
Fenster	W	4,07
Fenster	S	14,94
Oberste Geschossdecke	-	211,72

Bauteiltyp	Ausrichtung	Fläche [m ²]
Decke/Boden gegen unbeheizt	-	4,04
Dach	N	56,33
Dach	S	-7,27
Bodenplatte zum Erdreich	-	306,67
Summe		1.060,29

Grafische Darstellung der Systemgrenze



Zonierung

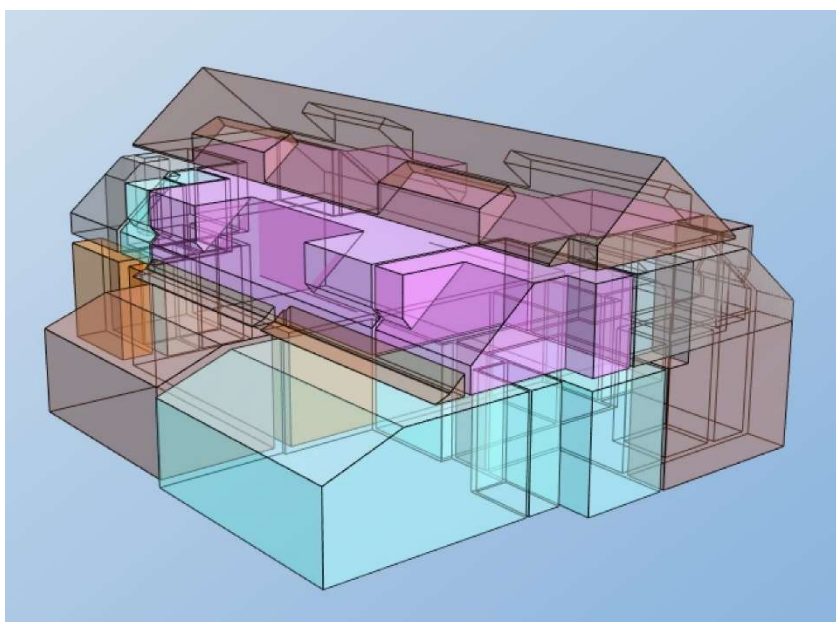
Verschiedene Bereiche eines Nichtwohngebäudes haben in der Regel unterschiedliche Nutzungen bzw. Nutzungsrandbedingungen und unterschiedliche Anforderungen an die Konditionierung, d.h. an Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasserversorgung und Beleuchtung. Bereiche bzw. Räume mit gleicher Konditionierung und Nutzung werden zu Zonen zusammengefasst und den Zonen ein Nutzungsprofil zugewiesen. Nutzungsprofile, d. h. Art und Nutzung von Zonen sind normativ in DIN V 18599 Teil 10 festgelegt. Die einzelnen Nutzungsprofile beinhalten die Randbedingungen für die Energiebedarfsberechnungen, d.h. Angaben zu Nutzungszeiten, Beleuchtung, Raumklima und Wärmequellen.

Die folgende Tabelle zeigt die im aktuellen Projekt vorhandenen Nutzungszonen:

Nr. Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]	Hüllfläche [m ²]	Konditionierung
1 Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	131,44	27,2	295,7	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
2 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	100,98	20,9	277,6	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
3 Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	(190,08)	-	-	Beleuchtung + keine Heizung und Kühlung *
4 Verkehrsfläche	63,92	13,2	210,7	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
5 Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	186,09	38,6	285,1	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
Summe	482,4		1.069,1	

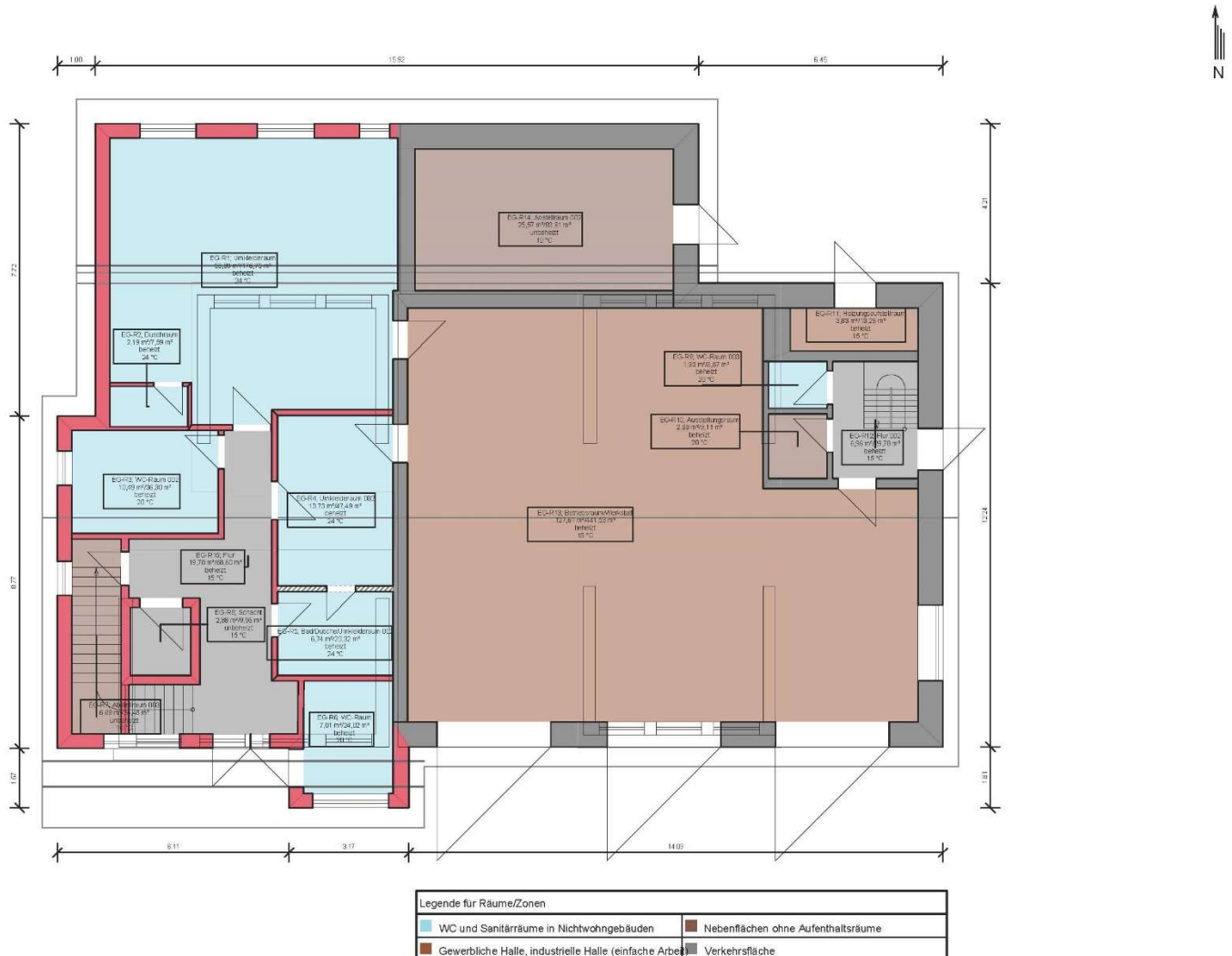
* Für die Berechnung der Nettogrundfläche nach GEG werden nur beheizte/gekühlte Zonen berücksichtigt

Grafische Darstellung der Zonierung

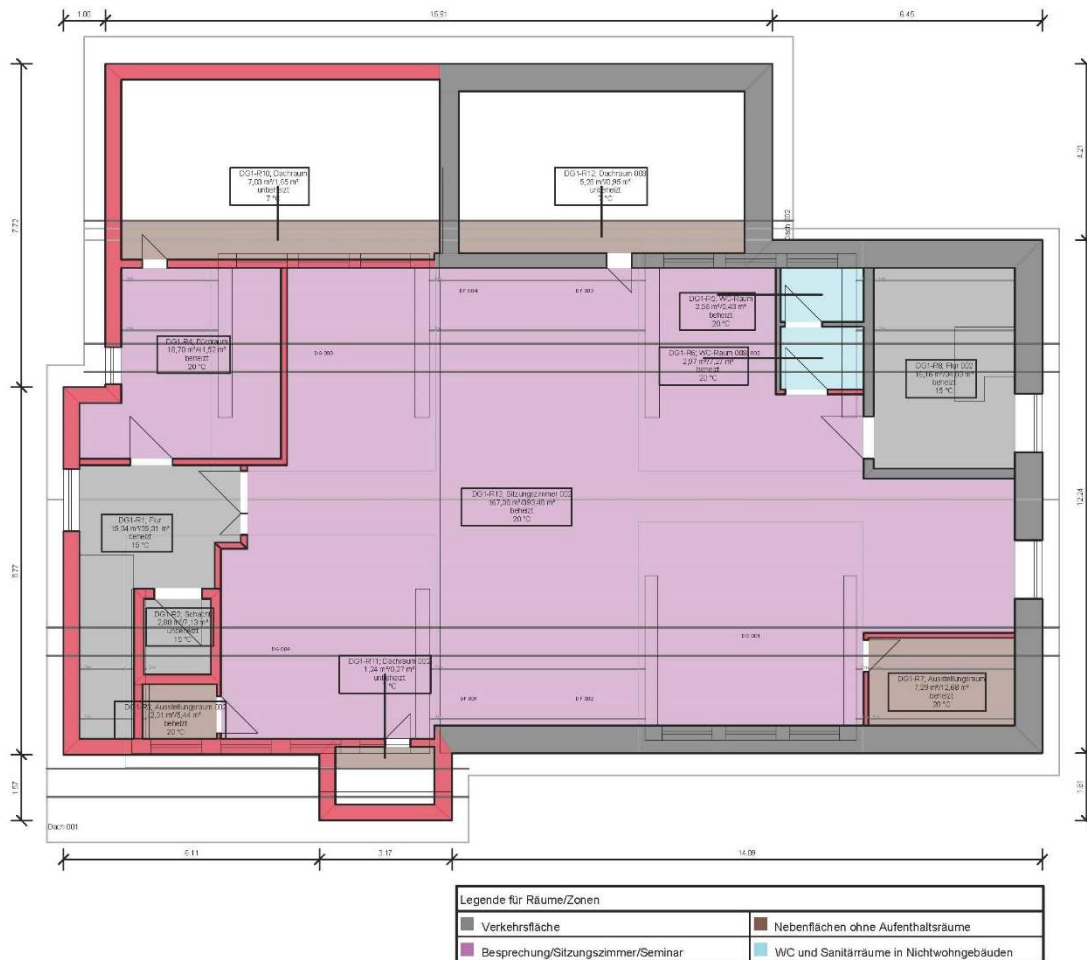


Zonenvolumen

Erdgeschoss – Zonierung



Dachgeschoss – Zonierung



Architectural floor plan of a building with a large central hall and surrounding rooms. The plan includes dimensions, room numbers, and a legend.

Dimensions:

- Overall width: 15.91
- Overall height: 12.73
- Top left section width: 1.00
- Top middle section width: 5.05
- Top right section width: 2.45
- Bottom left section width: 2.13
- Bottom middle section width: 5.06
- Bottom right section width: 14.09
- Left side section height: 1.07
- Right side section height: 1.07

Room Numbers:

- EF 004
- EF 001
- EF 002
- EF 003

Central Hall Label:

200 BILDBÜCHER
150,00 KPM 30,0 KPM
1. OG

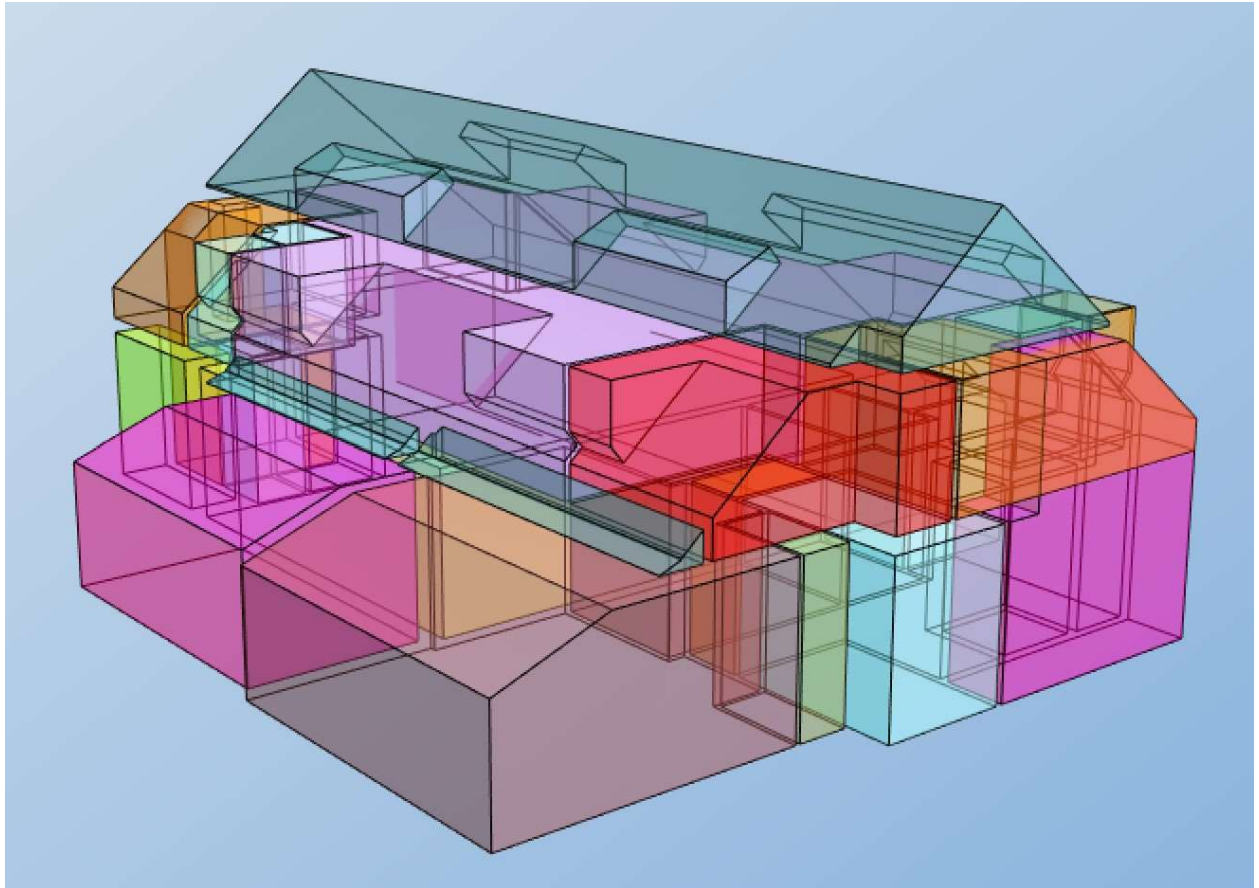
Legend:

Legende für Räume/Zonen

■ Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume

Grafische Darstellung der Räume und Volumen

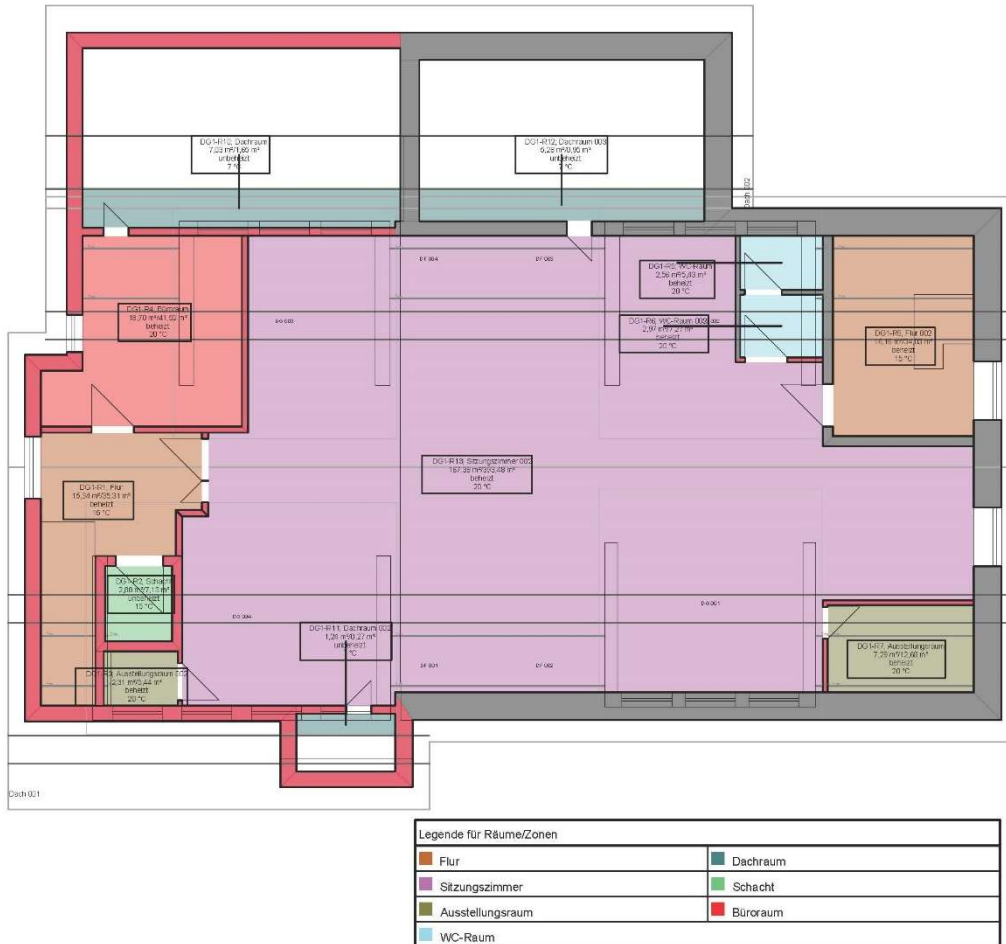
Raumvolumen



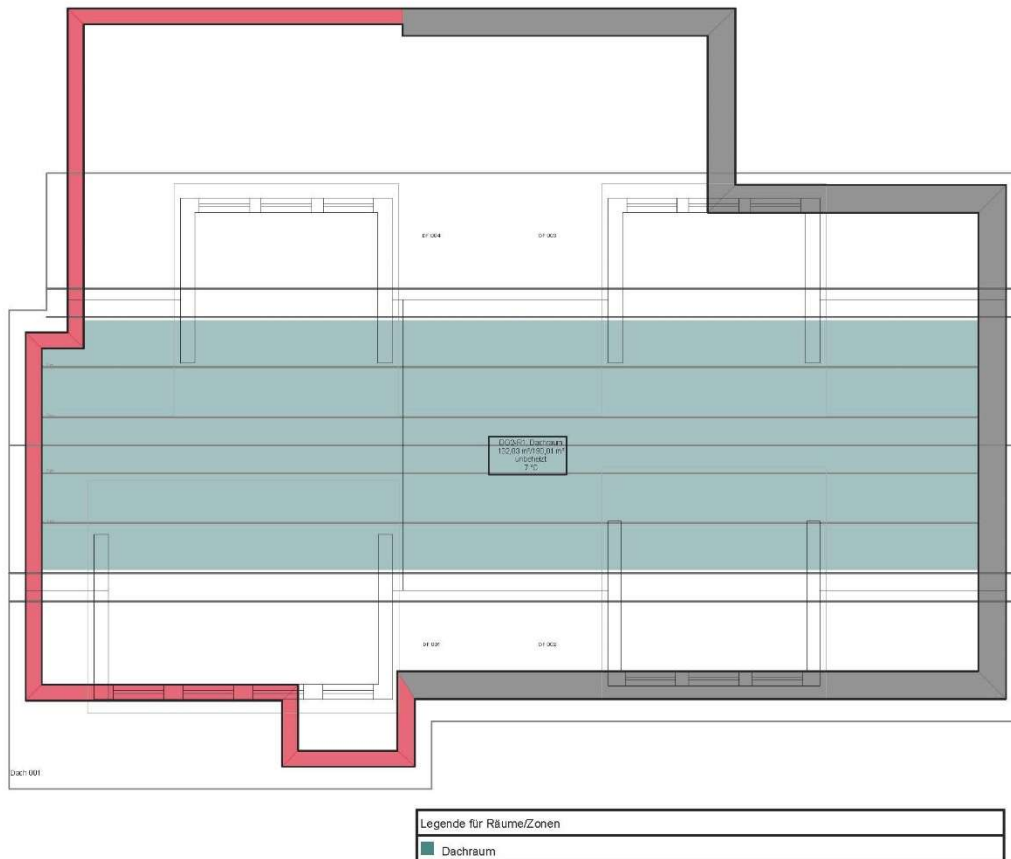
2



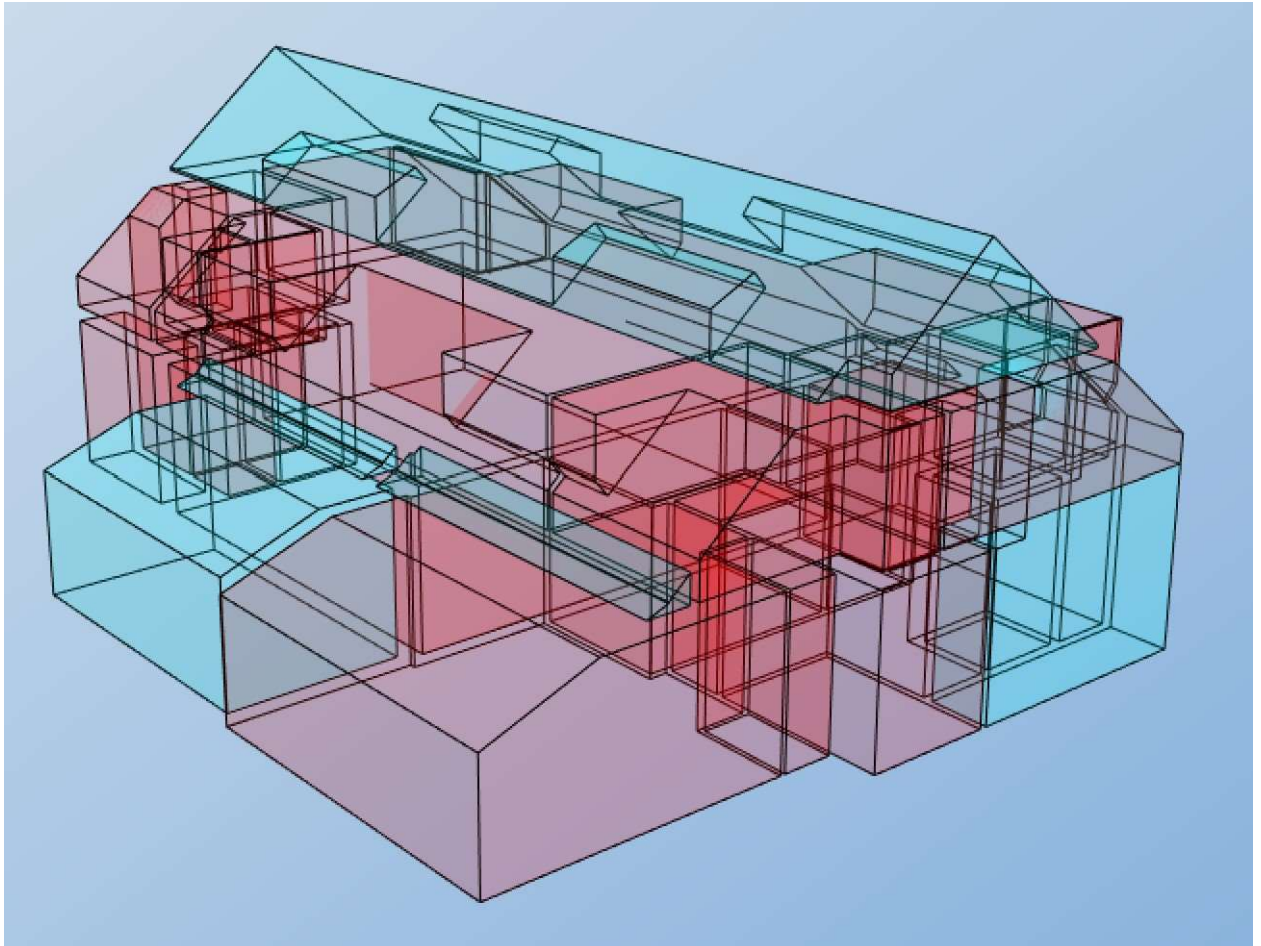
Dachgeschoss Räume



Dachgeschoss (Spitzboden) - Räume



Grafische Darstellung des Beheiztes- und Nichtbeheiztes Volumen



Wärmeübertragende Umfassungsfläche

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) ist ein Maß für den Wärmeverlust von Bauteilen. Die physikalische Einheit ist $W/(m^2K)$, d.h. der Wert gibt an, wie viel Energie pro Quadratmeter Bauteilfläche bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin durch ein Bauteil verloren geht. Durch Multiplikation des U-Werts mit der Bauteilfläche und dem Temperaturunterschied der Luft an den beiden Seiten des Bauteils erhält man die Wärme (in Watt), die durch das Bauteil verloren geht und ggf. z.B. durch ein Heizungssystem ausgeglichen werden muss.

Folgende Auflistung zeigt die U-Werte der wärmeübertragenden Umfassungsfläche abhängig von deren Aufbau, Bauteiltyp (Dach, Wand, Boden, Fenster, Tür, ...) und Angrenzart (Außenluft, Erdreich, unbeheizter Raum, ...).

Pos.	Bauteil	A [m ²]	U [W/(m ² K)]	U _{Ref, GEG} [W/(m ² K)]	U _{Max, KfN} [W/(m ² K)]
1	Außenwand	27,48	0,188	0,280	0,200
2	Außenwand	130,33	0,137	0,280	0,200
3	Wand gegen unbeheizt	43,00	0,220	0,350	0,250
4	Außenwand	129,04	0,163	0,280	0,200
5	Wand gegen unbeheizt	23,37	0,222	0,350	0,250
6	Wand gegen unbeheizt	46,91	0,214	0,350	0,250
7	Tür gegen unbeheizt	7,29	1,300	1,800	-
8	Tür gegen unbeheizt	0,26	1,100	1,800	-
9	Außentür	9,28	0,980	1,800	1,300
10	Außentür	30,06	1,300	1,800	1,300
11	Fenster	31,42	0,760	1,300	0,950
12	Fenster gegen unbeheizt	5,08	0,760	-	-
13	Dachflächenfenster	5,27	0,760	1,400	1,000
14	Oberste Geschossdecke	104,38	0,131	0,200	0,140
15	Oberste Geschossdecke	85,47	0,128	0,200	0,140
16	Oberste Geschossdecke	21,87	0,185	0,200	0,140
17	Decke/Boden gegen unbeheizt	4,04	0,185	0,350	0,250
18	Dach	70,66	0,141	0,200	0,140
19	Dach	22,04	0,141	0,200	0,140
20	Bodenplatte zum Erdreich	133,36	0,205	0,350	0,250
21	Bodenplatte zum Erdreich	173,31	0,204	0,350	0,250

Wärmebrücken

Der berücksichtigte Wärmebrückenzuschlag beträgt $\Delta U_{wb} = 0,05 W/(m^2K)$

pauschal - $0,05 W/(m^2K)$:

Nur ansetzbar mit Überprüfung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Bbl.2
Kategorie A und B.

Anlagentechnik

Beschreibung der Anlagentechnik und deren Kenndaten für die Energieberechnung nach GEG.

Versorgungsbereiche sind Bereiche, die von der gleichen Technik (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung usw.) versorgt werden.

Ein Versorgungsbereich kann sich dabei über mehrere Zonen erstrecken, eine Zone kann mehrere Versorgungsbereiche umfassen, Zone und Versorgungsbereich können aber auch identisch sein.

Für einen Versorgungsbereich werden die Technik, die Kreise (Verteilung) sowie die Übergaben, d. h. die versorgten Zonen, angegeben.

Heizungsanlage

Heizungsbereich	Bereich: Heizwärme-Erzeugung 1
Art des Heizkreises	zentral
Erzeugung	Wärmepumpe Luft-Wasser, Strom-Mix - Baujahr: 2024 - Nennleistung: 24,39 kW
Speicherung	Speicher 1 (Heizwärme-Erzeugung 1) - Baujahr 2025 - Speichertyp indirekt beheizter Speicher - Speicher-Nenninhalt 233,63 l - Lage im beheizten Gebäudebereich (pauschal)
Verteilung	<p>Verteilkreis 3 mit Heizkreisauslegung 35 / 55 °C mit Verteilnetztyp Etagenring in der Gebäudeart Gruppe 1</p> <ul style="list-style-type: none">- mit hydraulischem Abgleich- 6,58 m Anbindeleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt- 4,10 m Steigleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt- 91,40 m Verteilleitung mit einem U-Wert von 0,20 W/(mK) gedämmt- Umwälzpumpe (Pumpe 1) mit einer Leistung von 30,12 W <p>Verteilkreis 1 mit Heizkreisauslegung 35 / 55 °C mit Verteilnetztyp Etagenring in der Gebäudeart Gruppe 1</p> <ul style="list-style-type: none">- mit hydraulischem Abgleich- 14,87 m Anbindeleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt- 4,72 m Steigleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt- 138,52 m Verteilleitung mit einem U-Wert von 0,20 W/(mK) gedämmt- Umwälzpumpe (Pumpe 1) mit einer Leistung von 46,12 W <p>Verteilkreis 2 mit Heizkreisauslegung 35 / 55 °C mit Verteilnetztyp Etagenring in der Gebäudeart Gruppe 1</p> <ul style="list-style-type: none">- mit hydraulischem Abgleich- 11,04 m Anbindeleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt- 4,46 m Steigleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt- 118,12 m Verteilleitung mit einem U-Wert von 0,20 W/(mK) gedämmt- Umwälzpumpe (Pumpe 1) mit einer Leistung von 55,74 W <p>Verteilkreis 4 mit Heizkreisauslegung 35 / 55 °C mit Verteilnetztyp Etagenring in der Gebäudeart Gruppe 1</p> <ul style="list-style-type: none">- mit hydraulischem Abgleich

	<ul style="list-style-type: none"> - 22,03 m Anbindeleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt - 4,84 m Steigleitung mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt - 172,82 m Verteilleitung mit einem U-Wert von 0,20 W/(mK) gedämmt - Umwälzpumpe (Pumpe 1) mit einer Leistung von 83,43 W
Übergabe	<p>Verteilkreis 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übergabe an Zone 'Verkehrsfläche' mit 100 % - Regelung. <p>Verteilkreis 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übergabe an Zone 'Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)' mit 100 % - Regelung. <p>Verteilkreis 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % - Regelung. <p>Verteilkreis 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übergabe an Zone 'Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar' mit 100 % - Regelung.
Heizregister (falls vorhanden)	Kein Register vorhanden
Heizregister für Kältemaschine	Kein Register vorhanden
Heizregister für RV	-

RLT-Anlage

Bezeichnung der Lüftungsanlage	Bereich: Lüftungsanlage 1
Art der Lüftungsanlage	zentral
Lüftungssystem	Zu- und Abluftanlage mit 80 % Wärmerückgewinnung
Regelung	- IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung
Verteilung	-
Übergabe	Warmluftübergabe an Zone 'Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar' mit 100 % Warmluftübergabe an Zone 'Verkehrsfläche' mit 100 %
Heizregister	-

Bezeichnung der Lüftungsanlage	Bereich: Lüftungsanlage 2
Art der Lüftungsanlage	dezentral
Lüftungssystem	Zu- und Abluftanlage mit 80 % Wärmerückgewinnung
Regelung	- IDA-C1 - Anlage läuft konstant
Verteilung	-
Übergabe	Warmluftübergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 %
Heizregister	-

Bezeichnung der Lüftungsanlage	Bereich: Lüftungsanlage 3
Art der Lüftungsanlage	dezentral
Lüftungssystem	Zu- und Abluftanlage mit 80 % Wärmerückgewinnung
Regelung	- IDA-C1 - Anlage läuft konstant
Verteilung	-
Übergabe	Warmluftübergabe an Zone 'Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)' mit 100 %
Heizregister	-

PV-Anlage

Bezeichnung des PV-Kollektorfelds	PV-Anlage (Modul-Feld 1)	
Gesamtfläche	44,00 m ²	m ²
Peakleistung	8,01 kW	kW

Beleuchtung

Beleuchtungsbereich		1. LEDs in LED-Leuchten, Lichtband - Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)
Art der Beleuchtung		LEDs in LED-Leuchten, Lichtband
Beleuchtungsart		Direkt
Präsenzenz Erfassung		Manuell (kein automatisches System)
Tageslichtkontrolle		Manuell (kein automatisches System)
Beleuchtungsbereich		1. LEDs in LED-Leuchten, Lichtband - WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
Art der Beleuchtung		LEDs in LED-Leuchten, Lichtband
Beleuchtungsart		Direkt
Präsenzenz Erfassung		Automatisch mit Präsenzmelder
Tageslichtkontrolle		Manuell (kein automatisches System)
Beleuchtungsbereich		1. LEDs in LED-Leuchten, Lichtband - Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume
Art der Beleuchtung		LEDs in LED-Leuchten, Lichtband
Beleuchtungsart		Direkt
Präsenzenz Erfassung		Automatisch mit Präsenzmelder
Tageslichtkontrolle		Manuell (kein automatisches System)
Beleuchtungsbereich		1. LEDs in LED-Leuchten, Lichtband - Verkehrsfläche
Art der Beleuchtung		LEDs in LED-Leuchten, Lichtband
Beleuchtungsart		Direkt
Präsenzenz Erfassung		Automatisch mit Präsenzmelder
Tageslichtkontrolle		Manuell (kein automatisches System)
Beleuchtungsbereich		1. LEDs in LED-Leuchten, Lichtband - Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
Art der Beleuchtung		LEDs in LED-Leuchten, Lichtband
Beleuchtungsart		Direkt
Präsenzenz Erfassung		Manuell (kein automatisches System)
Tageslichtkontrolle		Manuell (kein automatisches System)

Energiebilanz / Energiebedarf

In der Energiebilanz werden der Jahres-Nutz-, End- und Primärenergiebedarf dargestellt.

Der Nutzenergiebedarf ist diejenige Wärme- bzw. Kältemenge, die innerhalb des Gebäudes erforderlich ist, um die normierten Rauminnentemperaturen zu erreichen zuzüglich des Energiebedarfs für die Erwärmung des Trinkwarmwassers, für die Beleuchtung und die Befeuchtung. Dabei ergibt sich der Nutzwärme- bzw. Nutzkältebedarf aus Transmission, Lüftung, solarer Strahlung, inneren Wärme- und Kältesenken und -quellen sowie Wärmespeicherung.

Der Endenergiebedarf ist die dem Gebäude zur Konditionierung in Form verschiedener Energieträger für die Anlagentechnik (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung, Warmwasserbereitung und Hilfsenergie) von außen zuzuführende Energiemenge. Dabei signalisiert ein kleiner Wert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Aus dem Endenergiebedarf wird der Primärenergiebedarf ermittelt. Dabei werden neben dem Energieinhalt der verwendeten Energieträger auch die Prozesse der Energiebereitstellung außerhalb des Gebäudes, z.B. Rohstoffabbau, Aufbereitung und Transport zum Gebäude, berücksichtigt. Die einzelnen Energieträger gehen mit unterschiedlichen Faktoren in die Ermittlung des Primärenergiebedarfs ein.

Der Jahres-Primärenergiebedarf pro m² Nettogrundfläche ist ein Bewertungskriterium des Gebäudes nach GEG.

Die folgende Tabelle zeigt die Energiebilanz für das gesamte Gebäude und die einzelnen Konditionierungen des Projekts:

	Gesamt [kWh/a] [kWh/(m ² a)]	Heizung [kWh/a] [kWh/(m ² a)]	Kühlung [kWh/a] [kWh/(m ² a)]	Lüftung [kWh/a] [kWh/(m ² a)]	Beleuchtung [kWh/a] [kWh/(m ² a)]	Warmwasser [kWh/a] [kWh/(m ² a)]	PV^{*)} [kWh/a] [kWh/(m ² a)]
Nutz- energie	44.042	42.853	0	0	1.189	0	0
	91,3	88,8	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
End- energie	12.878	9.856	0	2.086	937	0	(-6.226)
	26,7	20,4	0,0	4,3	1,9	0,0	(-12,9)
Primär- energie	23.181	17.740	0	3.754	1.686	0	(-11.207)
	48,1	36,8	0,0	7,8	3,5	0,0	(-23,2)

^{*)} PV bereits in Endenergie / Primärenergie verrechnet

Diese Auflistung stellt die Endenergiebedarfe der eingesetzten Energieträger dar:

Energieträger	Gesamt [kWh/a]	Heizung [kWh/a]	Kühlung [kWh/a]	Lüftung [kWh/a]	Beleuchtung [kWh/a]	Warmwasser [kWh/a]
Strom-Mix	9.453	9.453	0	0	0	0
Strom (Hilfsenergie)	3.425	402	0	2.086	937	0
Strom (PV)^{*)}	-6.226	0	0	0	0	0

^{*)} PV bereits in Endenergie / Primärenergie verrechnet

Fazit

Die Energiebilanz und der bauliche Wärmeschutz wurden entsprechend den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) berechnet.

Durch das GEG wird ein einheitlicher Klimareferenzort (Potsdam) und ein Nutzungsverhalten entsprechend der Nutzungsprofile für die einzelnen Zonen nach DIN V 18599 für das Gebäude vorgegeben. Individuelle Nutzungsrandbedingungen werden damit nicht berücksichtigt. Das ermöglicht die Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden und für Förderprogramme. In der Regel weicht daher auch der gemessene Energieverbrauch vom berechneten Energiebedarf ab.

Das Gebäude erfüllt die GEG-Anforderungen für Neubaugebäude an den Jahres-Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte. Mit der Anlage wird die bereitgestellte Wärme zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt.

Darüber hinaus wird die Effizienzgebäude-Stufe **EG 40** für die Förderung entsprechend KfN (Klimafreundlicher Neubau) erreicht.

Für die Förderung eines Neubaus ist eine Baubegleitung durch eine(n) für das Förderprogramm zugelassene(n) Energieberater(in) und ggf. eine Fachplanung erforderlich.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Dichtigkeitsprüfung und ein Gleichwertigkeitsnachweis durchgeführt werden, muss. Im Zuge der Planung des Neubaus wird die Erstellung eines Lüftungskonzeptes empfohlen.

Anhang

Baulicher Wärme- und Feuchteschutz

Die thermische Qualität der Gebäudehülle ist vom Schichtaufbau der Bauteile und von den Wärmebrücken abhängig. Je besser die Dämmwirkung einzelner Schichten, desto geringer sind die Transmissionsverluste, d.h. ist die Energiemenge, die vom beheizten Innenraum an die Umgebung abgegeben wird. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Bauteile des Gebäudes mit deren Schichtaufbau dargestellt. Für jede Schicht sind die hygrothermischen Eigenschaften des Materials angegeben, die zur Bestimmung des wärme- und feuchtetechnischen Verhaltens des Aufbaus benötigt werden.

Achtung: Die hier angegebenen Darstellungen der Schichtaufbauten ersetzen keine baukonstruktive Detailausarbeitung, sondern dienen nur der thermischen und feuchtetechnischen Bewertung.

Für die Bauplanung / Bauausführung ist darauf zu achten, dass die wärme- und feuchtetechnischen Eigenschaften der verwendeten Bauprodukte den im Schichtaufbau angenommenen technischen Daten entsprechen, z.B. Schichtdicke und Leitfähigkeit der Dämmmaterialien oder Einbau von Dampfbremsen oder -sperrern.

Pos. 1	Typ:	Außenwand	U = 0,188 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Außenluft	

Mindestwärmeschutz	$R_{Zul.} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 5,325 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh.}$	Nachweis erbracht
DIN 4108-2		

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,130		20,0		
1	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050			11,3	1.000
2	1,5	OSB-Platten (650 kg/m³)	0,130	0,115			9,8	1.700
3	14,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [11 %, 0,08 m]	0,130	1,077			70,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [89 %, 0,65 m]	0,032	4,375			8,4	1.000
4	4,0	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032)	0,032	1,250			2,4	1.000
5	1,5	AGEPAN® DWD protect	0,090	0,167			8,5	2.100
6	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231			15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]		0,000			0,0	1.000
7	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231			15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]		0,000			0,0	1.000
8	2,5	Konstruktionsholz (energetisch nicht wirksam)	0,130	0,192			12,5	1.600
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,130	-5,0			
30,8 Gesamtes Bauteil				5,325			61,8	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Außenwand	N	4,77
Außenwand	O	6,92
Außenwand	S	8,59
Außenwand	W	7,20
Summe		27,48

Pos. 2	Typ:	Außenwand	U = 0,137 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Außenluft	

Mindestwärmeschutz

DIN 4108-2

$$R_{\text{Zul.}} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 7,278 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh.}}$$

**Nachweis
erbracht**

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,130	18,7	20,0		
1	1,5	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	0,870	0,017	18,7	19,4	21,0	1.000
2	24,0	Porenbeton-Plansteine PP, DM	0,190	1,263	12,3	19,3	192,0	1.000
3	5,0	Einblasdämmung WLS032	0,032	1,563	4,5	16,1	1,8	1.030
4	7,5	Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, NM/DM (1800kg/m³)	0,810	0,093	4,0	12,2	135,0	1.000
5	18,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [19 %, 0,12 m]	0,130	1,385	-0,3	5,9	90,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [81 %, 0,50 m]	0,032	5,625	-2,3	11,9	10,8	1.000
6	1,5	AGEPAN® DWD protect	0,090	0,167	-4,3	-0,3	8,5	2.100
7	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-2,0	-1,0	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,56 m]	0,000	0,000		-3,7	0,0	1.000
8	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-3,0	-2,0	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]	0,000	0,000		-3,8	0,0	1.000
9	2,5	Konstruktionsholz (energetisch nicht wirksam)	0,130	0,192	-4,4	-3,0	12,5	1.600
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,130	-5,0	-3,9		
66,0 Gesamtes Bauteil				7,278			399,0	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Außenwand	N	26,96
Außenwand	O	67,32
Außenwand	S	36,05
Summe		130,33

Pos. 3	Typ:	Wand gegen unbeheizt	U = 0,220 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an unbeheizt	

Mindestwärmeschutz

DIN 4108-2

$$R_{Zul.} = 1,200 \text{ m}^2\text{K/W} < 4,543 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh.}$$

**Nachweis
erbracht**

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,130	19,1	20,0		
1	1,5	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,000	0,015	19,0	19,1	27,0	1.000
2	24,0	Kalksandstein, NM/DM (1000 kg/m³)	0,500	0,480	16,4	19,0	240,0	1.000
3	12,0	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032)	0,032	3,750	-3,9	16,4	7,2	1.000
4	1,5	Gipsputz (DIN 12524 - 1000 kg/m³)	0,400	0,038	-4,1	-3,9	15,0	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,130	-5,0	-4,1		
39,0 Gesamtes Bauteil				4,543			289,2	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Wand gegen unbeheizt	N	10,37
Wand gegen unbeheizt	O	9,95
Wand gegen unbeheizt	S	6,38
Wand gegen unbeheizt	W	16,31
Summe		43,00

Pos. 4	Typ:	Außenwand	U = 0,163 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Außenluft	

Mindestwärmeschutz

DIN 4108-2

$$R_{\text{Zul.}} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 6,131 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh.}}$$

**Nachweis
erbracht**

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,130	17,3	20,0		
1	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050	16,8	19,3	11,3	1.000
2	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050	16,3	19,2	11,3	1.000
3	6,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [10 %, 0,06 m]	0,130	0,462	13,2	17,1	30,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [90 %, 0,54 m]	0,032	1,875	7,4	18,0	3,6	1.000
4	1,5	OSB-Platten (DIN 12524)	0,130	0,115	4,4	17,3	9,8	1.700
5	18,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³) [13 %, 0,12 m]	0,180	1,000	3,9	12,3	126,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [87 %, 0,78 m]	0,032	5,625	-1,5	17,0	10,8	1.000
6	1,5	AGEPAN® DWD protect	0,090	0,167	-4,3	3,9	8,5	2.100
7	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	0,6	2,5	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,56 m]	0,000	0,000		-2,3	0,0	1.000
8	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-1,3	0,6	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,56 m]	0,000	0,000		-2,6	0,0	1.000
9	2,5	Konstruktionsholz (energetisch nicht wirksam)	0,130	0,192	-4,3	-1,3	12,5	1.600
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,130	-5,0	-2,9		
38,0 Gesamtes Bauteil				6,131			87,7	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Außenwand	N	25,94
Außenwand	O	6,13
Außenwand	S	27,22
Außenwand	W	69,75
Summe		129,04

Pos. 5	Typ:	Wand gegen unbeheizt	U = 0,222 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an unbeheizt	

Mindestwärmeschutz	$R_{Zul.} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 4,509 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh.}$	Nachweis erbracht
<i>DIN 4108-2</i>		

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,130	17,7	20,0		
1	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050	17,0	19,3	11,3	1.000
2	18,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [13 %, 0,10 m]	0,130	1,385	-2,0	17,0	90,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [88 %, 0,70 m]	0,032	5,625	-4,1	19,1	10,8	1.000
3	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050	-4,3	-2,0	11,3	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,130	-5,0	-2,7		
20,5 Gesamtes Bauteil				4,509			43,2	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Wand gegen unbeheizt	N	3,90
Wand gegen unbeheizt	S	8,99
Wand gegen unbeheizt	W	10,47
Summe		23,37

Pos. 6	Typ:	Wand gegen unbeheizt	U = 0,214 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an unbeheizt	

Mindestwärmeschutz	$R_{Zul.} = 1,200 \text{ m}^2\text{K/W} < 4,677 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{Vorh.}$	Nachweis erbracht
<i>DIN 4108-2</i>		

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,130	18,7	20,0		
1	7,5	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1200 kg/m³)	0,500	0,150	18,7	18,7	90,0	1.000
2	5,0	Einblasdämmung WLS032	0,032	1,563	9,9	18,7	1,8	1.030
3	24,0	Porenbeton-Plansteine PP, DM (800 kg/m³)	0,250	0,960	9,9	9,9	192,0	1.000
4	1,5	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,000	0,015	5,0	9,9	27,0	1.000
5	6,0	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035)	0,035	1,714	-3,0	5,0	1,5	1.500
6	1,5	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,000	0,015	-3,7	-3,0	27,0	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,130	-5,0	-3,7		
45,5 Gesamtes Bauteil				4,677			339,3	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Wand gegen unbeheizt	N	32,76
Wand gegen unbeheizt	O	14,14
Summe		46,91

Pos. 14	Typ:	Oberste Geschossdecke	U = 0,131 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	Oberste Geschossdecke	

Mindestwärmeschutz <i>DIN 4108-2</i>	$R_{Zul.} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 7,659 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{Vorh.}$	Nachweis erbracht
------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,100		20,0		
1	2,5	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)	0,130	0,192			12,5	1.600
2	4,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³) [12 %, 0,12 m]	0,180	0,222			28,0	1.600
		ruhende Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke [88 %, 0,88 m]	0,250	0,160			0,1	1.000
3	0,5	ISOVER VARIO KM	0,500	0,010			3,3	1.260
4	18,0	Konstruktionsholz nach EN 12524 [12 %, 0,12 m]	0,130	1,385			90,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [88 %, 0,88 m]	0,032	5,625			10,8	1.000
5	8,0	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032)	0,032	2,500			4,8	1.000
6	2,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)	0,130	0,154			10,0	1.600
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,100	-5,0			
35,0 Gesamtes Bauteil				7,659			54,3	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Oberste Geschossdecke		104,38
Summe		104,38

Pos. 15	Typ:	Oberste Geschossdecke	U = 0,128 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	Oberste Geschossdecke	

Mindestwärmeschutz <i>DIN 4108-2</i>	$R_{Zul.} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 7,820 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{Vorh.}$	Nachweis erbracht
------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,100		20,0		
1	2,5	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)	0,130	0,192			12,5	1.600
2	4,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³) [12 %, 0,12 m]	0,180	0,222			28,0	1.600
		ruhende Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke [88 %, 0,88 m]	0,250	0,160			0,1	1.000
3	0,5	ISOVER VARIO KM	0,500	0,010			3,3	1.260
4	16,0	Konstruktionsholz nach EN 12524 [12 %, 0,12 m]	0,130	1,231			80,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [88 %, 0,88 m]	0,032	5,000			9,6	1.000
5	10,0	Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032)	0,032	3,125			6,0	1.000
6	2,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)	0,130	0,154			10,0	1.600
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,100	-5,0			
35,0 Gesamtes Bauteil				7,820			53,2	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Oberste Geschossdecke		85,47
Summe		85,47

Pos. 16	Typ:	Oberste Geschossdecke	U = 0,185 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	Oberste Geschossdecke	

Mindestwärmeschutz

DIN 4108-2

$$R_{\text{Zul.}} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 5,404 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh.}}$$

**Nachweis
erbracht**

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,100	17,3	20,0		
1	1,0	Linoleum (DIN 12524)	0,170	0,059	16,3	19,2	12,0	1.400
2	3,5	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,320	0,109	13,4	18,9	40,3	1.100
3	2,5	OSB-Platten (DIN 12524)	0,130	0,192	12,3	18,3	16,3	1.700
4	20,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³) [11 %, 0,06 m]	0,180	1,111	1,1	12,3	140,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [89 %, 0,50 m]	0,032	6,250	-3,0	17,5	12,0	1.000
5	1,5	OSB-Platten (DIN 12524)	0,130	0,115	-3,6	1,5	9,8	1.700
6	4,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [11 %, 0,06 m]	0,130	0,308	-1,9	-0,8	20,0	1.600
		ruhende Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke [89 %, 0,50 m]	0,250	0,160	-1,7	-0,5	0,1	1.000
7	2,5	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,100	-4,2	-1,7	22,5	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,100	-5,0	-2,3		
35,0 Gesamtes Bauteil				5,404			128,7	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Oberste Geschossdecke		21,87
Summe		21,87

Pos. 17	Typ:	Decke/Boden gegen unbeheizt	U = 0,185 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an unbeheizt	

Mindestwärmeschutz	$R_{Zul.} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 5,404 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh.}$	Nachweis erbracht
DIN 4108-2		

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,100	17,3	20,0		
1	1,0	Linoleum (DIN 12524)	0,170	0,059	16,3	19,2	12,0	1.400
2	3,5	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,320	0,109	13,4	18,9	40,3	1.100
3	2,5	OSB-Platten (DIN 12524)	0,130	0,192	12,3	18,3	16,3	1.700
4	20,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³) [11 %, 0,06 m]	0,180	1,111	1,1	12,3	140,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [89 %, 0,50 m]	0,032	6,250	-3,0	17,5	12,0	1.000
5	1,5	OSB-Platten (DIN 12524)	0,130	0,115	-3,6	1,5	9,8	1.700
6	4,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [11 %, 0,06 m]	0,130	0,308	-1,9	-0,8	20,0	1.600
		ruhende Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke [89 %, 0,50 m]	0,250	0,160	-1,7	-0,5	0,1	1.000
7	2,5	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,100	-4,2	-1,7	22,5	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,100	-5,0	-2,3		
35,0 Gesamtes Bauteil				5,404			128,7	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Decke/Boden gegen unbeheizt		4,04
Summe		4,04

Pos. 18	Typ:	Dach	U = 0,141 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Außenluft	

Mindestwärmeschutz

DIN 4108-2

$$R_{Zul.} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 7,110 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh.}$$

**Nachweis
erbracht**

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,100	18,6	20,0		
1	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050	18,3	19,3	11,3	1.000
2	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	17,4	18,5	15,0	1.600
		ruhende Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke [93 %, 0,55 m]	0,188	0,160	17,7	18,5	0,0	1.000
3	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	16,3	17,4	15,0	1.600
		ruhende Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke [93 %, 0,55 m]	0,188	0,160	16,6	17,4	0,0	1.000
4	0,1	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,330	0,002	15,9	18,3	0,5	1.500
5	18,0	Konstruktionsholz nach EN 12524 [13 %, 0,12 m]	0,130	1,385	9,5	16,3	90,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [87 %, 0,78 m]	0,032	5,625	2,9	18,0	10,8	1.000
6	10,0	Ultratherm N+F (Unterdeckplatte)	0,045	2,222	-4,3	9,9	18,0	2.100
7	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-2,5	-1,4	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]		0,000		-3,6	0,0	1.000
8	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-3,7	-2,5	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]		0,000		-3,7	0,0	1.000
9	2,0	Dachziegelsteine aus Ton nach DIN 12524 [12 %, 0,12 m]	1,000	0,020	-3,8	-3,7	40,0	800
		Dachziegelsteine aus Ton nach DIN 12524 [88 %, 0,88 m]	1,000	0,020	-3,8	-3,7	40,0	800
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,100	-5,0	-3,7		
43,3		Gesamtes Bauteil		7,110			95,5	

Bauteile	Ausrichtung	Neigung [°]	Fläche [m²]
Dach	N	40	34,30
Dach	S	40	36,36
Summe			70,66

Pos. 19	Typ:	Dach	U = 0,141 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Außenluft	

Mindestwärmeschutz

DIN 4108-2

$$R_{\text{Zul.}} = 1,000 \text{ m}^2\text{K/W} < 7,110 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh.}}$$

**Nachweis
erbracht**

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,100	18,6	20,0		
1	1,3	Gipskartonplatten (DIN 18180)	0,250	0,050	18,3	19,3	11,3	1.000
2	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	17,4	18,5	15,0	1.600
		ruhende Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke [93 %, 0,55 m]	0,188	0,160	17,7	18,5	0,0	1.000
3	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	16,3	17,4	15,0	1.600
		ruhende Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke [93 %, 0,55 m]	0,188	0,160	16,6	17,4	0,0	1.000
4	0,1	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,330	0,002	15,9	18,3	0,5	1.500
5	18,0	Konstruktionsholz nach EN 12524 [13 %, 0,12 m]	0,130	1,385	9,5	16,3	90,0	1.600
		Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 032) [87 %, 0,78 m]	0,032	5,625	2,9	18,0	10,8	1.000
6	10,0	Ultratherm N+F (Unterdeckplatte)	0,045	2,222	-4,3	9,9	18,0	2.100
7	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-2,5	-1,4	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]		0,000		-3,6	0,0	1.000
8	3,0	Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) [7 %, 0,04 m]	0,130	0,231	-3,7	-2,5	15,0	1.600
		stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil) [93 %, 0,50 m]		0,000		-3,7	0,0	1.000
9	2,0	Dachziegelsteine aus Ton nach DIN 12524 [12 %, 0,12 m]	1,000	0,020	-3,8	-3,7	40,0	800
		Dachziegelsteine aus Ton nach DIN 12524 [88 %, 0,88 m]	1,000	0,020	-3,8	-3,7	40,0	800
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,100	-5,0	-3,7		
43,3		Gesamtes Bauteil		7,110			95,5	

Bauteile	Ausrichtung	Neigung [°]	Fläche [m²]
Dach	N	20	22,04
Summe			22,04

Pos. 20	Typ:	Bodenplatte zum Erdreich	U = 0,205 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Erdreich	

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,170		20,0		
1	1,5	Fliesen	1,300	0,012			34,5	0
2	5,0	Zement-Estrich	1,400	0,036			100,0	1.000
3	10,0	PUR/PIR-Hartschaum WLG 022	0,022	4,545			3,0	1.000
4	0,5	Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,330	0,015			4,8	1.500
5	20,0	Beton hohe Rohdichte (DIN 12524 - 2400 kg/m³)	2,000	0,100			480,0	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,000	-5,0			
37,0 Gesamtes Bauteil				4,878			622,3	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Bodenplatte zum Erdreich		133,36
Summe		133,36

Pos. 21	Typ:	Bodenplatte zum Erdreich	U = 0,204 W/(m²K)
	Abgrenzung zu:	grenzt an Erdreich	

Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur		Gewicht [kg/m²]	C [J/(kg*K)]
					Min [°C]	Max [°C]		
		Wärmeübergangswiderstand R_{si}		0,170	18,7	20,0		
1	6,5	Zement-Estrich	1,400	0,046	18,5	18,7	130,0	1.000
2	10,0	PUR/PIR-Hartschaum WLG 022	0,022	4,545	-4,3	18,5	3,0	1.000
3	0,5	Bitumendachbahnen DIN 52128	0,170	0,029	-4,5	-4,3	6,0	1.500
4	20,0	Beton hohe Rohdichte (DIN 12524 - 2400 kg/m³)	2,000	0,100	-5,0	-4,5	480,0	1.000
		Wärmeübergangswiderstand R_{se}		0,000	-5,0	-5,0		
37,0 Gesamtes Bauteil				4,891			619,0	

Bauteile	Ausrichtung	Fläche [m²]
Bodenplatte zum Erdreich		173,31
Summe		173,31

Detaillierte Berechnung

Pos.	Bauteil
1	Außenwand
	AW DG 001 - 2-2, AW DG 001 - 2-5, AW DG 001 - 3-4, AW DG 001 - 3-6, AW DG 001 - 2-3, AW DG 001 - 1-3, AW DG 001 - 1, AW DG 001 - 3-5, AW DG 001 - 3, AW DG 001 - 2-7, AW DG 001 - 2-11, AW DG 001 - 1-4, AW DG 001 - 1-2, AW DG 001 - 1-9, AW DG 001 - 1-10
2	Außenwand
	AW 001-5, AW 001-2, AW 001, AW 006, AW 006-3, AW 023-2, AW 023-6, AW 023, AW 003, AW 003-2, AW 003-3, AW 022-3, AW 022, AW 002
3	Wand gegen unbeheizt
	IW 037, IW 020, IW 038, IW 016, IW 040, IW 039, IW 018
4	Außenwand
	AW 017-2, AW 013 [02]-2, AW 017, AW 011, AW 004, AW 005, AW 005-2, AW 016, AW 012, AW 015, AW 018-4, AW 018, AW 018-2, AW 009, AW 007-2, AW 010
5	Wand gegen unbeheizt
	IW 029, IW 029-3, AW 027, IW 007, IW 019, IW 030
6	Wand gegen unbeheizt
	IW 036, IW 036-5, IW 002, IW 008
7	Tür gegen unbeheizt
	IT 018-1, IT 023-1, IT 024-2, IT 015-1, IT 001-2
8	Tür gegen unbeheizt
	AT 009-3
9	Außentür
	AT 005-2, AT 003-2, AT 004-2, AT 001-2
10	Außentür
	AT 007-2, AT 006-2, AT 008-2
11	Fenster
	F DG 001-6, F 005-2, F 013-4, F 001-1, F DG 001-5, F DG 001-2, F DG 001-3, F DG 001-4, F DG 001-8, F DG 001-9, F DG 001, F DG 001-7, F 002-1, F DG 001-19, F 006-2, F 004-2, F 012-2, F 003-3, F 009-1, F 008-1, F 007-1, F 011-1
12	Fenster gegen unbeheizt
	F DG 001-22, F DG 001-26, F DG 001-25, F DG 001-21, F DG 001-17, F DG 001-18, F DG 001-20, F DG 001-24
13	Dachflächenfenster
	DF 004-3, DF 003-3, DF 001-3, DF 002-3
14	Oberste Geschossdecke
	Boden DG2 003-1, Boden DG2 003-2, Boden DG2 002-16, Boden DG2 002-13, Boden DG2 002-14, Boden DG2 003-4

Pos.	Bauteil
15	Oberste Geschossdecke
	Boden DG2-10, Boden DG2-9, Boden DG2-8
16	Oberste Geschossdecke
	Boden DG1-6, Boden DG1-4
17	Decke/Boden gegen unbeheizt
	Boden DG1-3
18	Dach
	Dach 001-7, Dach 001-6, Dach 001-9, Dach 001-5, Dach 001-25, Dach 001-8, Dach 001-24, Dach 001-2, Dach 001-4, Dach 001-22
19	Dach
	Dach 002-1
20	Bodenplatte zum Erdreich
	Boden EG-9, Boden EG-5, Boden EG-3, Boden EG-4, Boden EG-6, Boden EG-2, Boden EG-1
21	Bodenplatte zum Erdreich
	Boden EG 003-2, Boden EG 003-1, Boden EG 003-4, Boden EG 003-7, Boden EG 003-6