

BERICHT



Wärmeschutznachweis

Dipl.-Ing. Michael Dauelsberg MSc

25-D04

Bauhof Rheine

Auftrag:

Wärmeschutznachweis GEG

Auftraggeber:

Technische Betriebe Rheine
Am Bauhof 2-16
48431 Rheine

Nürnberg, 05.12.2025

**IFS Spektrum - Ingenieurbüro für
Bauphysik und Bauökologie GmbH**
Virchowstr. 20, 90409 Nürnberg
www.ifspektrum.de

Inhalt

1	Arbeitsunterlagen	4
1.1	Planungs- und Bearbeitungsunterlagen	4
1.2	Regelwerke und Literatur	4
1.3	Software	5
2	Berechnungen und Nachweise	6
2.1	Konzept und Erläuterung zum Nachweisverfahren	6
2.2	Thermische Hülle	6
2.3	Zonierung	7
2.4	Baulicher Wärmeschutz	8
2.5	Anlagentechnik	9
2.6	Gesamtenergiebedarf laut GEG'20, § 18 und GEG-Novelle 2023/2024	13
3	Anhang	14
4	Urheberrecht	14
5	Anhänge	15
5.1	Bauteilkatalog	15

ENTWURF

1 Arbeitsunterlagen

1.1 Planungs- und Bearbeitungsunterlagen

Der Berechnung zum Wärmeschutz liegen zugrunde:

- [1] Planunterlagen Bockermann Fritze plan4buildING GmbH vom 23.07.2025

1.2 Regelwerke und Literatur

- [2] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG); August 2020
- [3] DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung
- [4] DIN V 18599 - Teil 1 (2018-09): Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung [...]
- [5] DIN V 18599 - Teil 2 (2018-09): Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
- [6] DIN V 18599 - Teil 3 (2018-09): Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
- [7] DIN V 18599 - Teil 4 (2018-09): Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung –
- [8] DIN V 18599 - Teil 5 (2018-09): Endenergiebedarf von Heizsystemen –
- [9] DIN V 18599 - Teil 7 (2018-09): Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen [...]
- [10] DIN V 18599 - Teil 8 (2018-09): [...] Energiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- [11] DIN V 18599 - Teil 9 (2018-09): End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
- [12] DIN V 18599 - Teil 10 (2018-09): Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
- [13] DIN V 18599 - Teil 11 (2018-09): Gebäudeautomation
- [14] DIN 4108-2:2013-02 – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- [15] DIN 4108-3:2018-10 – Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- [16] DIN 4108-4:2017-03 – Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- [17] DIN 4108-3:2018-10 – Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe
- [18] DIN 4108 Beiblatt 2 – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- [19] DIN EN ISO 6946 – Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren

1.3 Software

[20] Dämmwerk

ENTWURF

2 Berechnungen und Nachweise

2.1 Konzept und Erläuterung zum Nachweisverfahren

Das Gebäude wird nach GEG und DIN V 18599 beurteilt. Es wird der Nachweis geführt, Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten

2.2 Thermische Hülle

Die rot markierten Flächen sind Gegenstand des GEG.

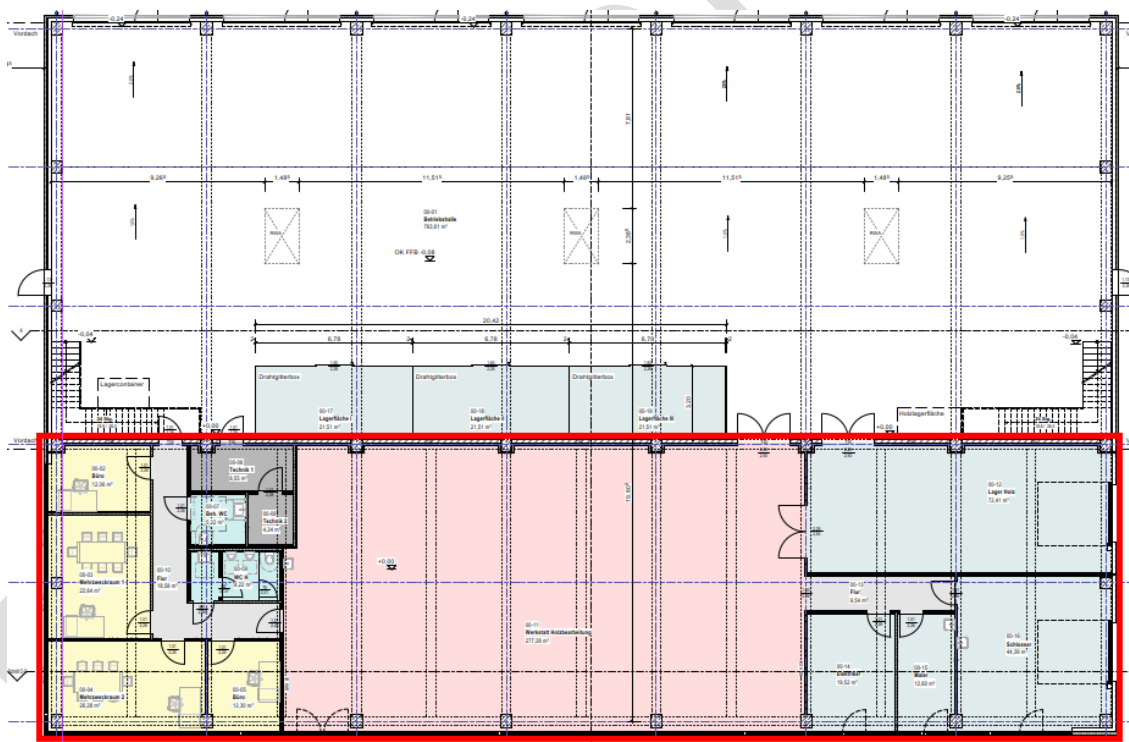


Abbildung 1: thermische Hülle der Bestandsgebäude nach GEG (rot markierte Flächen)- EG Plan

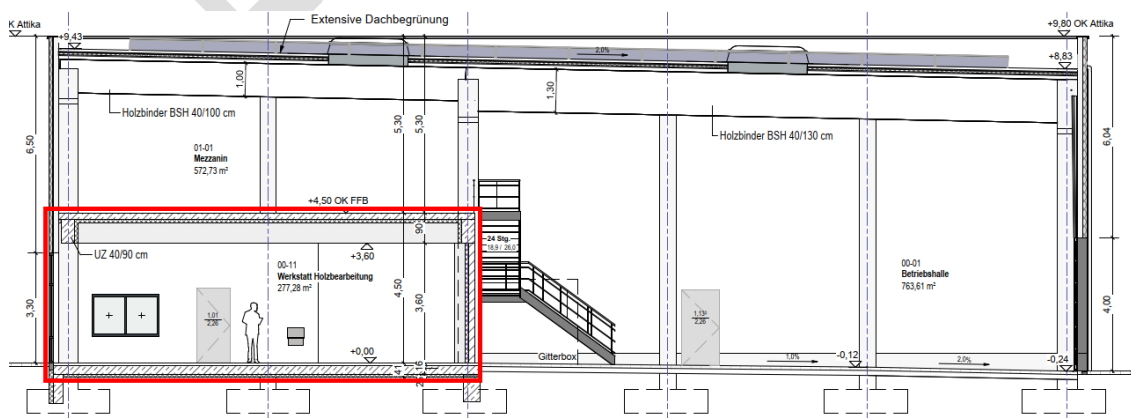


Abbildung 2: thermische Hülle nach GEG (rot markierte Flächen) – Schnitt BB

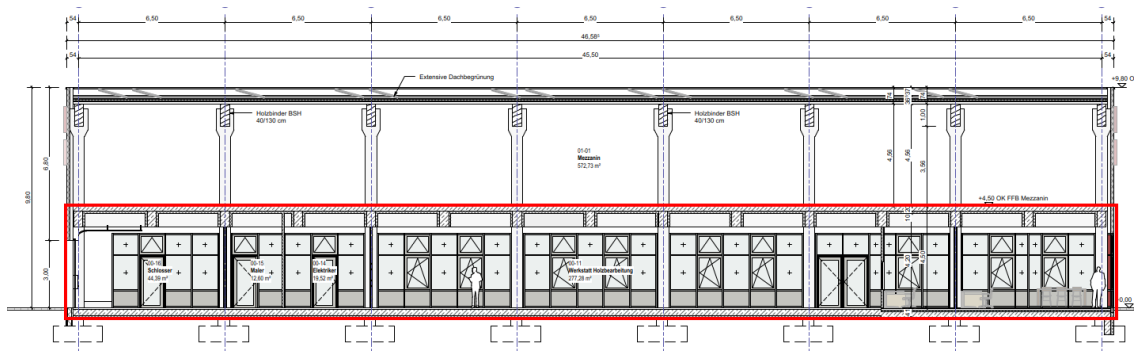


Abbildung 3: thermische Hülle nach GEG (rot markierte Flächen) – Schnitt CC

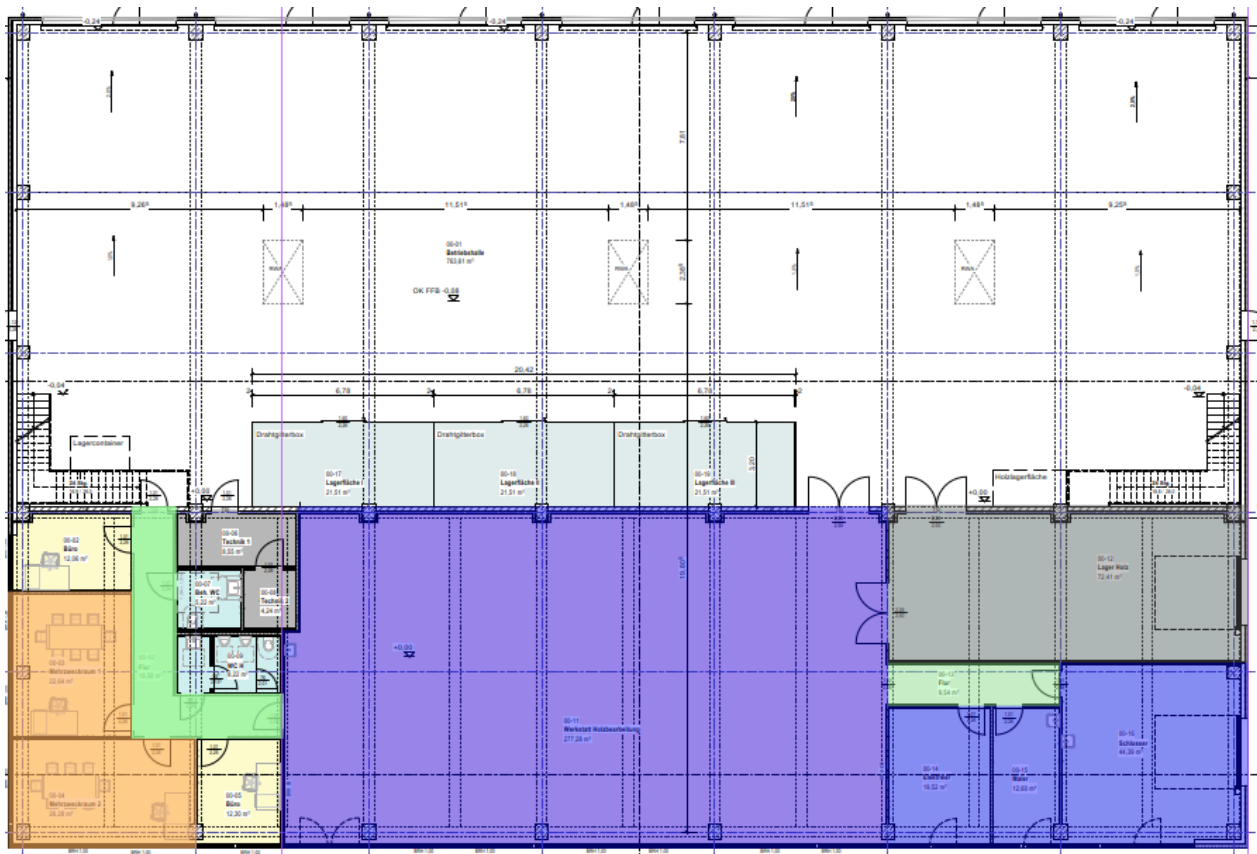
2.3 Zonierung

Für Nichtwohngebäude ist es erforderlich, Räume mit unterschiedlichen Nutzungen und Konditionierungen zonenweise zu erfassen.

Tabelle 1 Zonierungstabelle gem. DIN V 18599-10

Nr.	Zonen (DIN V 18599-10)	NGF m ²	Vi m ³
01	Einzelbüro	49	102
02	Gruppenbüro	98	205
16	WC in NWG	13	57
17	Sonstige Aufenthaltsräume	708	1.486
19.1	Flur-Büros	19	78
19.2	Flur-Werkstätte	10	40
20	Lager, Technik	170	358

Abbildung 4 Zonierung Plan gem. DIN V 18599-10



- 1. Einzelbüro
- 2. Gruppenbüro bis 6 Personen
- 16. WC und Sanitäräume in NWG
- 17. Sonstige Aufenthaltsraum
- 19.1 Verkehrsflächen
- 19.2 Verkehrsflächen
- 20. Lager

2.4 Baulicher Wärmeschutz

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 ist an jeder Stelle der wärmeübertragenden Gebäudehülle einzuhalten. Für jedes Hüllflächenbauteil wird der Wärmedurchgangskoeffizient gemäß DIN EN ISO 6946 berechnet und hinsichtlich Einhaltung der Anforderungen zum Mindestwärmeschutz beurteilt. Kritische Wärmebrücken wurden zu Untersuchung der Bauschadensfreiheit überprüft.

Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz ergeben sich aus den Mindestanforderungen gemäß GEG. Im Nachweissind die Bauteilaufbauten und U-Werte der Außenbauteile angeführt. Die Anforderungen an die mittleren U-Werte für transparente und opake Bauteile werden erfüllt.

Siehe beiliegender Bauteilkatalog

Es wird ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von $\Delta U = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ verwendet. Kritische Wärmebrücken wurden zu Untersuchung der Bauschadensfreiheit überprüft.

2.5 Sommerlicher Wärmeschutz

Der Nachweis für die Begrenzung der solaren Wärmeeinträge wird für „kritische Räume“ durchgeführt. Der Nachweis erfolgt nach DIN 4108-3 mit dem Sonneneintragskennwertverfahren (Abschnitt 8.3).

Im Folgenden sind die untersuchten, kritischsten Räume grün markiert. Die Sommer-tauglichkeit der grün markierten Räume kann mittels des Sonneneintragskennwertverfahrens bestätigt werden.

Maßnahmen:

- Außenliegender Sonnenschutz ($F_c = 0,3$)
- erhöhte Nachtlüftung $n = 2$
- g-Wert: 0,35 (Mehrzweckraum 2: $g = 0,30$)

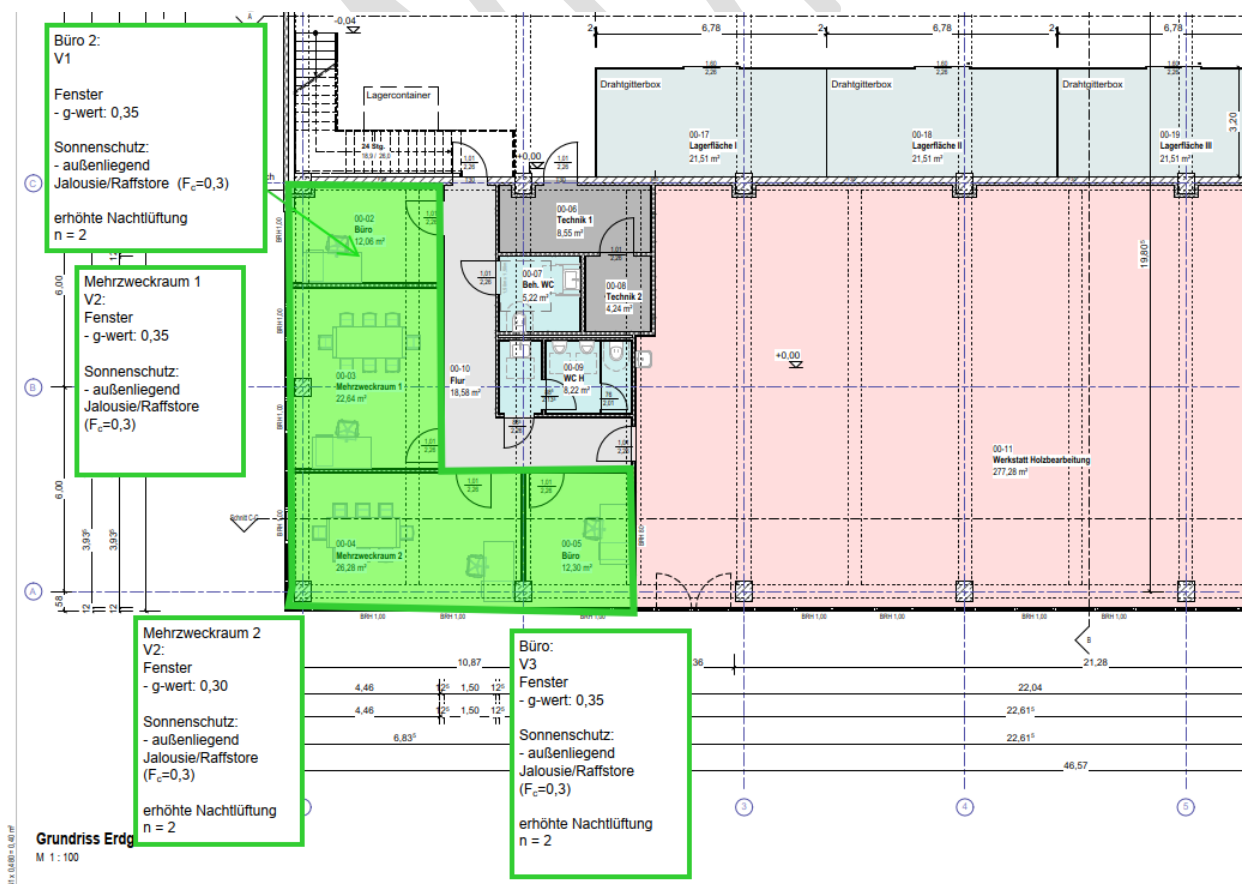


Abbildung 5: nachgewiesene Räume mit Sonneneintragskennwertverfahren und erforderlichen Maßnahmen

2.6 Anlagentechnik

Neben den Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz sind die Anforderungen an den Primärenergiebedarf zu erfüllen.

In der Energiebedarfsberechnung nach DIN V 18599 werden die Raum- Solltemperaturen, Betriebsdauern, Luftwechselraten, sowie Warmwasser Bedarf nach den jeweiligen Zonenzuordnungen verwendet.

Tabelle 2 Anlagentechnik Beschreibung

Anlagentechnik	Zonen	Systembeschreibung
Lüftungssysteme	Büros	<ul style="list-style-type: none"> Natürliche Belüftung. (Kein RLT-System)
	Sanitärräume	<ul style="list-style-type: none"> Abluft
	Lager + Werkstätte	Mechanische Belüftung: <ul style="list-style-type: none"> Konstant Volumenstrom Heizregister Keine Wärmerückgewinnung
Beleuchtungssysteme	Alle Zonen	<ul style="list-style-type: none"> LED-Leuchten Sanitärräume mit Präsenzmeldern
Klimakältesysteme	Alle Zonen	<ul style="list-style-type: none"> Nicht vorgesehen
Warmwassersysteme	Sanitärräume	<ul style="list-style-type: none"> Bedarf nach NGF Dezentrale über ein Elektro-Durchlauferhitzer
Heizsysteme	Büros + Sanitärräume + Flur	<ul style="list-style-type: none"> 100% Fußbodenheizung Anschluss an Nahwärmenetz
Heizsysteme	Lager + Werkstätte	<ul style="list-style-type: none"> 80% Deckenstrahlplatten 20% RLT Heizregister Anschluss an Nahwärmenetz
Nahwärmenetz	Ganzes Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> 30% Gasbrennwertthermen (fP=0,3) 70% Hackschnitzelkessel (fP= 0,2)

2.6.1 Wärme- und Kälteerzeugung

Nutzenergie zur Deckung des Heizwärmebedarfs wird über einen Anschluss an das Fernwärmenetz bereitgestellt. Übergabe Heizung erfolgt über Flächenheizung (Fußboden) in Büros und über Deckenstrahlplatten unterstützt bei dem RLT-System in der Werkstätte und Lager.

2.6.2 Trinkwarmwasser

Warmwasserbedarf wird in den Sanitärräumen gedeckt. Warmwasserbereitung erfolgt dezentral über einen Elektro—Durchlauferhitzer.

2.6.3 Nutzung erneuerbarer Energien

Die nach GEG vorgeschriebene anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien inklusive evtl. Ersatzmaßnahmen zur Deckung des Wärmebedarfs erfolgt durch den Anschluss an das Nahwärmenetz.

Die Anforderungen des GEG 2020 mit den Änderungen vom 16.10.2023 sind damit erfüllt. Mindestens 65% der Wärme wird damit aus erneuerbaren Energien bereitgestellt.

Die Wärmeerzeugung erfolgt auf dem Gebäudes Grundstück über zwei Gasbrennwertthermen sowie einen Hackschnitzelkessel. Der überwiegende Anteil der Wärmeerzeugung erfolgt durch die Hackschnitzelheizung.

Da der Großteil der Versorgung über den Hackschnitzelkessel erfolgt, wird ein geschätztes Verhältnis von 70 % zu 30 % angenommen, und entsprechend können folgende Primärenergiefaktoren anteilig angesetzt werden:

- Hackschnitzel: $f_P = 0,2$ (feste Biomasse)
- Erdgas: $f_P = 0,3$

Daher wird bei der GEG-Berechnung ein Primärenergiefaktor von 0,23 verwendet.

2.6.4 PV-Anlage

Gemäß Protokoll Nr. 09 wurde noch keine genaue Berechnung des Stromertrags der PV-Anlage vorgenommen. Gemäß den Architekturplänen hat die PV-Anlage auf dem Dach eine Fläche von 541 m² und ist nach Nordwesten ausgerichtet.

Tabelle 3 Stromerzeugende Systeme

Standort	Potsdam
PV-Module Orientierung	N-W
Neigung	10°
Fläche	541 m ²

Batteriespeicher	Nein
Systemleistungsfaktor	0,75*
	(*) mäßig belüftete Module, kristallin
PV-Ertrag nach GEG §23 Abs.2/3	71.272 kWh/a
Anrechenbarer PV-Ertrag nach GEG §23 Abs.3 (Endenergie)	10.728 kWh/a

2.6.5 Energiebedarf nach Energieträger

Tabelle 4 Endenergiebedarf nach Energieträger

Energieträger	Prozessbereich	Endenergiebedarf kWh/a
Strom-Mix	Warmwasser	102
Nah-/Fernwärme	Heizwärme	130.637
Strom-Mix	Beleuchtung	6.039
Strom-Mix	Hilfsenergie	322
Strom-Mix	Stromgutschrift	-10.728
Endenergiebedarf (kWh/a)		95.378

Tabelle 5 Primärenergiebedarf nach Energieträger

Energieträger	Endenergiebedarf kWh/a	Primärenergie-Faktor	Primärenergiebedarf
Strom-Mix	6.463	1,80	11.634
Nah-/Fernwärme	130.637	0,23	30.046
Stromgutschrift	-10.728	1,80	-19.310
Primärenergiebedarf (kWh/a)			22.371

2.7 Gesamtenergiebedarf laut GEG'20, § 18 und GEG-Novelle 2023/2024

Tabelle 6: Anforderung des Jahres-Primärenergiebedarf Q_P

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Bauhof [spez. Primärenergiebedarf in kWh/(m ² a)]	21,0	71,9	29 %

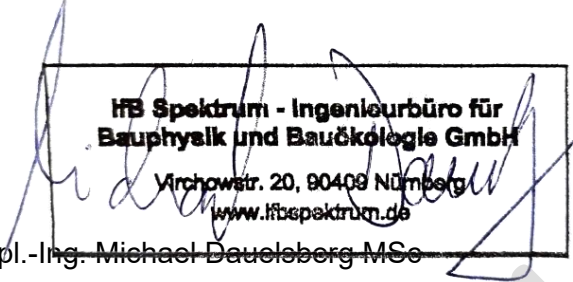
ENTWURF

3 Anhang

[1] Bauteilkatalog

4 Urheberrecht

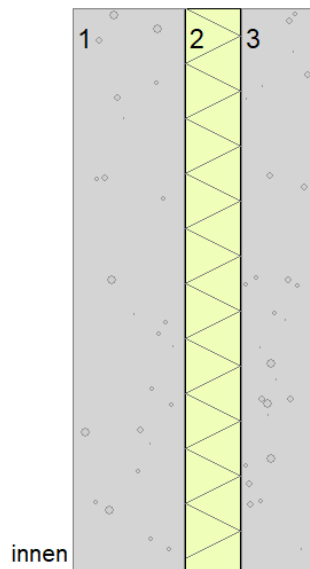
Der Bericht darf vom Auftraggeber nur im Zusammenhang mit diesem Projekt in vollständiger Form an die erforderlichen Projektbeteiligten weitergegeben werden. Jede andere Form der Weitergabe ist nur mit expliziter Einwilligung der Geschäftsführung der IfB SPEKTRUM Bauphysik & Bauökologie GmbH zulässig. Auszugsweise oder unvollständige Wiedergaben sind unzulässig.


**IfB Spektrum - Ingenieurbüro für
Bauphysik und Bauökologie GmbH**
Virchowstr. 20, 90409 Nürnberg
www.ifbspektrum.de
Dipl.-Ing. Michael Dauelsberg MSc

5 Anhänge

5.1 Bauteilkatalog

5.1.1 Bauteil: AW01 - Außenwand - Betonsandwichwand



AW01

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

von innen

200 mm Beton 2300 (1% Stahl)

100 mm PIR-Dämmung (+Zuschlag Anker)

130 mm Beton Außenschale

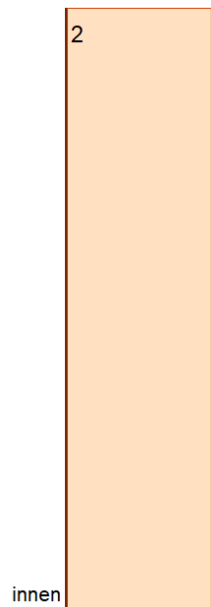
Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,09
02 PIR-Dämmung (+Zuschlag Anker)	10,00	30	3,0	0,027	3,70
03 Beton Außenschale	13,00	2300	299,0	2,300	0,06
R _{se}					0,04
d =	43,00	G =	762,0	R _T =	4,02

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,249 + 0,029 = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

5.1.2 Bauteil: AW02 – Außenwand – Paneelewand PIR



AW02

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

von innen

0,6 mm Blech (dampfdichte Stöße)

120 mm PIR Dämmplatte

0,6 mm Fassaden Bekleidung (Metall)

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³		λ W/ (mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Blech (dampfdichte Stöße)	0,06	2800	1,7	160,000	0,00
02 PIR Dämmplatte	12,00	30	3,6	0,024	5,00
03 Fassaden Bekleidung (Metall)	0,06	2800	1,7	160,000	0,00
04	–	–	–	–	–
R _{se}					0,04
<hr/>					
	d = 12,12	G =	7,0	R _T =	5,17

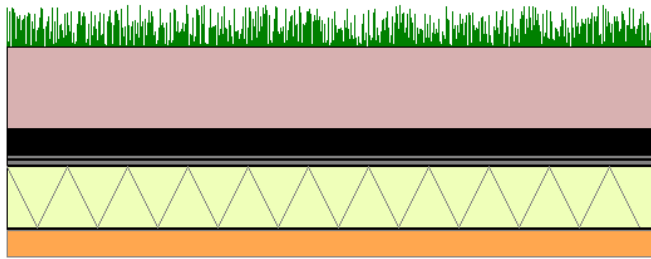
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,193 + 0,003 = \mathbf{0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

0,003 Fuganteil

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow \mathbf{U = 0,193 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$ (EN ISO 6946:2018, Nr.6.5.2) Mindestanforderungen nach Tab.3.

5.1.3 Bauteil: FD01 – Flachdach begrünt



80 mm Substrat E (extensiv)
 20 mm Drainagematte
 5 mm Schutzvlies
 5 mm Wurzelschutzbahn (Oberlage)
 6 mm Bitumendachbahn
 60 mm PIR-Dämmung
 1 mm Dampfsperre
 27 mm 3-Schicht-Platte

innen

FD01

$$U = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Dach über Fahrzeughalle

unbeheizt frostfrei gegen außen

Dämmung als Kondensatschutz, Bauteil nicht Bestandteil der thermischen Hülle

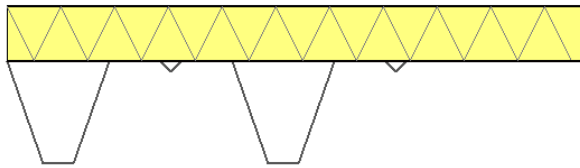
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}				0,13
01 3-Schicht-Platte	2,70	500	13,5	0,130
02 Dampfsperre	0,10	–	–	–
03 PIR-Dämmung	6,00	30	1,8	0,024
04 Bitumendachbahn	0,60	1200	7,2	0,170
05 Wurzelschutzbahn (Oberlage)	0,50	1150	5,8	0,170
06 Schutzvlies	0,50	–	0,2	–
07 Drainagematte	2,00	–	0,2	–
08 Substrat E (extensiv)	8,00	1000	80,0	–
R _{se}				0,04
<hr/>				
d =	20,40	G =	108,7	R _T = 2,94

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,34 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

5.1.4 Bauteil: FD02 – Trapezblechdach



2 mm Kunststoff-Dachdichtung
 60 mm Isover-Dämmplatten
 1 mm Dampfbremse 100m
 110 mm Trapezblech 110/275/0,88

innen

FD02

$U = 0,67 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

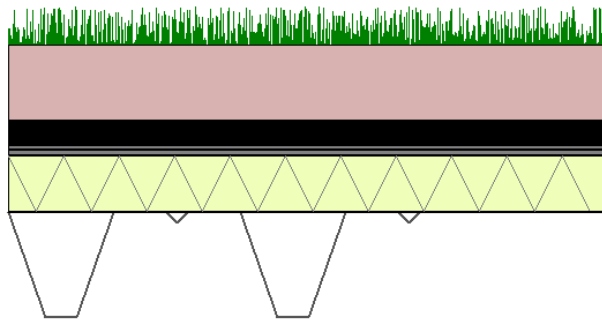
Querschnitt

	s	ρ	λ	R
von innen	cm	kg/m ³	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}				0,13
01 Trapezblech 110/275/0,88	11,00	–	–	–
02 Dampfbremse 100m	0,10	–	–	–
03 Isover-Dämmplatten	6,00	80	0,045	1,33
04 Kunststoff-Dachdichtung	0,15	1500	–	–
R_{se}				0,04
d =	17,25	G =	17,1	$R_T =$ 1,50

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,67 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

5.1.5 Bauteil: FD03 – Trapezblechdach begrünt



80 mm Substrat E (extensiv)
 20 mm Drainagematte
 5 mm Schutzvlies
 5 mm Wurzelschutzbahn (Oberlage)
 6 mm Bitumendachbahn
 60 mm PIR-Dämmung
 1 mm Dampfsperre
 110 mm Trapezblech 110/275/0,88

innen

FD03

$U = 0,37 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dach über Fahrzeughalle

unbeheizt frostfrei gegen außen

Dämmung als Kondensatzschutz, Bauteil nicht Bestandteil der thermischen Hülle

Querschnitt

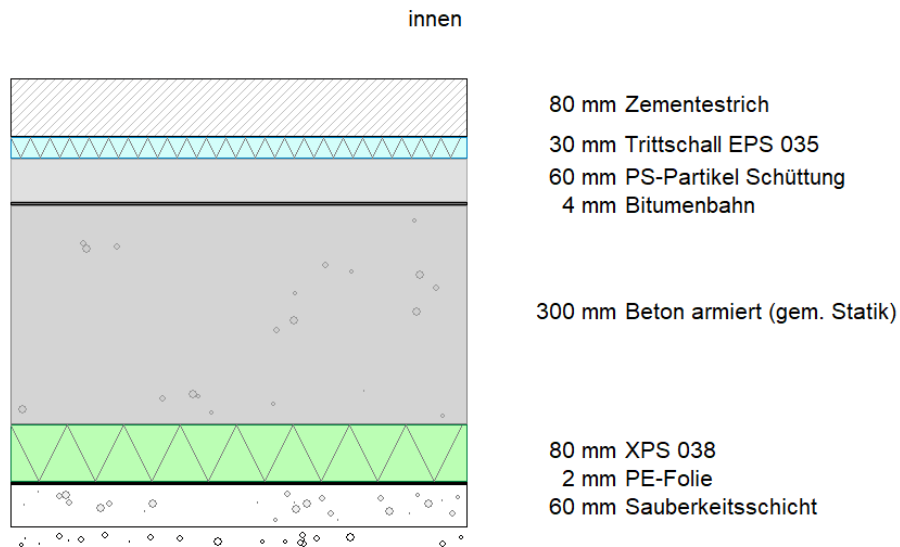
von innen	s cm	ρ kg/m³		λ W/ (mK)	R m² K/W
Rsi					0,13
01 Trapezblech 110/275/0,88	11,00	–	10,0	–	–
02 Dampfsperre	0,10	–	–	–	–
03 PIR-Dämmung	6,00	30	1,8	0,024	2,50
04 Bitumendachbahn	0,60	1200	7,2	0,170	0,04
05 Wurzelschutzbahn (Oberlage)	0,50	1150	5,8	0,170	0,03
06 Schutzvlies	0,50	–	0,2	–	–
07 Drainagematte	2,00	–	0,2	–	–
08 Substrat E (extensiv)	8,00	1000	80,0	–	–
Rse					0,04
d =	28,70	G =	105,2	R _T =	2,73

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,37 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

ENTWURF

5.1.6 Bauteil: EB01 – Fußboden mit Estrich



EB01

 $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

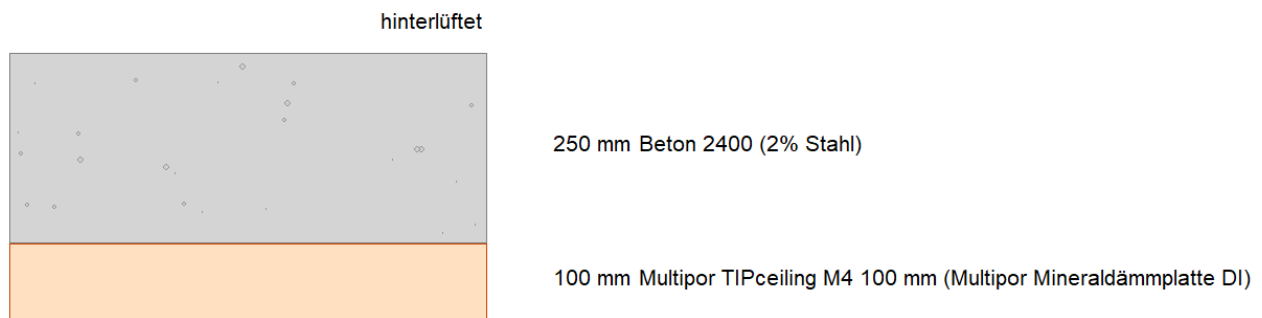
4.2 Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/ (mK)	m ² K/W
R_{si}					0,17
01 Zementestrich	8,00	2000	160,0	1,400	0,06
02 Trittschall EPS 035	3,00	20	0,6	0,035	0,86
03 PS-Partikel Schüttung	6,00	15	0,9	0,050	1,20
04 Bitumenbahn	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
05 Beton armiert (gem. Statik)	30,00	2400	720,0	2,500	0,12
06 XPS 038	8,00	25	2,0	0,038	2,11
07 PE-Folie	0,20	–	0,2	–	–
08 Sauberkeitsschicht	6,00	1700	102,0	2,000	0,03
R_{se}					0,00
<hr/>					
	d = 61,60	G = 990,1		$R_T = 4,56$	

4.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

5.1.7 Bauteil: ZD01 - Zwischendecke



ZD01

 $U = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Zwischendecke gegen unbeheizt

Innendämmung mit Multipor (kapillaraktive Dämmung)

geringe raumakustische Absorption ($\alpha_w = 0,35$)

Nachteil: keine dampfdichte Beschichtung, kein Putz möglich (wegen Schallabsorption)

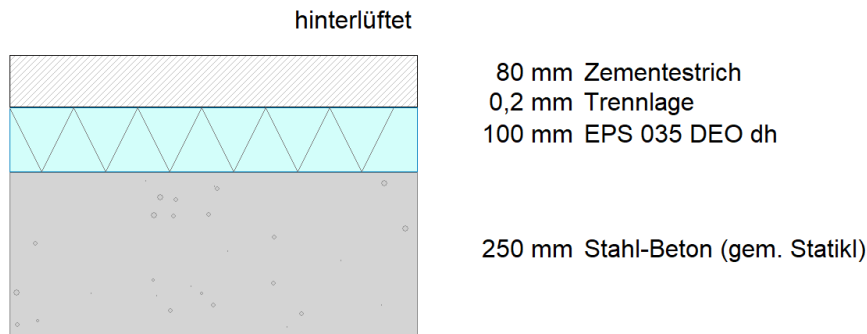
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,10
01 Multipor TIPceiling M4 100 mm (M	10,00	90	9,0	0,042	2,38
02 Beton 2400 (2% Stahl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
03	–	–	–	–	–
R_{se}					0,10
<hr/>					
	d = 35,00	G = 609,0		$R_T =$	2,68

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

5.1.8 Bauteil: ZD02 - Zwischendecke



ZD02

innen

$$U = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Zwischendecke gegen unbeheizt

Innendämmung mit Multipor (kapillaraktive Dämmung)

geringe raumakustische Absorption ($\alpha_w = 0,35$)

Nachteil: keine dampfdichte Beschichtung, kein Putz möglich (wegen Schallabsorption)

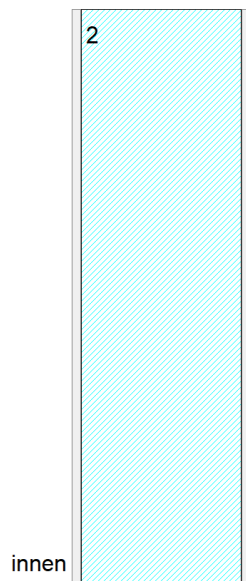
Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/ (mK)	m ² K/W
R_{si}					0,10
01 Stahl-Beton (gem. Statikl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
02 EPS 035 DEO dh	10,00	20	2,0	0,035	2,86
03 Trennlage	0,02	–	0,2	–	–
04 Zementestrich	8,00	2000	160,0	1,400	0,06
R_{se}					0,10
<hr/>					
	d = 43,02	G = 762,2		$R_T =$	3,21

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

5.1.9 Bauteil: IW01 - Innenwand



IW01

 $U = 1,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

10 mm Innenputz

175 mm Kalksandstein-MW 1000

10 mm Innenputz

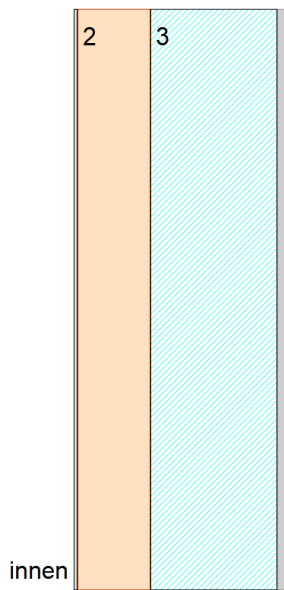
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Innenputz	1,00	1000	10,0	0,400	0,03
02 Kalksandstein-MW 1000	17,50	1000	175,0	0,500	0,35
03 Innenputz	1,00	1000	10,0	0,400	0,03
R _{se}					0,13
d =	19,50	G =	195,0	R _T =	0,66

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

5.1.10 Bauteil: IW02 – Innenwand mit Multipor



IW02

 $U = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

5 mm Innenputz (Systemputz Multipor)

100 mm Multipor TIPwall M4 100 mm (Multipor Minerale Dämmplatte WI)

175 mm Kalksandstein-MW 2000

15 mm Putzmörtel aus Kalkzement

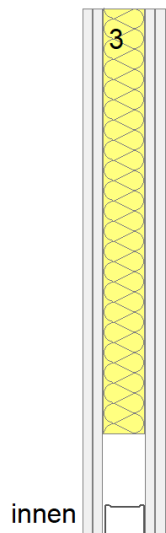
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Innenputz (Systemputz Multipor)	0,50	1800	9,0	0,700	0,01
02 Multipor TIPwall M4 100 mm (Mult	10,00	90	9,0	0,042	2,38
03 Kalksandstein-MW 2000	17,50	2000	350,0	1,100	0,16
04 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000	0,01
R_{se}					0,04
<hr/>					
d =	29,50	G =	395,0	$R_T =$	2,73

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

5.1.11 Bauteil: IW03 – Innenwand - Trockenbau



IW03

 $U = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

von innen

13 mm Gipskartonplatte

13 mm Gipskartonplatte

50 mm MW-Dämmung (zB Isover Akustic TP 1) mit CW50

13 mm Gipskartonplatte

13 mm Gipskartonplatte

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
02 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
03 MW-Dämmung (zB Isover Akustic TP 1)					
Mit CW50 Profil	5,00	–	–	0,040	1,25
04 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
05 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
R _{se}					0,13
d =	10,00	G =	35,0	R _T =	1,75

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

5.1.12 Bauteil: FE01 – 3fach Fenster - Büros

Verwendung: Büro, Besprechung beheizter Bereich

3-fach Wärmeschutzglas

$U_f = 1,4$

$U_g = 0,7$

$U_w = 1,05$

$g = 50\%$

Fenster

3-fach Wärmedämmglas, Argon 0,7

Rahmen aus Profilen U_f 1.3 - 1.6 W/(m²K), DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW}$ 1.4

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster	U_g 0,7	U_f 1,40	Ψ_g 0,050 (4,5 m)	$U_w = 1,05$ (1,0) W/(m²K)
----------------	-----------	------------	------------------------	----------------------------

$A_{\text{glas}} = 1,23 \text{ m}^2$ (68%), $A_{\text{frame}} = 0,59 \text{ m}^2$, $A_w = 1,82 \text{ m}^2$

Abmessungen $b \times h = 1,23 \times 1,48 \text{ m}$, Rahmenbreite 120 mm

Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0.05$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet

$g=53\%$

$U_w = (1,23 \cdot 0,70 + 0,59 \cdot 1,40 + 1,82 \cdot 0,050) / (1,23 + 0,59) = 1,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_w = 1,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

5.1.13 Bauteil: FE02 – 2fach Fenster - Werkstätte

Verwendung: Lager, Werkstatt beheizt bzw. niedrig beheizter Bereich

2-fach Wärmeschutzglas

$$U_f = 1,4$$

$$U_g = 1,1$$

$$U_w = 1,34$$

$$g = 63\%$$

Fenster

2-fach Wärmedämmglas, Argon1,1

Rahmen aus Profilen U_f 1.3 - 1.6 W/(m²K), DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW}$ 1.4

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster	U_g 1,1	U_f 1,40	Ψ_g 0,060 (4,5 m)	$U_w = 1,34$ (1,3) W/(m²K)
----------------	-----------	------------	------------------------	----------------------------

$$A_{\text{glas}} = 1,23 \text{ m}^2 (68\%), A_{\text{frame}} = 0,59 \text{ m}^2, A_w = 1,82 \text{ m}^2$$

Abmessungen b x h = 1,23 * 1,48m, Rahmenbreite 120 mm

Rahmen-Verbindung $\Psi = 0.06$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet, verbesserter Randverbund

$$U_w = (1,23 \cdot 1,10 + 0,59 \cdot 1,40 + 4,46 \cdot 0,060) / (1,23 + 0,59) = 1,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$U_w = 1,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

5.1.14 Bauteil: FE03 - Glastür

Fenster

Sonderglas (Firmenangabe), 4/14/4 mm, U_g 1.1, g 58%

Weichholzrahmen 90mm (EN ISO 10077-1 D.2), U_f 1.55

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 1,38$ (1,4) W/(m²K)

U-Wert des Fensters mit Zweischeiben-Isolierverglasung und 30% Rahmenanteil nach Tab. F.1

mit $U_g = 1,10$ und $U_f = 1,55$ W/(m²K)

$U_W = 1,38$ W/(m²K) wird für die weiteren Berechnungen angenommen

5.1.15 Bauteil: T01 - Tür (T01)

Bauteiltyp "Türen aus Metallrahmen und metallenen Bekleidungen" (27)

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

Wärmedurchgangskoeffizient

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

ENTWURF