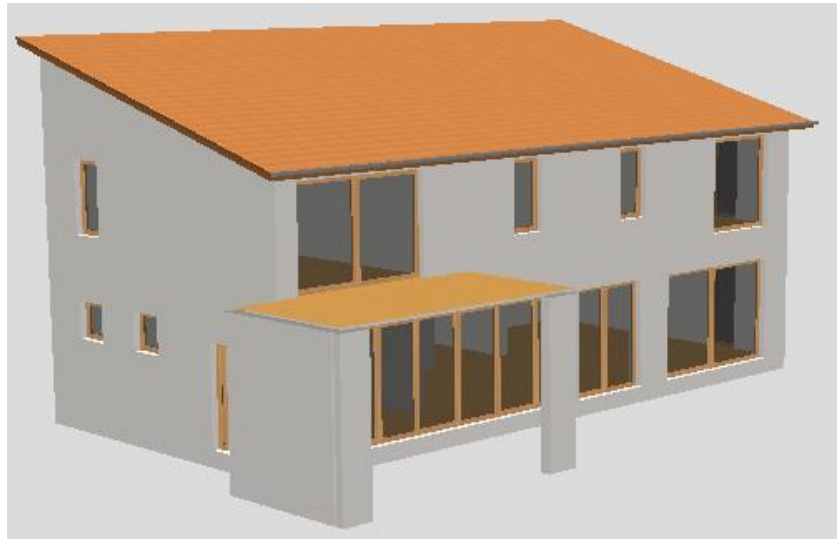


# Thermische Simulation des sommerlichen Wärmeschutzes

gemäß DIN 4108-2 und DIN EN ISO 13791



**Objekt** **Musterhaus-Neubau**

Musterstraße 1  
99423 Weimar

Aktenzeichen: 08/15

**Auftraggeber**

**Berater** **Peter Mustermann**

Muster & Co. KG  
Musterstraße 1  
99423 Weimar

Beraternummer: 123456

nur gültig mit Unterschrift



*P. Mustermann*

99423 Weimar, 12.8.2019

verwendete Software: EVEBI Version 10.1 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG  
Berechnung nach: DIN V 18599 (Randbedingungen nach EnEV(2016))

## Inhalt

<b>1 Allgemeines</b>	<b>3</b>
1.1 Anmerkungen	3
1.2 Berechnungsrandbedingungen für die thermische Gebäudesimulation	3
<b>2 Ergebnisse der Simulation</b>	<b>4</b>
2.1 Thermische Simulation des Raumes Schlafzimmer / 1.2	4
2.1.1 Raumdaten Schlafzimmer	4
2.1.2 Begrenzungsflächen des Raumes Schlafzimmer	5
2.1.3 Simulationsergebnisse des Raumes Schlafzimmer	6
2.1.4 Tageswerte des Monats August mit der höchsten operativen Raumtemperatur	7
2.1.5 Stundenwerte des Tages 16.8. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	9

# 1 Allgemeines

## 1.1 Anmerkungen

Der sommerliche Wärmeschutz ist gem. EnEV ein verpflichtender Nachweis, um Überhitzungen in Räumen zu vermeiden. Eine Simulation bietet eine genaue Analyse der Temperaturschwankungen in Räumen, sodass eine Aussage über die Anzahl der Stunden mit Übertemperatur (Temperatur über dem Normwert) getroffen werden kann.

Die Simulation erfolgte auf der Grundlage der DIN 4108-2, Z. 8.4. In die Berechnung gehen die Außentemperaturen gemäß prognostizierter Wetterdaten, Sonneneintragskennwerte über Fenster, das Verhältnis Fenster zu Raumgröße, der Konstruktionsaufbau der Wände, Nutzung des Raumes etc. ein.

Die Simulation wurde für den Raum Schlafzimmer durchgeführt. Bei diesem Raum handelt es sich um einen Raum, welcher gem. sommerlichen Wärmeschutz als Raum mit erkennbar hohem Fensteranteil und damit einem hohen Sonneneintragskennwert erkannt wurde.

## 1.2 Berechnungsrandbedingungen für die thermische Gebäudesimulation

Bei dem vorliegenden Objekt handelt es sich um ein Einfamilienhaus.

Gem. DIN 4108-2:2013 8.4.2 wurden für die thermische Simulation folgende Randbedingungen verwendet:

Klimadaten		
Standort:	99423 Weimar	
Klimaregion	B - 26°C	
Testreferenzjahr (2011)	Normaljahr TRY-Zone 4	
Nutzungszeiten	Tagesluftwechsel	Nachtluftwechsel
täglich, 0:00 Uhr bis 24:00 Uhr	von 6:00 bis 23:00 Uhr	von 23:00 bis 6:00 Uhr.
Simulationsrechnung und Zeitraum der Auswertung		
Komplettes Jahr	Beginn am 1. Januar (Montag)	keine Feiertage und Ferienzeiten
Interne Wärmeeinträge	100 Wh/(m²d)	konvektiv
Soll-Raumtemperatur für Heizzwecke (ohne Nachtabsendung)		≥ 20 °C
Luftwechsel		
Grundluftwechsel	0,5 h <sup>-1</sup>	
Erhöhter Tagluftwechsel	siehe Abschnitt Stundenwerte des betrachteten Tages des Raumes	
Erhöhter Nachtluftwechsel	siehe Abschnitt Stundenwerte des betrachteten Tages des Raumes	
Weitere Randbedingungen		
Interne Wärmeeinträge	100 Wh/(m²d)	konvektiv
Soll-Raumtemperatur für Heizzwecke (ohne Nachtabsendung)		≥ 20 °C
Steuerung Sonnenschutz	siehe Abschnitt Begrenzungsflächen des Raumes, Fenster	
Wärmeübergangswiderstände	Verwendung gem. DIN EN ISO 6946:2018-03, Tabelle 1	
Bauliche Verschattung	siehe Abschnitt Begrenzungsflächen des Raumes, Fenster	
Passive Kühlung	keine Berücksichtigung	

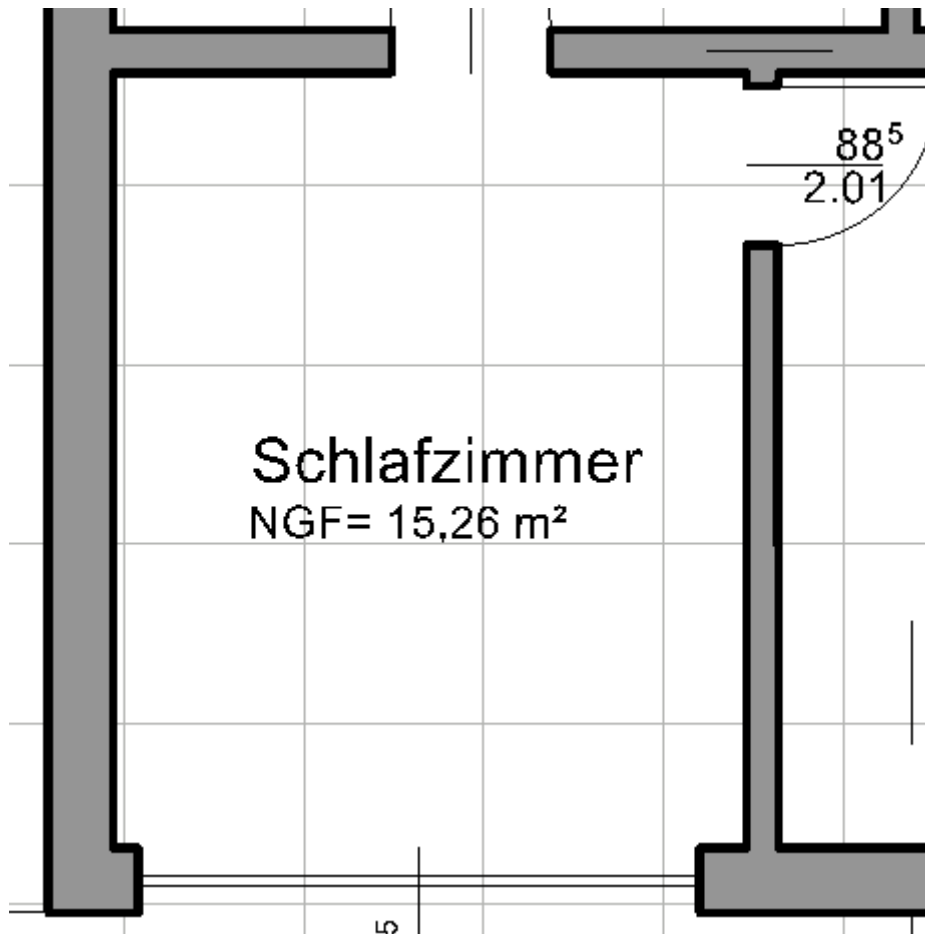
### Für Wohngebäude gilt:

Unter folgenden Bedingungen darf gem. DIN 4108-2, 8.2.2 auf einen Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz verzichtet werden:

- a) Der Fensterflächenanteil des Raumes (Anteil der Fensterfläche an der Nettogrundfläche) liegt unter den in Tabelle 6 angegebenen Grenzen.
- b) Der Fensterflächenanteil des kritischen Raumes übersteigt nicht 35% und die Fenster in Ost-, Süd- oder Westorientierung (inkl. eines Glasvorbaus) verfügen über eine außenliegende Sonnenschutzvorrichtung mit einem Abminderungsfaktor  $F_c \leq 0,30$  bei Glas mit  $g > 0,40$  bzw.  $F_c \leq 0,35$  bei Glas mit  $g \leq 0,40$ . Ein Glasvorbau wird nicht als kritischer Raum angesehen.

## 2 Ergebnisse der Simulation

### 2.1 Thermische Simulation des Raumes Schlafzimmer / 1.2



#### 2.1.1 Raumdaten Schlafzimmer

Nettogrundfläche:	15,3 m <sup>2</sup>	Nutzung:	Schlafzimmer	
Luftvolumen:	46,1 m <sup>3</sup>		Nutzungszeit	Nichtrnutzungszeit
Fensterfläche:	6,7 m <sup>2</sup>		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R <sup>1)</sup> :	43,8 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

<sup>1)</sup> Grundflächen bezogener Fensterflächenanteil: Der Fensterflächenanteil ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche zu der Grundfläche des betrachteten Raumes. Sind mehrere Fenster vorhanden, so wird die Summe der Fensterflächen ins Verhältnis gesetzt.

### 2.1.2 Begrenzungsflächen des Raumes Schlafzimmer

	<i>Abgrenzung horizontal</i>	$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K] <sup>1)</sup>	grenzt an	
	DA S Pos 001	19,78	Süd	15	0,115	zu Außenluft	
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	$\lambda$ [W/(mK)] <sup>2)</sup>	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	$c$ [kJ/kgK] <sup>4)</sup>	
1	Zellulose		30,00	0,035	25	1,00	
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K] <sup>1)</sup>	grenzt an	
	AW 36,5 m. Deckenaufleger W Pos 006	14,83	West	90	0,237	zu Außenluft	
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	$\lambda$ [W/(mK)] <sup>2)</sup>	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	$c$ [kJ/kgK] <sup>4)</sup>	
1	Porenbeton		36,50	0,090	500	1,00	
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K] <sup>1)</sup>	grenzt an	
	IW m. Deckenaufleger Pos 011	13,07	Nord	90	1,639	zu thermisch ähnlichen Bereichen	
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	$\lambda$ [W/(mK)] <sup>2)</sup>	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	$c$ [kJ/kgK] <sup>4)</sup>	
1	Kalksandstein		17,50	0,500	2.000	1,00	
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K] <sup>1)</sup>	grenzt an	
	AW 36,5 m. Deckenaufleger S Pos 005	3,03	Süd	90	0,237	zu Außenluft	
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	$\lambda$ [W/(mK)] <sup>2)</sup>	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	$c$ [kJ/kgK] <sup>4)</sup>	
1	Porenbeton		36,50	0,090	500	1,00	
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K] <sup>1)</sup>	grenzt an	
	IW m. Deckenaufleger Pos 022	14,83	Nord	90	1,639	zu thermisch ähnlichen Bereichen	
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	$\lambda$ [W/(mK)] <sup>2)</sup>	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	$c$ [kJ/kgK] <sup>4)</sup>	
1	Kalksandstein		17,50	0,500	2.000	1,00	
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K] <sup>1)</sup>	grenzt an	
	DE Zwischendecke	19,30	Nord	0	0,723	zu thermisch ähnlichen Bereichen	
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	$\lambda$ [W/(mK)] <sup>2)</sup>	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>3)</sup>	$c$ [kJ/kgK] <sup>4)</sup>	
1	Zement-Estrich		6,00	1,400	2.000	1,00	
2	Styropor		4,00	0,040	30	1,00	
	<i>Fensterdaten</i>	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> K]	$g_{tot}$ <sup>5)</sup>	
	AF RH Hebeschiebetür in AW 36,5 m. Deckenaufleger S Pos 019	6,69	180 °	90,0	0,755	0,36	
	<i>Sonnenschutz</i>	Innenliegend oder zwischen den Scheiben, weiß, reflektierend					
	IT Tür 1	1,77	180 °	90,0	2,000	0,00	

1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

2) Wärmeleitfähigkeit

3) Rohdichte

4) spezifische Wärmekapazität

5) Gesamtdurchlassgrad Licht

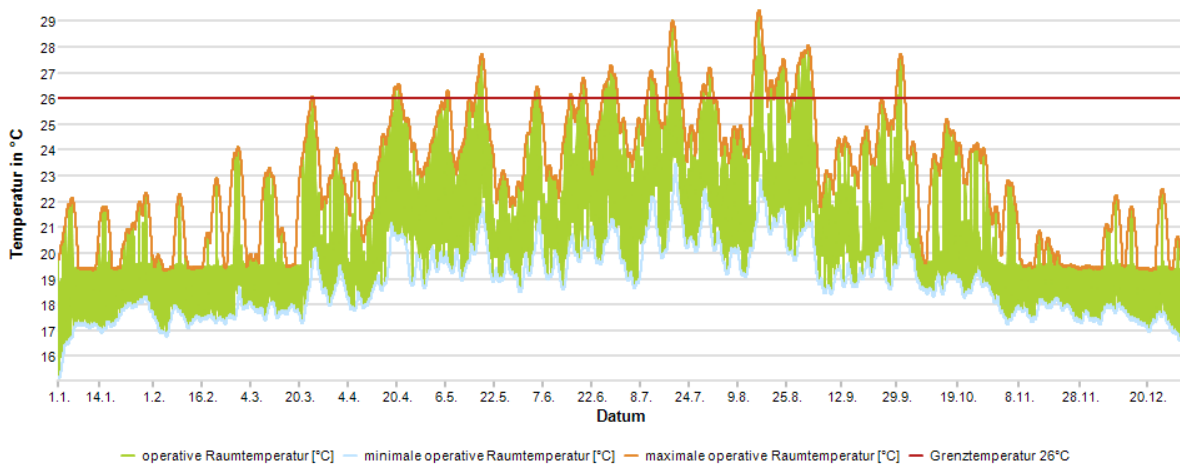
### 2.1.3 Simulationsergebnisse des Raumes Schlafzimmer

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt <sup>3)</sup>
Anforderungswert <sup>1)</sup>	1.200	✓
ermittelt <sup>2)</sup>	267	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] <sup>4)</sup>		Überschreitungshäufigkeit [h] <sup>5)</sup>
Grenztemperatur	26	186
Grenztemperatur + 2 K	28	14
Grenztemperatur + 4 K	30	0

- 1) Anforderungswert Übertemperaturgradstunden: Anforderung = Anzahl der maximal erlaubten anfallenden Übertemperaturgradstunden oberhalb der Grenztemperatur des Raumes. Eine Übertemperaturgradstunde entsteht, wenn die Grenztemperatur für eine Stunde um ein K überschritten wird.
- 2) Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.
- 3) Ist die Anzahl der maximalen Übertemperaturgradstunden größer als die ermittelten Übertemperaturgradstunden, so ist der Wärmeschutznachweis gem. DIN 4108-2 erfüllt.
- 4) Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen).
- 5) Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

Grafik: Simulationsergebnisse verteilt auf das gesamte Jahr



Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen. Grundlage für die Simulationsberechnung sind die Klimadaten der Testreferenzjahre (TRY - Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

Niedrigste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen).

Die folgende Tabelle zeigt die 5 wärmsten Tage im Jahr.

Tag / Uhrzeit	Operative Raumtemperatur <sup>1)</sup>
16.8. 14 Uhr	29,4 °C
19.7. 14 Uhr	29,0 °C
1.9. 14 Uhr	28,1 °C
17.8. 15 Uhr	28,0 °C
20.7. 13 Uhr	27,9 °C

<sup>1)</sup> Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

## 2.1.4 Tageswerte des Monats August mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh] SO <sup>7)</sup>
	t <sub>a,min</sub> <sup>1)</sup>	t <sub>a,max</sub> <sup>2)</sup>	t <sub>r,min</sub> <sup>3)</sup>	t <sub>r,max</sub> <sup>4)</sup>	t <sub>op,r,min</sub> <sup>5)</sup>	t <sub>op,r,max</sub> <sup>6)</sup>	
1.	11,9	20,6	20,8	26,7	21,4	26,0	4.810
2.	10,7	22,2	19,1	26,9	20,1	26,0	4.796
3.	14,8	16,8	20,6	22,7	21,1	22,6	589
4.	14,2	23,4	20,0	24,5	20,3	23,8	2.513
5.	12,9	23,2	19,0	25,3	19,6	24,5	3.932
6.	11,1	20,6	18,3	24,1	19,2	23,5	2.591
7.	15,2	22,7	19,7	24,7	20,1	24,0	3.659
8.	14,3	24,3	19,5	26,0	20,1	24,9	3.908
9.	13,5	22,5	19,3	25,0	20,0	24,2	2.874
10.	12,3	21,1	19,6	25,7	20,1	24,9	4.511
11.	10,2	19,0	18,2	24,4	19,1	23,7	3.546
12.	10,8	23,0	18,3	24,9	19,1	24,0	2.580
13.	15,0	17,7	19,6	22,1	20,0	21,8	781
14.	17,1	27,5	19,8	25,9	20,1	24,8	3.399
15.	18,0	34,4	20,7	29,1	21,0	27,6	5.581
16.	18,9	35,4	22,5	30,8	22,8	29,4	5.271
17.	16,5	25,4	23,5	29,0	23,9	28,0	3.654
18.	14,2	19,2	21,3	24,0	22,1	23,9	1.015
19.	16,2	25,6	21,5	26,2	21,8	25,4	2.201
20.	15,4	26,4	20,2	28,1	20,7	26,7	4.188
21.	16,4	22,5	20,9	23,8	21,3	23,5	1.409
22.	17,1	27,7	20,7	28,0	21,0	26,8	5.001
23.	16,2	28,0	21,0	28,2	21,5	27,2	4.715
24.	15,5	29,8	21,0	28,7	21,6	27,5	4.280
25.	14,0	20,4	21,0	24,7	21,7	24,2	1.530
26.	10,6	19,1	19,1	25,1	20,0	24,4	4.493
27.	9,3	21,3	19,0	27,2	20,0	26,2	6.224
28.	11,3	22,9	18,8	26,8	19,7	25,9	5.364
29.	13,9	27,0	19,9	28,7	20,5	27,4	6.432
30.	13,3	25,4	19,9	29,1	20,7	27,8	6.606
31.	13,6	25,7	20,1	29,2	20,9	27,9	6.731

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufthtemperatur des Tages

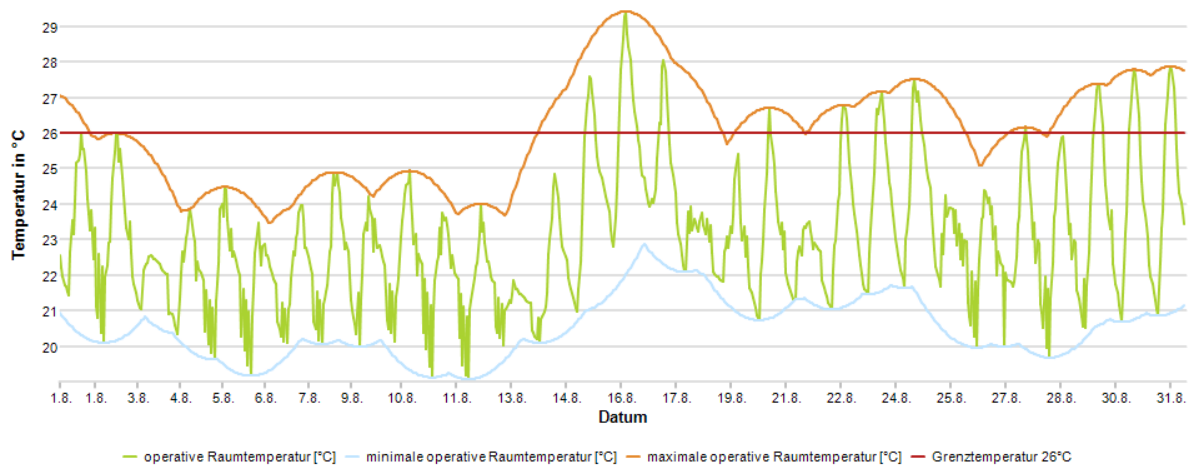
4) Höchste Raumlufthtemperatur des Tages

5) Niedrigste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

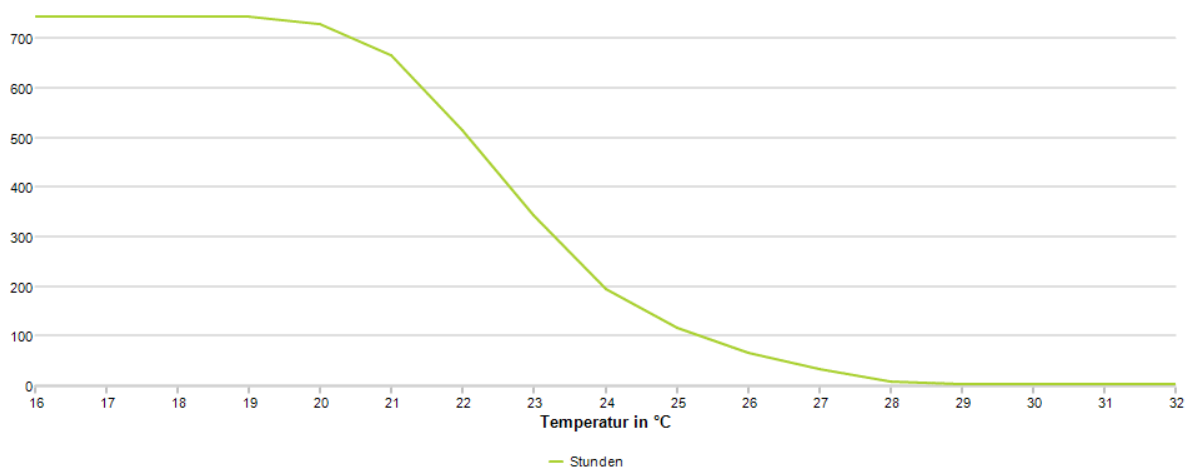
6) Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat August



Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden





### 2.1.5 Stundenwerte des Tages 16.8. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 16.8. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h <sup>-1</sup> ]
von	bis	t <sub>außen</sub> <sup>1)</sup>	t <sub>raum</sub> <sup>2)</sup>	op.raum <sup>3)</sup>	t <sub>soil</sub> <sup>4)</sup>	n <sup>5)6)</sup>
0:00	1:00	23,5	24,5	24,4	26,0	5,00
1:00	2:00	23,0	24,2	24,2	26,0	5,00
2:00	3:00	22,0	24,0	24,0	26,0	5,00
3:00	4:00	20,0	23,7	23,8	26,0	5,00
4:00	5:00	19,2	23,0	23,3	26,0	5,00
5:00	6:00	18,9	22,7	23,0	26,0	5,00
6:00	7:00	20,4	22,5	22,8	26,0	0,50
7:00	8:00	24,0	23,7	23,6	26,0	0,50
8:00	9:00	26,4	24,8	24,5	26,0	0,50
9:00	10:00	28,6	26,3	25,6	26,0	0,50
10:00	11:00	30,3	27,8	26,7	26,0	0,50
11:00	12:00	32,5	29,1	27,8	26,0	0,50
12:00	13:00	34,1	30,1	28,7	26,0	0,50
13:00	14:00	35,4	30,8	29,3	26,0	0,50
14:00	15:00	34,5	30,8	29,4	26,0	0,50
15:00	16:00	32,6	29,8	28,8	26,0	0,50
16:00	17:00	31,6	29,2	28,4	26,0	0,50
17:00	18:00	30,1	28,7	28,0	26,0	0,50
18:00	19:00	28,0	27,7	27,4	26,0	0,50
19:00	20:00	26,2	27,1	26,9	26,0	3,00
20:00	21:00	24,2	26,7	26,6	26,0	3,00
21:00	22:00	22,7	26,2	26,2	26,0	3,00
22:00	23:00	22,2	25,7	25,8	26,0	3,00
23:00	24:00	21,6	25,5	25,6	26,0	5,00

- 1) Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt
- 2) Raumlufttemperatur zum Zeitpunkt
- 3) Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen. Grundlage für die Simulationsberechnung sind die Klimadaten der Testreferenzjahre (TRY - Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes (DWD).
- 4) Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen).
- 5) Luftwechsel zum Zeitpunkt gem. DIN 4108-2:2013-02 8.4.2 g) bis i). Der erhöhte Tagluftwechsel mit n = 3 h<sup>-1</sup> darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufttemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.
- 6) Der erhöhte Nachtluftwechsel mit n = 2 h<sup>-1</sup> darf von 23:00 bis 6:00 Uhr angewendet werden, wenn die Möglichkeit zur nächtlichen Fensterlüftung besteht. Besteht die Möglichkeit zur geschossübergreifenden Lüftung, darf der Nachtluftwechsel mit n = 5 h<sup>-1</sup> angenommen werden. Es ist ein Sonnenschutz mit g<sub>tot</sub> ≤ 0,4 vorzusehen.

Graphik: Simulationsergebnisse am 16.8.

