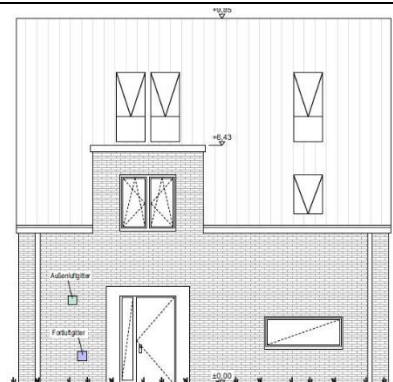


Thermische Simulation des sommerlichen Wärmeschutzes

gemäß DIN 4108-2 und DIN EN ISO 13791



Objekt **BV Neubau EFH Rehdersweg 24**

Rehdersweg 24

22399 Hamburg

Aktenzeichen: 700801

Auftraggeber **Pätzold**

Julius-Vossler-Straße 114c

22527 Hamburg

Berater **M.Eng. Bastian Neuhaus**

on. ingenieurbüro GmbH & Co. KG

Gütersloher Straße 52

33649 Bielefeld

info@on-ingb.de

nur gültig mit Unterschrift



33649 Bielefeld, 28.2.2023

verwendete Software: EVEBI Version 13.0.0 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG
Berechnung nach DIN V 4701-10 / 4108-6 (Randbedingungen gemäß GEG 2020)

Inhalt

1 Allgemeines	3
1.1 Anmerkungen	3
1.2 Berechnungsrandbedingungen für die thermische Gebäudesimulation	3
2 Ergebnisse im Überblick	4
3 Detaillierte Ergebnisse	5
3.1 Thermische Simulation des Raumes Ankleide *	5
3.1.1 Raumdaten Ankleide	5
3.1.2 Begrenzungsflächen des Raumes Ankleide	5
3.1.3 Simulationsergebnisse des Raumes Ankleide	8
3.1.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur	9
3.1.5 Stundenwerte des Tages 20.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	11
3.2 Thermische Simulation des Raumes Eltern *	12
3.2.1 Raumdaten Eltern	12
3.2.2 Begrenzungsflächen des Raumes Eltern	12
3.2.3 Simulationsergebnisse des Raumes Eltern	15
3.2.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur	16
3.2.5 Stundenwerte des Tages 19.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	17
3.3 Thermische Simulation des Raumes Essen *	17
3.3.1 Raumdaten Essen	17
3.3.2 Begrenzungsflächen des Raumes Essen	18
3.3.3 Simulationsergebnisse des Raumes Essen	22
3.3.4 Tageswerte des Monats Oktober mit der höchsten operativen Raumtemperatur	23
3.3.5 Stundenwerte des Tages 20.10. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	25
3.4 Thermische Simulation des Raumes Kind 1 *	26
3.4.1 Raumdaten Kind 1	26
3.4.2 Begrenzungsflächen des Raumes Kind 1	26
3.4.3 Simulationsergebnisse des Raumes Kind 1	30
3.4.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur	31
3.4.5 Stundenwerte des Tages 19.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	33
3.5 Thermische Simulation des Raumes Kind 2 *	34
3.5.1 Raumdaten Kind 2	34
3.5.2 Begrenzungsflächen des Raumes Kind 2	34
3.5.3 Simulationsergebnisse des Raumes Kind 2	38
3.5.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur	39
3.5.5 Stundenwerte des Tages 19.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	41
3.6 Thermische Simulation des Raumes Kochen *	42
3.6.1 Raumdaten Kochen	42
3.6.2 Begrenzungsflächen des Raumes Kochen	42
3.6.3 Simulationsergebnisse des Raumes Kochen	46
3.6.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur	47
3.6.5 Stundenwerte des Tages 30.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur	49

1 Allgemeines

1.1 Anmerkungen

Der sommerliche Wärmeschutz ist gemäß GEG 2020 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.

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:	22399 Hamburg	
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 ⁻¹	
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:

- Der Fensterflächenanteil des Raumes (Anteil der Fensterfläche an der Nettogrundfläche) liegt unter den in Tabelle 6 angegebenen Grenzen.
- 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 im Überblick

Raum	Grenztemp. ¹⁾	Übertemperaturgradstunden			Überschreitung		
		Anforderung ²⁾	Ist ³⁾		+ 0 K ⁴⁾	+ 2 K ⁵⁾	+ 4 K ⁶⁾
	[°C]	[Kh/a]	[Kh/a]		[h/a]	[h/a]	[h/a]
Ankleide	26,0	1.200	3	✓	12	0	0
Eltern	26,0	1.200	201	✓	300	9	0
Essen	26,0	1.200	371	✓	234	74	13
Kind 1	26,0	1.200	0	✓	0	0	0
Kind 2	26,0	1.200	0	✓	0	0	0
Kochen	26,0	1.200	0	✓	0	0	0

¹⁾ Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen).

²⁾ 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.

³⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

⁴⁾ Überschreitungshäufigkeit + 0 K: Anzahl der Stunden oberhalb der Grenztemperatur des Raumes.

⁵⁾ Überschreitungshäufigkeit + 2 K: Anzahl der Stunden oberhalb der Grenztemperatur zzgl. 2 Kelvin des Raumes.

⁶⁾ Überschreitungshäufigkeit + 4 K: Anzahl der Stunden oberhalb der Grenztemperatur zzgl. 4 Kelvin des Raumes.

3 Detaillierte Ergebnisse

3.1 Thermische Simulation des Raumes Ankleide *

3.1.1 Raumdaten Ankleide

Nettogrundfläche:	7,2 m ²	Nutzung:	Schlafzimmer	
Luftvolumen:	16,3 m ³		Nutzungszeit	Nichtnutzungszeit
Fensterfläche:	1,1 m ²		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R ¹⁾ :	15,1 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

¹⁾ 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.

3.1.2 Begrenzungsflächen des Raumes Ankleide

	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Dach SSO Ref 16 Pos 001	4,61	Süd	48	0,143	zu Außenluft
	Schichten Fach (90,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
2	Mineralwolle		4,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	Mineralwolle		22,00	0,032	57	1,03
5	Unterdeckbahn		0,25	0,170	10	1,80
6	stark belüftete Luftschicht		6,00	0,400	0	0,00
7	Tondachziegel		3,00	1,200	2.080	0,88
	Schichten Rahmen (10,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
2	Mineralwolle		4,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		22,00	0,130	600	2,00
5	Unterdeckbahn		0,25	0,170	10	1,80
6	stark belüftete Luftschicht		6,00	0,400	0	0,00
7	Tondachziegel		3,00	1,200	2.080	0,88
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 011	8,54	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 005	6,32	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00

2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 010	11,17	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand SSO Ref 19 Pos 003	1,82	Süd	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	8,45	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	0,53	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an

	Zwischendecke	4,93	---	0	0,150	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (90,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Rauspund		2,20	0,130	600	2,00
2	Mineralwolle		24,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	ruhende Luftschicht		3,00	0,000	0	1,01
5	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
	Schichten Rahmen (10,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Rauspund		2,20	0,130	600	2,00
2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		24,00	0,130	600	2,00
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	ruhende Luftschicht		3,00	0,000	0	1,01
5	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
	<i>Fensterdaten</i>	Fläche [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert ¹⁾ [W/m ² K]	g_tot ⁵⁾
	Nische in Zwischenwand Pos 001	2,63	---	90	6,000	1,00
	Dachflächenfenster in Dach SSO Ref 16 Pos 005	1,09	165 °	48	1,000	0,50

1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

2) Wärmeleitfähigkeit

3) Rohdichte

4) spezifische Wärmekapazität

5) Gesamtdurchlassgrad Licht

3.1.3 Simulationsergebnisse des Raumes Ankleide

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt ³⁾
Anforderungswert ¹⁾	1.200	✓
ermittelt ²⁾	3	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] ⁴⁾		Überschreitungshäufigkeit [h] ⁵⁾
Grenztemperatur	26	12
Grenztemperatur + 2 K	28	0
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.

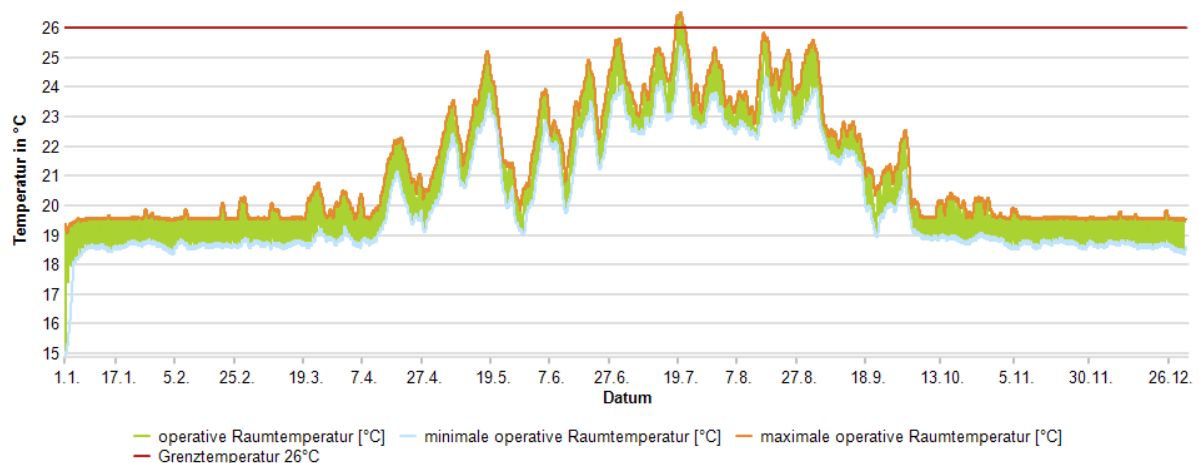
²⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

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 Raumlufthtemperatur 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 Raumlufthtemperatur 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 Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

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

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

Die folgende Tabelle zeigt die 5 wärmsten Tage im Jahr.

Tag / Uhrzeit	Operative Raumtemperatur ¹⁾
20.7. 13 Uhr	26,5 °C
19.7. 14 Uhr	26,4 °C
21.7. 16 Uhr	26,1 °C
16.8. 14 Uhr	25,8 °C
17.8. 15 Uhr	25,7 °C

¹⁾ Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

3.1.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh]
	$t_{a,min}^{1)}$	$t_{a,max}^{2)}$	$t_{r,min}^{3)}$	$t_{r,max}^{4)}$	$t_{op,r,min}^{5)}$	$t_{op,r,max}^{6)}$	
1.	11,8	22,0	23,8	25,2	24,0	24,9	1.339
2.	12,5	22,2	22,7	24,7	23,1	24,4	879
3.	11,1	21,3	22,6	24,7	22,9	24,1	1.577
4.	9,6	17,6	22,2	24,4	22,5	23,9	1.060
5.	10,3	20,5	22,5	23,9	22,5	23,5	1.280
6.	11,6	18,4	22,3	23,3	22,5	23,1	977
7.	10,0	19,5	22,4	23,7	22,4	23,3	1.515
8.	10,9	24,8	22,4	24,8	22,4	24,1	2.124
9.	15,2	24,7	22,7	24,2	22,9	23,7	801
10.	15,9	23,4	22,6	24,3	22,6	23,9	1.312
11.	17,3	27,4	23,0	25,5	22,9	24,7	1.632
12.	18,2	30,2	23,9	26,0	23,8	25,3	1.422
13.	17,3	27,9	23,8	26,1	23,9	25,3	1.452
14.	14,4	23,2	23,6	25,6	23,9	25,1	1.071
15.	12,0	21,0	22,9	24,9	23,2	24,5	1.038
16.	11,2	23,2	22,7	24,8	22,9	24,3	1.474
17.	12,5	27,0	22,9	25,1	23,0	24,5	1.358
18.	15,9	31,9	23,5	26,1	23,5	25,3	1.796
19.	17,7	33,7	24,5	27,3	24,4	26,4	2.021
20.	18,2	26,8	25,2	27,1	25,3	26,5	1.078
21.	17,3	25,7	24,8	26,4	24,9	26,1	1.185
22.	13,5	22,5	24,2	25,5	24,5	25,5	1.125
23.	14,2	17,6	23,0	24,8	23,3	24,8	524
24.	13,7	20,3	22,5	23,6	22,8	23,6	582
25.	15,2	25,6	22,7	24,6	22,8	24,1	1.135
26.	14,9	20,2	22,3	23,6	22,6	23,3	877
27.	14,1	23,0	22,6	23,5	22,7	23,3	891
28.	17,3	29,2	22,7	24,8	22,7	24,1	1.236
29.	20,1	28,9	23,3	25,2	23,2	24,6	1.185
30.	17,6	25,5	23,7	25,3	23,6	24,8	1.314
31.	15,8	24,6	23,4	26,0	23,6	25,3	1.817

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufttemperatur des Tages

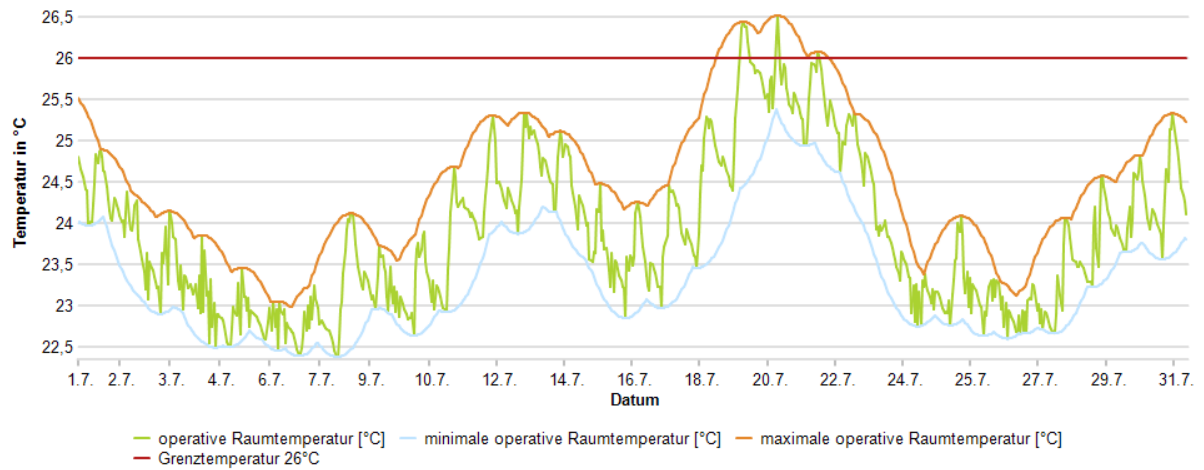
4) Höchste Raumlufttemperatur des Tages

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

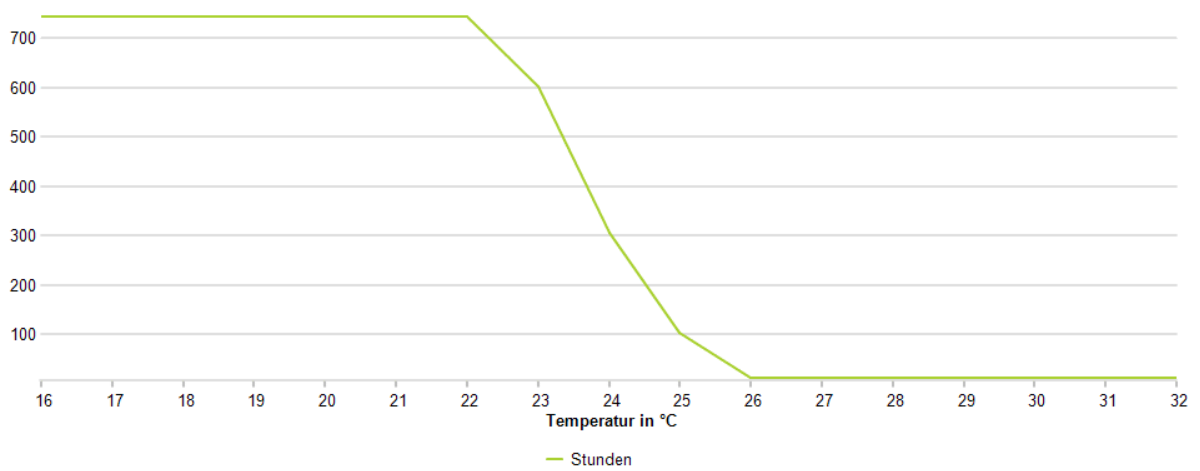
6) Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat Juli



Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden



3.1.5 Stundenwerte des Tages 20.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 20.7. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h ⁻¹]
von	bis	t _{außen} ¹⁾	t _{raum} ²⁾	op,raum ³⁾	t _{sol} ⁴⁾	n ⁵⁾⁶⁾
0:00	1:00	21,7	25,9	25,8	26,0	0,50
1:00	2:00	20,8	25,9	25,8	26,0	0,50
2:00	3:00	19,8	25,8	25,7	26,0	0,50
3:00	4:00	18,3	25,7	25,7	26,0	0,50
4:00	5:00	18,2	25,6	25,6	26,0	0,50
5:00	6:00	19,9	25,6	25,5	26,0	0,50
6:00	7:00	20,7	25,7	25,6	26,0	3,00
7:00	8:00	23,1	25,4	25,3	26,0	3,00
8:00	9:00	24,7	26,0	25,7	26,0	3,00
9:00	10:00	22,0	26,0	25,8	26,0	3,00
10:00	11:00	21,4	25,4	25,4	26,0	3,00
11:00	12:00	24,0	26,3	25,9	26,0	3,00
12:00	13:00	26,2	26,8	26,3	26,0	3,00
13:00	14:00	26,8	27,1	26,5	26,0	3,00
14:00	15:00	24,9	26,5	26,2	26,0	3,00
15:00	16:00	20,8	25,9	25,9	26,0	3,00
16:00	17:00	22,1	25,7	25,7	26,0	3,00
17:00	18:00	23,2	26,0	25,9	26,0	3,00
18:00	19:00	21,7	26,0	25,9	26,0	3,00
19:00	20:00	21,2	25,6	25,6	26,0	3,00
20:00	21:00	20,0	25,5	25,6	26,0	3,00
21:00	22:00	20,0	25,3	25,4	26,0	3,00
22:00	23:00	19,6	25,3	25,4	26,0	3,00
23:00	24:00	19,4	25,2	25,3	26,0	0,50

1) Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt

2) Raumlufthtemperatur zum Zeitpunkt

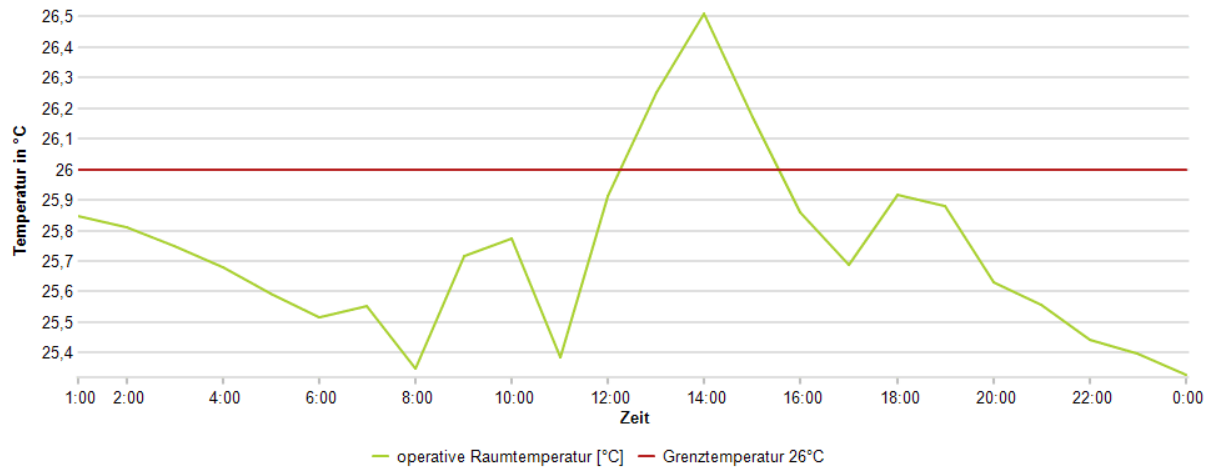
3) Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen. Grundlage für die Simulationsberechnung sind die Klimadaten der Testreferenzjahre (TRY - Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes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

4) Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufthtemperatur 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 $n = 3 \text{ h}^{-1}$ darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufthtemperatur 23°C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.

6) Es wurde kein erhöhter Nachtluftwechsel berücksichtigt.

Grafik: Simulationsergebnisse am 20.7.



3.2 Thermische Simulation des Raumes Eltern *

3.2.1 Raumdaten Eltern

Nettogrundfläche:	12,2 m ²	Nutzung:	Schlafzimmer	
Luftvolumen:	27,6 m ³		Nutzungszeit	Nichtnutzungszeit
Fensterfläche:	4,9 m ²		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R ¹⁾ :	39,9 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

¹⁾ 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.

3.2.2 Begrenzungsflächen des Raumes Eltern

	Abgrenzung horizontal	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Dach SSO Ref 16 Pos 001	9,02	Süd	48	0,143	zu Außenluft
	Schichten Fach (90,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
2	Mineralwolle		4,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremssfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	Mineralwolle		22,00	0,032	57	1,03
5	Unterdeckbahn		0,25	0,170	10	1,80
6	stark belüftete Luftschicht		6,00	0,400	0	0,00
7	Tondachziegel		3,00	1,200	2.080	0,88
	Schichten Rahmen (10,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
2	Mineralwolle		4,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremssfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		22,00	0,130	600	2,00
5	Unterdeckbahn		0,25	0,170	10	1,80
6	stark belüftete Luftschicht		6,00	0,400	0	0,00
7	Tondachziegel		3,00	1,200	2.080	0,88
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an

	Zwischenwand Pos 011	8,54	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand SSO Ref 17 Pos 003	3,36	Süd	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand ONO Ref 18 Pos 002	8,48	Ost	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 005	9,80	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	16,60	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00

	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	9,11	---	0	0,150	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (90,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾
1	Rauspund		2,20	0,130	600	2,00
2	Mineralwolle		24,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	ruhende Luftschicht		3,00	0,000	0	1,01
5	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
	Schichten Rahmen (10,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾
1	Rauspund		2,20	0,130	600	2,00
2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		24,00	0,130	600	2,00
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	ruhende Luftschicht		3,00	0,000	0	1,01
5	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
	Fensterdaten	Fläche [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert¹⁾ [W/m²K]	g_tot⁵⁾
	Dachflächenfenster in Dach SSO Ref 16 Pos 006	1,09	165 °	48	1,000	0,50
	Dachflächenfenster in Dach SSO Ref 16 Pos 007	1,09	165 °	48	1,000	0,50
	Nische in Zwischenwand Pos 001	2,63	---	90	6,000	1,00
	Fenster in Außenwand ONO Ref 18 Pos 002	2,69	75 °	90	0,800	0,10
	Sonnenschutz	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet				
	Tür in Zwischenwand Pos 004	1,89	---	90	2,000	0,00

1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

2) Wärmeleitfähigkeit

3) Rohdichte

4) spezifische Wärmekapazität

5) Gesamtdurchlassgrad Licht

3.2.3 Simulationsergebnisse des Raumes Eltern

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt ³⁾
Anforderungswert ¹⁾	1.200	✓
ermittelt ²⁾	201	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] ⁴⁾		Überschreitungshäufigkeit [h] ⁵⁾
Grenztemperatur	26	300
Grenztemperatur + 2 K	28	9
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.

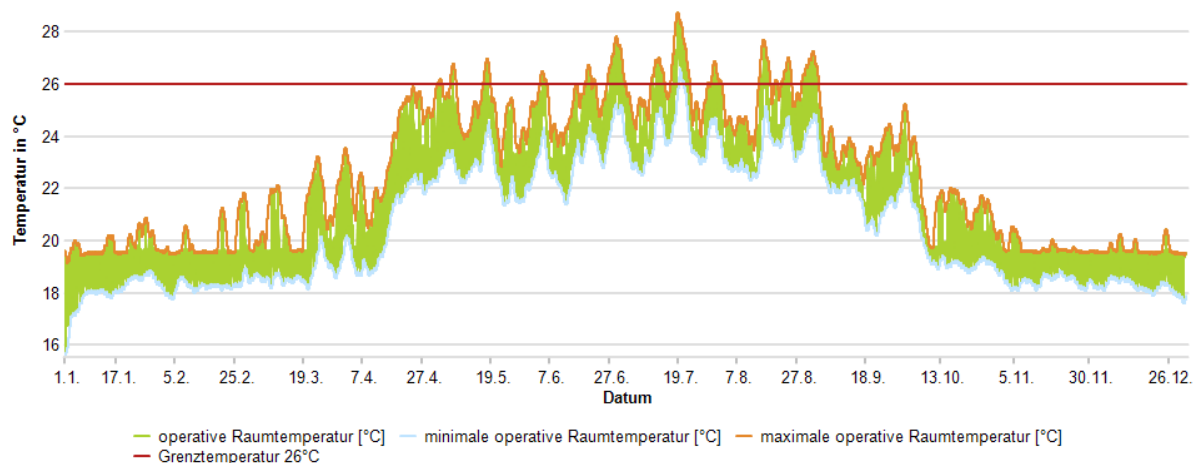
²⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

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 ¹⁾
19.7. 14 Uhr	28,7 °C
20.7. 13 Uhr	28,3 °C
29.6. 14 Uhr	27,8 °C
16.8. 14 Uhr	27,7 °C
21.7. 12 Uhr	27,6 °C

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

3.2.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh]
	$t_{a,min}^{1)}$	$t_{a,max}^{2)}$	$t_{r,min}^{3)}$	$t_{r,max}^{4)}$	$t_{op,r,min}^{5)}$	$t_{op,r,max}^{6)}$	SO ⁷⁾
1.	11,8	22,0	24,6	27,0	24,9	26,5	2.938
2.	12,5	22,2	23,2	26,4	23,7	26,0	2.149
3.	11,1	21,3	22,8	26,3	23,4	25,6	3.594
4.	9,6	17,6	22,2	25,6	22,7	25,1	2.816
5.	10,3	20,5	22,6	25,0	22,9	24,5	3.023
6.	11,6	18,4	22,3	24,0	22,6	23,7	2.333
7.	10,0	19,5	22,0	26,8	22,5	25,5	4.403
8.	10,9	24,8	22,6	26,3	22,7	25,4	4.816
9.	15,2	24,7	23,0	25,5	23,2	24,8	1.884
10.	15,9	23,4	22,9	25,5	23,0	24,8	2.828
11.	17,3	27,4	23,4	27,5	23,4	26,3	3.892
12.	18,2	30,2	24,6	27,8	24,6	26,9	3.252
13.	17,3	27,9	24,7	28,0	24,8	27,0	3.328
14.	14,4	23,2	24,1	27,2	24,5	26,6	2.410
15.	12,0	21,0	23,2	26,2	23,6	25,7	2.349
16.	11,2	23,2	23,4	26,1	23,8	25,5	3.371
17.	12,5	27,0	23,9	26,8	23,9	25,9	3.166
18.	15,9	31,9	24,4	28,3	24,5	27,3	4.069
19.	17,7	33,7	25,6	29,9	25,6	28,7	4.559
20.	18,2	26,8	26,1	29,1	26,3	28,3	2.417
21.	17,3	25,7	25,7	28,1	26,1	27,6	2.564
22.	13,5	22,5	24,8	27,0	25,2	26,7	2.542
23.	14,2	17,6	23,6	25,7	24,0	25,8	1.203
24.	13,7	20,3	23,0	24,4	23,3	24,4	1.294
25.	15,2	25,6	22,9	26,0	23,2	25,3	2.436
26.	14,9	20,2	22,6	24,5	22,9	24,2	1.929
27.	14,1	23,0	22,9	24,3	23,1	24,0	2.085
28.	17,3	29,2	23,0	26,3	23,0	25,4	2.657
29.	20,1	28,9	24,1	26,9	24,0	26,0	2.629
30.	17,6	25,5	24,4	26,7	24,5	26,1	3.023
31.	15,8	24,6	24,3	27,7	24,5	26,9	4.006

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufttemperatur des Tages

4) Höchste Raumlufttemperatur des Tages

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

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

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat Juli

Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden

3.2.5 Stundenwerte des Tages 19.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 19.7. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h ⁻¹]
von	bis	t _{außen} ¹⁾	t _{raum} ²⁾	op,raum ³⁾	t _{sol} ⁴⁾	n ⁵⁾⁶⁾
0:00	1:00	21,7	26,0	26,0	26,0	0,50
1:00	2:00	21,3	26,0	25,9	26,0	0,50
2:00	3:00	20,9	25,9	25,9	26,0	0,50
3:00	4:00	20,1	25,9	25,8	26,0	0,50
4:00	5:00	18,0	25,8	25,7	26,0	0,50
5:00	6:00	17,7	25,6	25,6	26,0	0,50
6:00	7:00	19,9	26,1	25,9	26,0	3,00
7:00	8:00	22,9	26,1	25,9	26,0	3,00
8:00	9:00	26,0	27,1	26,5	26,0	3,00
9:00	10:00	28,9	28,1	27,2	26,0	0,50
10:00	11:00	31,0	28,9	27,8	26,0	0,50
11:00	12:00	31,9	29,3	28,2	26,0	0,50
12:00	13:00	33,1	29,5	28,4	26,0	0,50
13:00	14:00	32,8	29,9	28,7	26,0	0,50
14:00	15:00	33,7	29,8	28,7	26,0	0,50
15:00	16:00	33,1	29,5	28,6	26,0	0,50
16:00	17:00	33,4	29,3	28,5	26,0	0,50
17:00	18:00	32,2	28,7	28,2	26,0	0,50
18:00	19:00	30,7	28,3	27,9	26,0	0,50
19:00	20:00	28,1	27,9	27,7	26,0	0,50
20:00	21:00	26,0	27,7	27,6	26,0	3,00
21:00	22:00	24,6	27,5	27,4	26,0	3,00
22:00	23:00	25,1	27,2	27,2	26,0	3,00
23:00	24:00	22,1	27,2	27,2	26,0	0,50

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 $n = 3 \text{ h}^{-1}$ darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufttemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.

6) Es wurde kein erhöhter Nachtluftwechsel berücksichtigt.

Grafik: Simulationsergebnisse am 19.7.

3.3 Thermische Simulation des Raumes Essen *

3.3.1 Raumdaten Essen

Nettogrundfläche:	22,8 m ²	Nutzung:	Esszimmer	
Luftvolumen:	63,9 m ³		Nutzungszeit	Nichtnutzungszeit
Fensterfläche:	22,8 m ²		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R ¹⁾ :	99,9 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

¹⁾ 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.

3.3.2 Begrenzungsflächen des Raumes Essen

	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 014	1,18	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 013	4,33	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 015	3,34	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 012	2,22	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand WSW Ref 43 Pos 008	7,21	West	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90

	Abgrenzung seitlich	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Außenwand SSO Ref 44 Pos 007	4,42	Süd	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	4,59	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	4,21	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	5,42	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an

	Zwischendecke	18,64	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	0,53	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	8,05	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	15,80	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00

	<i>Fensterdaten</i>	Fläche [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert ¹⁾ [W/m²K]	g_tot ⁵⁾
	Nische in Zwischenwand Pos 003	5,69	---	90	6,000	1,00
	Nische in Zwischenwand Pos 001	11,59	---	90	6,000	1,00
	Nische in Zwischenwand Pos 005	10,75	---	90	6,000	1,00
	Fenster in Außenwand WSW Ref 43 Pos 003	8,94	255 °	90	0,800	0,10
	<i>Sonnenschutz</i>	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet				
	Fenster in Außenwand WSW Ref 43 Pos 002	4,67	255 °	90	0,800	0,10
	<i>Sonnenschutz</i>	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet				
	Fenster in Außenwand SSO Ref 44 Pos 004	9,19	165 °	90	0,800	0,10
	<i>Sonnenschutz</i>	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet				

1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

2) Wärmeleitfähigkeit

3) Rohdichte

4) spezifische Wärmekapazität

5) Gesamtdurchlassgrad Licht

3.3.3 Simulationsergebnisse des Raumes Essen

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt ³⁾
Anforderungswert ¹⁾	1.200	✓
ermittelt ²⁾	371	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] ⁴⁾		Überschreitungshäufigkeit [h] ⁵⁾
Grenztemperatur	26	234
Grenztemperatur + 2 K	28	74
Grenztemperatur + 4 K	30	13

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.

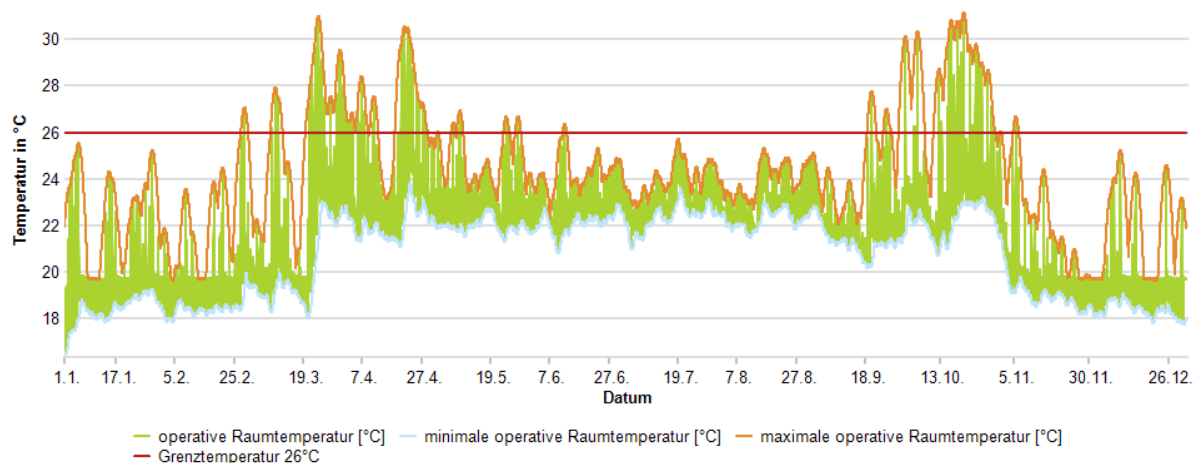
²⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

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 ¹⁾
20.10. 15 Uhr	31,1 °C
24.3. 15 Uhr	31,0 °C
16.10. 14 Uhr	30,8 °C
18.10. 14 Uhr	30,8 °C
21.4. 15 Uhr	30,5 °C

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

3.3.4 Tageswerte des Monats Oktober mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh]
	$t_{a,min}^{1)}$	$t_{a,max}^{2)}$	$t_{r,min}^{3)}$	$t_{r,max}^{4)}$	$t_{op,r,min}^{5)}$	$t_{op,r,max}^{6)}$	SO ⁷⁾
1.	11,2	23,5	21,5	32,9	21,6	30,1	19.376
2.	12,4	18,6	22,9	24,5	22,9	24,1	3.349
3.	10,5	15,9	22,3	24,2	22,4	23,8	3.093
4.	7,8	15,2	21,9	27,7	22,0	26,2	8.819
5.	8,1	15,2	22,0	33,2	22,2	30,3	14.249
6.	6,5	13,1	22,3	24,8	22,5	24,3	3.889
7.	8,0	13,0	22,1	26,1	22,2	25,2	5.771
8.	8,4	13,7	21,9	25,2	22,0	24,3	3.230
9.	9,9	13,7	21,5	23,1	21,6	22,8	1.682
10.	9,9	14,9	21,3	22,5	21,4	22,2	1.567
11.	9,3	15,5	21,0	23,1	21,1	22,6	2.709
12.	6,8	16,0	20,6	31,4	20,7	28,7	15.234
13.	5,3	13,9	21,2	28,1	21,4	26,4	10.358
14.	8,8	13,3	21,4	24,0	21,5	23,4	2.519
15.	3,0	13,9	20,8	32,7	21,0	29,9	17.996
16.	1,1	12,1	21,3	33,9	21,6	30,8	18.950
17.	0,6	11,6	21,9	30,4	22,2	28,4	13.329
18.	1,1	10,2	22,0	33,6	22,2	30,8	19.775
19.	-0,1	9,2	22,4	31,4	22,7	29,4	16.615
20.	-0,4	7,3	22,6	33,7	22,9	31,1	20.441
21.	-0,9	8,2	22,4	26,4	22,9	25,7	4.843
22.	6,1	13,1	22,7	32,1	22,9	29,7	11.144
23.	5,7	13,7	22,7	27,4	22,9	26,3	6.859
24.	6,2	16,9	22,6	32,2	22,7	29,8	10.752
25.	8,9	17,7	22,7	31,1	22,9	29,0	8.538
26.	10,4	17,0	22,8	31,1	23,0	29,0	8.954
27.	10,9	13,9	22,8	25,2	22,9	24,7	2.900
28.	7,2	14,9	22,5	30,8	22,6	28,7	9.001
29.	4,4	10,5	22,3	28,6	22,5	27,1	8.667
30.	5,2	9,5	22,2	27,4	22,3	26,2	4.966
31.	4,0	10,5	21,7	26,2	21,9	25,2	5.595

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufttemperatur des Tages

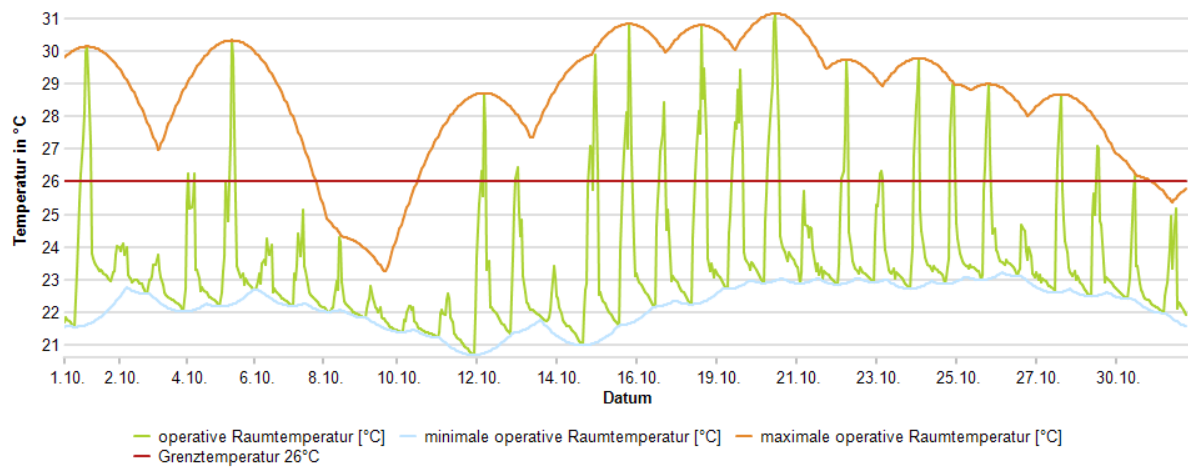
4) Höchste Raumlufttemperatur des Tages

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

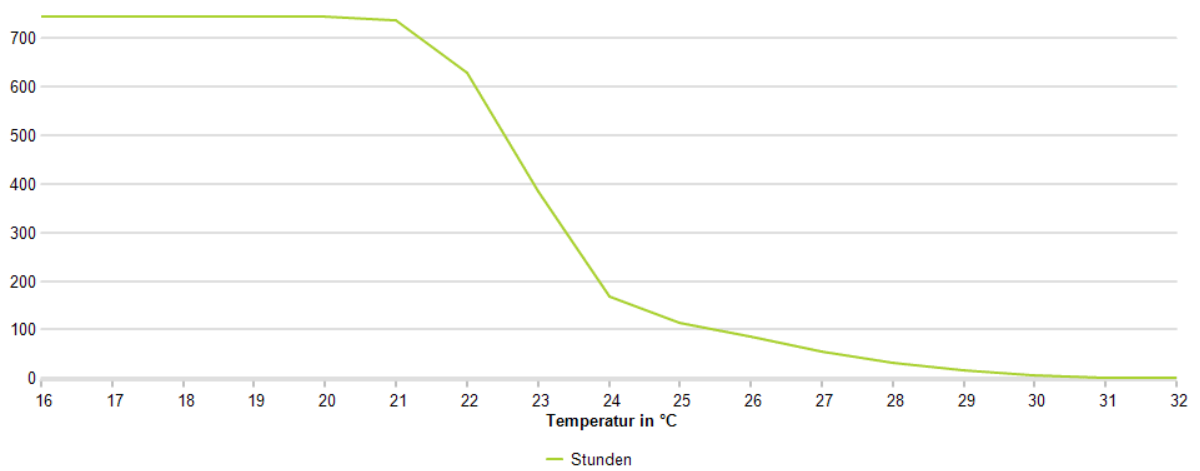
6) Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat Oktober



Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden



3.3.5 Stundenwerte des Tages 20.10. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 20.10. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h ⁻¹]
von	bis	t _{außen} ¹⁾	t _{raum} ²⁾	op,raum ³⁾	t _{soil} ⁴⁾	n ⁵⁾⁶⁾
0:00	1:00	2,3	23,2	23,5	26,0	0,50
1:00	2:00	1,9	23,1	23,4	26,0	0,50
2:00	3:00	1,7	23,0	23,3	26,0	0,50
3:00	4:00	1,1	23,0	23,2	26,0	0,50
4:00	5:00	0,8	22,9	23,2	26,0	0,50
5:00	6:00	0,2	22,8	23,1	26,0	0,50
6:00	7:00	-0,4	22,7	23,0	26,0	0,50
7:00	8:00	-0,3	22,6	22,9	26,0	0,50
8:00	9:00	1,1	25,3	24,8	26,0	3,00
9:00	10:00	3,7	26,4	25,6	26,0	3,00
10:00	11:00	5,2	27,9	26,7	26,0	3,00
11:00	12:00	6,5	28,8	27,4	26,0	3,00
12:00	13:00	7,3	30,3	28,5	26,0	3,00
13:00	14:00	7,3	30,9	29,0	26,0	3,00
14:00	15:00	7,0	33,4	30,9	26,0	3,00
15:00	16:00	6,3	33,7	31,1	26,0	3,00
16:00	17:00	5,2	32,0	30,1	26,0	3,00
17:00	18:00	3,9	28,5	27,6	26,0	3,00
18:00	19:00	3,2	23,9	24,3	26,0	3,00
19:00	20:00	2,3	23,7	24,2	26,0	3,00
20:00	21:00	1,9	23,5	24,0	26,0	3,00
21:00	22:00	1,1	23,4	23,8	26,0	3,00
22:00	23:00	0,7	23,2	23,7	26,0	3,00
23:00	24:00	0,4	23,1	23,6	26,0	0,50

1) Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt

2) Raumlufthtemperatur zum Zeitpunkt

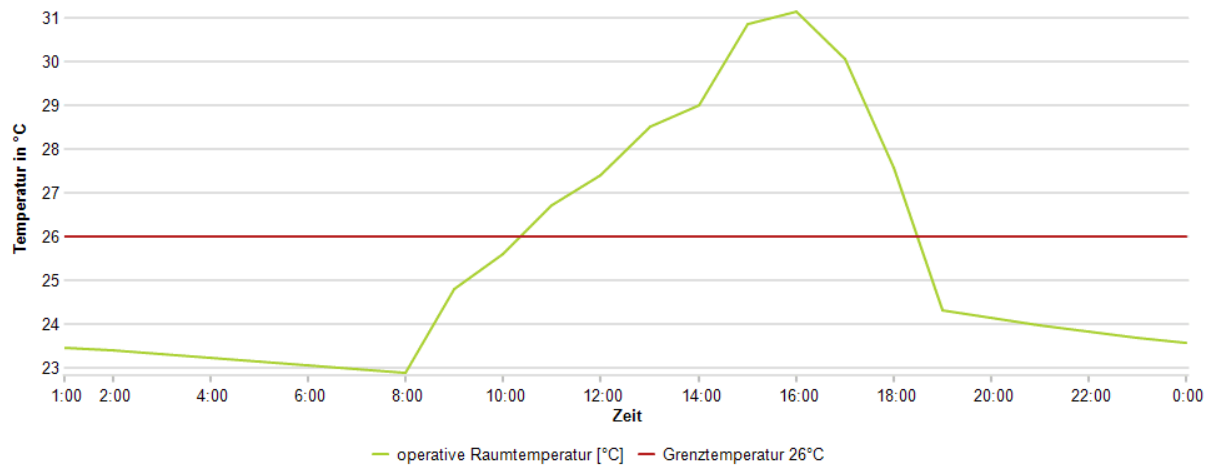
3) Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen. Grundlage für die Simulationsberechnung sind die Klimadaten der Testreferenzjahre (TRY - Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes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

4) Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufthtemperatur 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 $n = 3 \text{ h}^{-1}$ darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufthtemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.

6) Es wurde kein erhöhter Nachtlufthwechsel berücksichtigt.

Grafik: Simulationsergebnisse am 20.10.



3.4 Thermische Simulation des Raumes Kind 1 *

3.4.1 Raumdaten Kind 1

Nettogrundfläche:	13,8 m ²	Nutzung:	Kinderzimmer	
Luftvolumen:	31,4 m ³		Nutzungszeit	Nichtnutzungszeit
Fensterfläche:	4,4 m ²		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R ¹⁾ :	31,8 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

¹⁾ 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.

3.4.2 Begrenzungsflächen des Raumes Kind 1

	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Dach SSO Ref 1 Pos 001	10,95	Süd	48	0,143	zu Außenluft
	Schichten Fach (90,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾	
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900	1,00	
2	Mineralwolle	4,00	0,032	57	1,03	
3	Dampfbremsfolie	0,25	0,170	960	1,80	
4	Mineralwolle	22,00	0,032	57	1,03	
5	Unterdeckbahn	0,25	0,170	10	1,80	
6	stark belüftete Luftschicht	6,00	0,400	0	0,00	
7	Tondachziegel	3,00	1,200	2.080	0,88	
	Schichten Rahmen (10,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾	
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900	1,00	
2	Mineralwolle	4,00	0,032	57	1,03	
3	Dampfbremsfolie	0,25	0,170	960	1,80	
4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	22,00	0,130	600	2,00	
5	Unterdeckbahn	0,25	0,170	10	1,80	
6	stark belüftete Luftschicht	6,00	0,400	0	0,00	
7	Tondachziegel	3,00	1,200	2.080	0,88	
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an

	Zwischenwand Pos 006	0,82	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 005	1,72	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 009	8,96	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand SSO Ref 2 Pos 003	3,62	Süd	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	Abgrenzung seitlich	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 010	11,17	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand WSW Ref 3 Pos 004	8,69	West	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾

1	Kalk - Gipsputz	1,00	0,580	1.170	1,00	
2	Kalksandstein	17,50	1,100	2.000	1,00	
3	Dämmung	16,00	0,032	57	1,03	
4	schwach belüftete Luftschicht	2,00	0,400	0	0,00	
5	Klinker	11,50	0,960	2.000	0,90	
	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	18,64	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾	
1	Estrich	6,00	1,400	2.000	1,05	
2	Tackerplatte	2,00	0,045	30	1,40	
3	Dämmung	6,00	0,035	20	1,45	
4	Dämmung	6,00	0,035	20	1,45	
5	Abdichtung/Trennung	0,15	0,170	1.050	1,00	
6	Beton	22,00	2,300	2.300	1,00	
	Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	10,58	---	0	0,150	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (90,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾	
1	Rauspund	2,20	0,130	600	2,00	
2	Mineralwolle	24,00	0,032	57	1,03	
3	Dampfbremsfolie	0,25	0,170	960	1,80	
4	ruhende Luftschicht	3,00	0,000	0	1,01	
5	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900	1,00	
	Schichten Rahmen (10,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾	
1	Rauspund	2,20	0,130	600	2,00	
2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	24,00	0,130	600	2,00	
3	Dampfbremsfolie	0,25	0,170	960	1,80	
4	ruhende Luftschicht	3,00	0,000	0	1,01	
5	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900	1,00	
	Fensterdaten	Fläche [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert¹⁾ [W/m²K]	g_tot⁵⁾
	Tür in Zwischenwand Pos 003	1,89	---	90	2,000	0,00
	Dachflächenfenster in Dach SSO Ref 1 Pos 004	1,09	165 °	48	1,000	0,50
	Fenster in Außenwand WSW Ref 3 Pos 005	3,30	255 °	90	0,800	0,10
	Sonnenschutz	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet				

1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

2) Wärmeleitfähigkeit

3) Rohdichte

4) spezifische Wärmekapazität

5) Gesamtdurchlassgrad Licht

3.4.3 Simulationsergebnisse des Raumes Kind 1

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt ³⁾
Anforderungswert ¹⁾	1.200	✓
ermittelt ²⁾	0	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] ⁴⁾		Überschreitungshäufigkeit [h] ⁵⁾
Grenztemperatur	26	0
Grenztemperatur + 2 K	28	0
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.

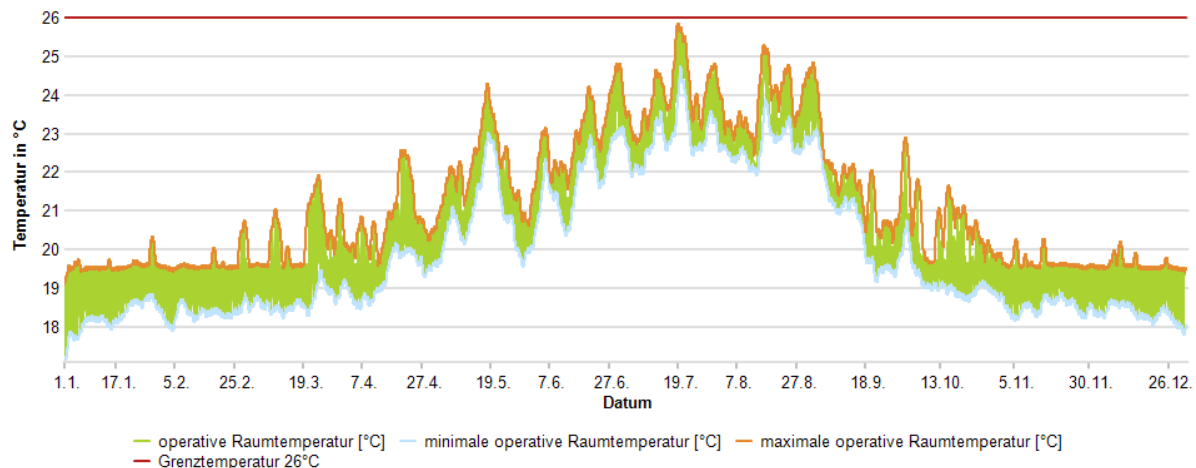
²⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

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 ¹⁾
19.7. 16 Uhr	25,8 °C
20.7. 13 Uhr	25,7 °C
21.7. 17 Uhr	25,5 °C
16.8. 14 Uhr	25,3 °C
17.8. 15 Uhr	25,2 °C

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

3.4.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh]
	$t_{a,min}^{1)}$	$t_{a,max}^{2)}$	$t_{r,min}^{3)}$	$t_{r,max}^{4)}$	$t_{op,r,min}^{5)}$	$t_{op,r,max}^{6)}$	
1.	11,8	22,0	22,7	24,3	23,0	24,0	1.741
2.	12,5	22,2	22,4	23,8	22,7	23,6	1.144
3.	11,1	21,3	22,4	24,1	22,6	23,6	1.869
4.	9,6	17,6	21,4	23,4	21,9	23,1	1.393
5.	10,3	20,5	22,0	23,4	22,0	23,0	1.493
6.	11,6	18,4	22,1	23,2	22,1	22,9	1.351
7.	10,0	19,5	21,9	23,5	22,0	23,0	2.009
8.	10,9	24,8	21,9	24,2	22,0	23,6	2.610
9.	15,2	24,7	22,5	23,5	22,6	23,2	1.002
10.	15,9	23,4	22,5	23,9	22,5	23,5	1.674
11.	17,3	27,4	22,7	24,5	22,6	24,0	1.807
12.	18,2	30,2	23,4	25,3	23,3	24,6	1.672
13.	17,3	27,9	23,1	25,0	23,2	24,5	1.677
14.	14,4	23,2	22,9	24,6	23,2	24,3	1.359
15.	12,0	21,0	22,2	24,1	22,6	23,8	1.375
16.	11,2	23,2	22,5	24,2	22,7	23,7	1.952
17.	12,5	27,0	22,8	24,4	22,8	23,9	1.627
18.	15,9	31,9	22,9	25,4	22,9	24,9	2.241
19.	17,7	33,7	23,8	26,5	23,8	25,8	2.502
20.	18,2	26,8	24,4	26,3	24,6	25,7	1.401
21.	17,3	25,7	24,2	25,9	24,3	25,5	1.613
22.	13,5	22,5	23,3	24,9	23,7	24,8	1.422
23.	14,2	17,6	22,6	24,1	22,9	24,1	708
24.	13,7	20,3	22,1	23,6	22,4	23,4	810
25.	15,2	25,6	22,3	24,6	22,6	24,0	1.579
26.	14,9	20,2	22,7	23,6	22,7	23,3	1.187
27.	14,1	23,0	22,6	23,6	22,6	23,3	1.335
28.	17,3	29,2	22,7	24,6	22,7	24,0	1.717
29.	20,1	28,9	23,3	25,1	23,3	24,5	1.500
30.	17,6	25,5	23,5	25,2	23,5	24,7	1.775
31.	15,8	24,6	23,0	25,4	23,3	24,8	2.135

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufttemperatur des Tages

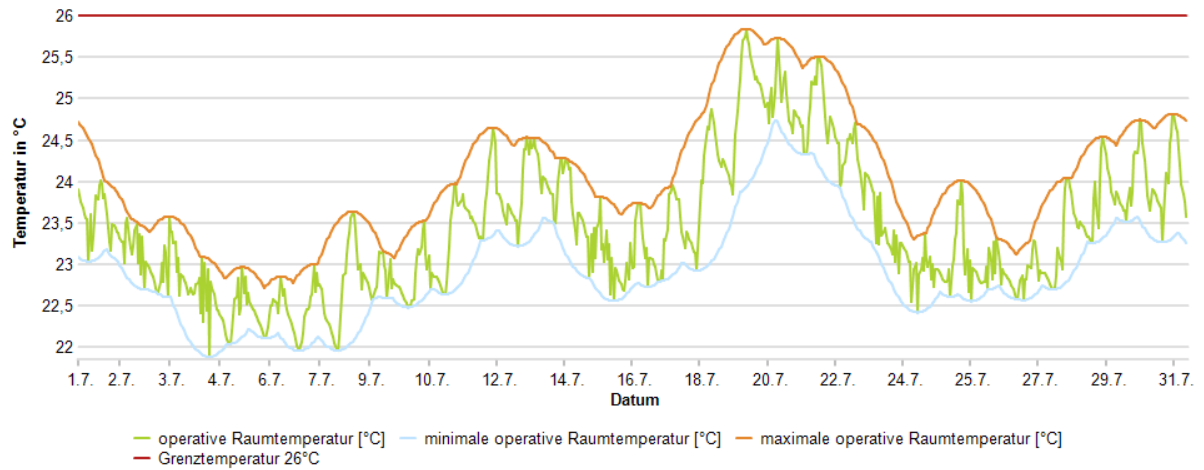
4) Höchste Raumlufttemperatur des Tages

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

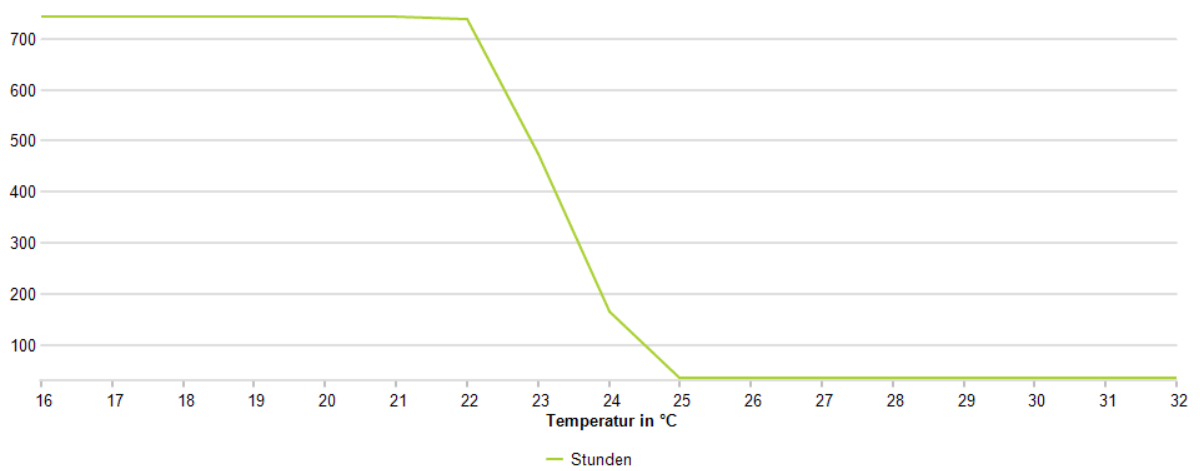
6) Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat Juli



Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden



3.4.5 Stundenwerte des Tages 19.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 19.7. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h ⁻¹]
von	bis	t _{außen} ¹⁾	t _{raum} ²⁾	op,raum ³⁾	t _{sol} ⁴⁾	n ⁵⁾⁶⁾
0:00	1:00	21,7	24,4	24,3	26,0	0,50
1:00	2:00	21,3	24,3	24,2	26,0	0,50
2:00	3:00	20,9	24,3	24,2	26,0	0,50
3:00	4:00	20,1	24,2	24,1	26,0	0,50
4:00	5:00	18,0	24,2	24,1	26,0	0,50
5:00	6:00	17,7	24,0	24,0	26,0	0,50
6:00	7:00	19,9	24,0	24,0	26,0	3,00
7:00	8:00	22,9	23,8	23,8	26,0	3,00
8:00	9:00	26,0	24,4	24,2	26,0	0,50
9:00	10:00	28,9	25,0	24,6	26,0	0,50
10:00	11:00	31,0	25,4	24,9	26,0	0,50
11:00	12:00	31,9	25,7	25,1	26,0	0,50
12:00	13:00	33,1	25,9	25,2	26,0	0,50
13:00	14:00	32,8	26,3	25,5	26,0	0,50
14:00	15:00	33,7	26,4	25,7	26,0	0,50
15:00	16:00	33,1	26,4	25,7	26,0	0,50
16:00	17:00	33,4	26,5	25,8	26,0	0,50
17:00	18:00	32,2	26,2	25,7	26,0	0,50
18:00	19:00	30,7	26,1	25,7	26,0	0,50
19:00	20:00	28,1	25,8	25,5	26,0	0,50
20:00	21:00	26,0	25,6	25,4	26,0	0,50
21:00	22:00	24,6	25,5	25,3	26,0	3,00
22:00	23:00	25,1	25,3	25,2	26,0	3,00
23:00	24:00	22,1	25,4	25,3	26,0	0,50

¹⁾ Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt

²⁾ Raumlufthtemperatur zum Zeitpunkt

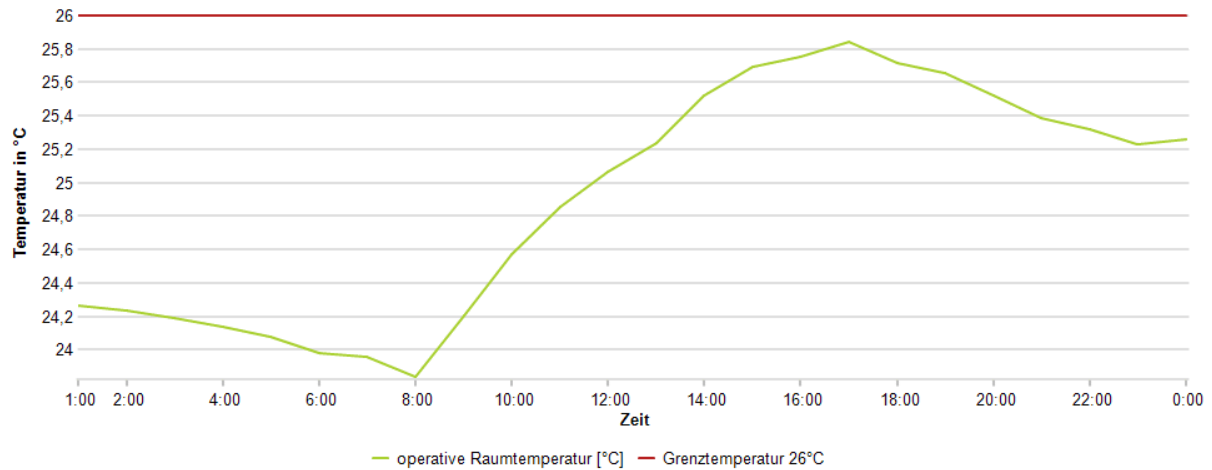
³⁾ Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen. Grundlage für die Simulationsberechnung sind die Klimadaten der Testreferenzjahre (TRY - Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

⁴⁾ Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufthtemperatur 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 $n = 3 \text{ h}^{-1}$ darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufthtemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.

⁶⁾ Es wurde kein erhöhter Nachtluftwechsel berücksichtigt.

Grafik: Simulationsergebnisse am 19.7.



3.5 Thermische Simulation des Raumes Kind 2 *

3.5.1 Raumdaten Kind 2

Nettogrundfläche:	13,9 m ²	Nutzung:	Kinderzimmer	
Luftvolumen:	32,0 m ³		Nutzungszeit	Nichtnutzungszeit
Fensterfläche:	4,4 m ²		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R ¹⁾ :	31,6 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

¹⁾ 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.

3.5.2 Begrenzungsflächen des Raumes Kind 2

	Abgrenzung horizontal	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Dach NNW Ref 4 Pos 001	10,31	Nord	48	0,143	zu Außenluft
	Schichten Fach (90,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾	
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900	1,00	
2	Mineralwolle	4,00	0,032	57	1,03	
3	Dampfbremsfolie	0,25	0,170	960	1,80	
4	Mineralwolle	22,00	0,032	57	1,03	
5	Unterdeckbahn	0,25	0,170	10	1,80	
6	stark belüftete Luftschicht	6,00	0,400	0	0,00	
7	Tondachziegel	3,00	1,200	2.080	0,88	
	Schichten Rahmen (10,00 %)	Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾	
1	Gipskartonplatten	1,25	0,250	900	1,00	
2	Mineralwolle	4,00	0,032	57	1,03	
3	Dampfbremsfolie	0,25	0,170	960	1,80	
4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	22,00	0,130	600	2,00	
5	Unterdeckbahn	0,25	0,170	10	1,80	
6	stark belüftete Luftschicht	6,00	0,400	0	0,00	
7	Tondachziegel	3,00	1,200	2.080	0,88	
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an

	Zwischenwand Pos 007	2,94	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 006	3,93	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 008	8,49	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand NNW Ref 5 Pos 001	3,43	Nord	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand WSW Ref 6 Pos 004	11,00	West	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an

	Zwischenwand Pos 009	8,96	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	13,65	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	5,42	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	11,44	---	0	0,150	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (90,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Rauspund		2,20	0,130	600	2,00
2	Mineralwolle		24,00	0,032	57	1,03
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	ruhende Luftschicht		3,00	0,000	0	1,01
5	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00
	Schichten Rahmen (10,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Rauspund		2,20	0,130	600	2,00
2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		24,00	0,130	600	2,00
3	Dampfbremsfolie		0,25	0,170	960	1,80
4	ruhende Luftschicht		3,00	0,000	0	1,01
5	Gipskartonplatten		1,25	0,250	900	1,00

	Fensterdaten	Fläche [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert ¹⁾ [W/m²K]	g_tot ⁵⁾
	Tür in Zwischenwand Pos 002	1,89	---	90	2,000	0,00
	Dachflächenfenster in Dach NNW Ref 4 Pos 008	1,09	345 °	48	1,000	0,50
	Fenster in Außenwand WSW Ref 6 Pos 004	3,30	255 °	90	0,800	0,10
	Sonnenschutz	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet				

¹⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

²⁾ Wärmeleitfähigkeit

³⁾ Rohdichte

⁴⁾ spezifische Wärmekapazität

⁵⁾ Gesamtdurchlassgrad Licht

3.5.3 Simulationsergebnisse des Raumes Kind 2

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt ³⁾
Anforderungswert ¹⁾	1.200	✓
ermittelt ²⁾	0	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] ⁴⁾		Überschreitungshäufigkeit [h] ⁵⁾
Grenztemperatur	26	0
Grenztemperatur + 2 K	28	0
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.

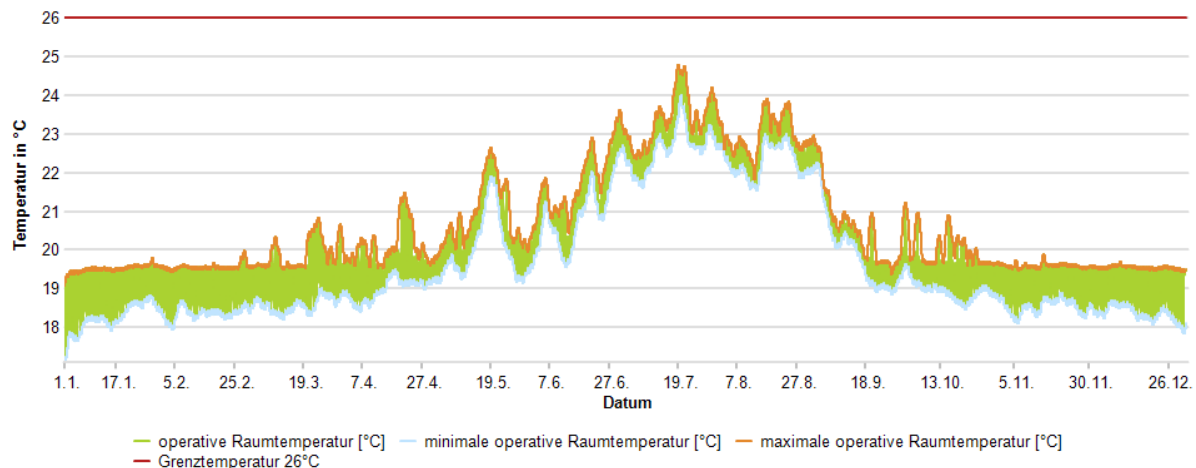
²⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

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 Raumlufthtemperatur 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 Raumlufthtemperatur 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 Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

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

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

Die folgende Tabelle zeigt die 5 wärmsten Tage im Jahr.

Tag / Uhrzeit	Operative Raumtemperatur ¹⁾
19.7. 18 Uhr	24,8 °C
21.7. 18 Uhr	24,7 °C
20.7. 18 Uhr	24,6 °C
18.7. 17 Uhr	24,2 °C
30.7. 17 Uhr	24,2 °C

¹⁾ Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

3.5.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh]
	$t_{a,min}^{1)}$	$t_{a,max}^{2)}$	$t_{r,min}^{3)}$	$t_{r,max}^{4)}$	$t_{op,r,min}^{5)}$	$t_{op,r,max}^{6)}$	
1.	11,8	22,0	22,5	23,4	22,5	23,2	1.519
2.	12,5	22,2	22,0	23,4	22,3	23,1	1.129
3.	11,1	21,3	22,1	23,2	22,2	22,9	1.262
4.	9,6	17,6	22,1	22,8	22,1	22,6	1.310
5.	10,3	20,5	21,7	22,7	21,8	22,4	1.109
6.	11,6	18,4	21,7	22,9	21,8	22,6	1.345
7.	10,0	19,5	21,6	22,9	21,7	22,5	1.587
8.	10,9	24,8	21,5	23,3	21,6	22,8	1.515
9.	15,2	24,7	22,0	22,8	22,0	22,5	923
10.	15,9	23,4	22,0	23,2	22,0	22,8	1.270
11.	17,3	27,4	22,2	23,4	22,2	23,1	1.012
12.	18,2	30,2	22,6	24,0	22,6	23,6	1.144
13.	17,3	27,9	22,8	24,1	22,8	23,7	1.117
14.	14,4	23,2	22,4	23,8	22,7	23,5	1.196
15.	12,0	21,0	22,5	23,5	22,6	23,2	1.256
16.	11,2	23,2	22,3	23,7	22,4	23,4	1.589
17.	12,5	27,0	22,5	23,8	22,5	23,4	1.251
18.	15,9	31,9	22,8	24,7	22,8	24,2	1.495
19.	17,7	33,7	23,3	25,3	23,3	24,8	1.450
20.	18,2	26,8	23,8	24,9	23,9	24,6	1.170
21.	17,3	25,7	23,6	25,1	23,7	24,7	1.371
22.	13,5	22,5	22,8	24,3	23,1	24,1	1.197
23.	14,2	17,6	22,4	23,5	22,7	23,5	701
24.	13,7	20,3	22,7	23,3	22,7	23,1	785
25.	15,2	25,6	22,4	24,1	22,6	23,6	1.343
26.	14,9	20,2	22,6	23,3	22,6	23,1	1.074
27.	14,1	23,0	22,4	23,6	22,5	23,3	1.377
28.	17,3	29,2	22,6	24,1	22,6	23,6	1.274
29.	20,1	28,9	23,1	24,3	23,0	23,9	1.030
30.	17,6	25,5	23,1	24,6	23,1	24,2	1.383
31.	15,8	24,6	22,6	24,2	22,9	23,9	985

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufttemperatur des Tages

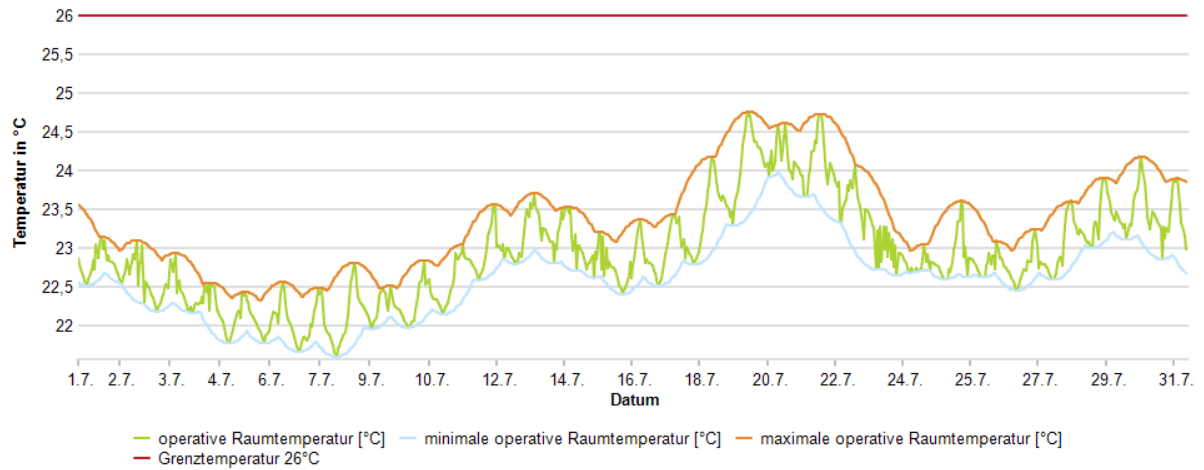
4) Höchste Raumlufttemperatur des Tages

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

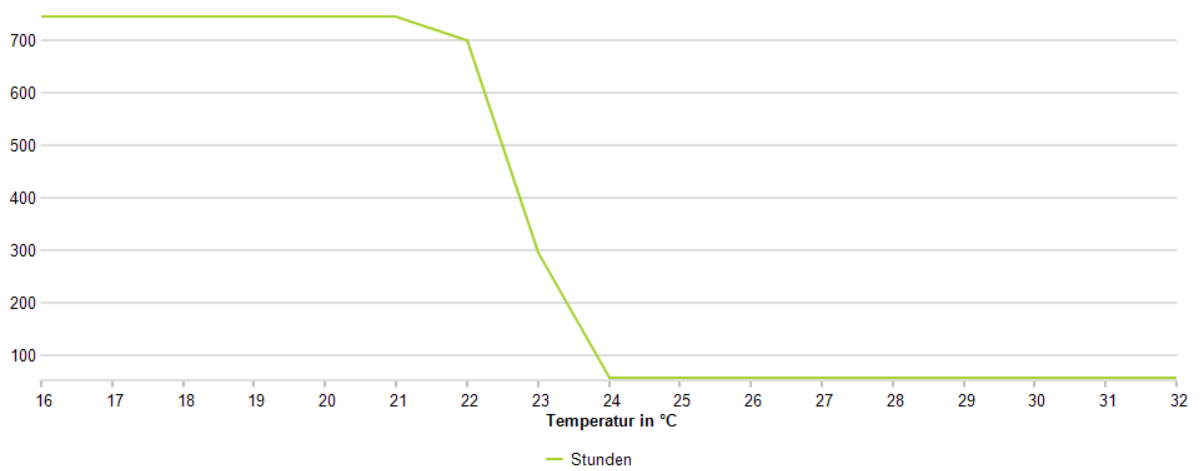
6) Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat Juli



Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden



3.5.5 Stundenwerte des Tages 19.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 19.7. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h ⁻¹]
von	bis	t _{außen} ¹⁾	t _{raum} ²⁾	op,raum ³⁾	t _{sol} ⁴⁾	n ⁵⁾⁶⁾
0:00	1:00	21,7	23,8	23,7	26,0	0,50
1:00	2:00	21,3	23,7	23,6	26,0	0,50
2:00	3:00	20,9	23,7	23,6	26,0	0,50
3:00	4:00	20,1	23,6	23,6	26,0	0,50
4:00	5:00	18,0	23,6	23,5	26,0	0,50
5:00	6:00	17,7	23,5	23,4	26,0	0,50
6:00	7:00	19,9	23,6	23,5	26,0	3,00
7:00	8:00	22,9	23,3	23,3	26,0	3,00
8:00	9:00	26,0	23,6	23,5	26,0	0,50
9:00	10:00	28,9	23,8	23,6	26,0	0,50
10:00	11:00	31,0	24,0	23,7	26,0	0,50
11:00	12:00	31,9	24,2	23,8	26,0	0,50
12:00	13:00	33,1	24,3	24,0	26,0	0,50
13:00	14:00	32,8	24,5	24,1	26,0	0,50
14:00	15:00	33,7	24,8	24,3	26,0	0,50
15:00	16:00	33,1	25,0	24,5	26,0	0,50
16:00	17:00	33,4	25,3	24,7	26,0	0,50
17:00	18:00	32,2	25,2	24,7	26,0	0,50
18:00	19:00	30,7	25,2	24,8	26,0	0,50
19:00	20:00	28,1	25,1	24,7	26,0	0,50
20:00	21:00	26,0	24,7	24,5	26,0	0,50
21:00	22:00	24,6	24,6	24,4	26,0	0,50
22:00	23:00	25,1	24,5	24,4	26,0	0,50
23:00	24:00	22,1	24,5	24,4	26,0	0,50

¹⁾ Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt

²⁾ Raumlufthtemperatur zum Zeitpunkt

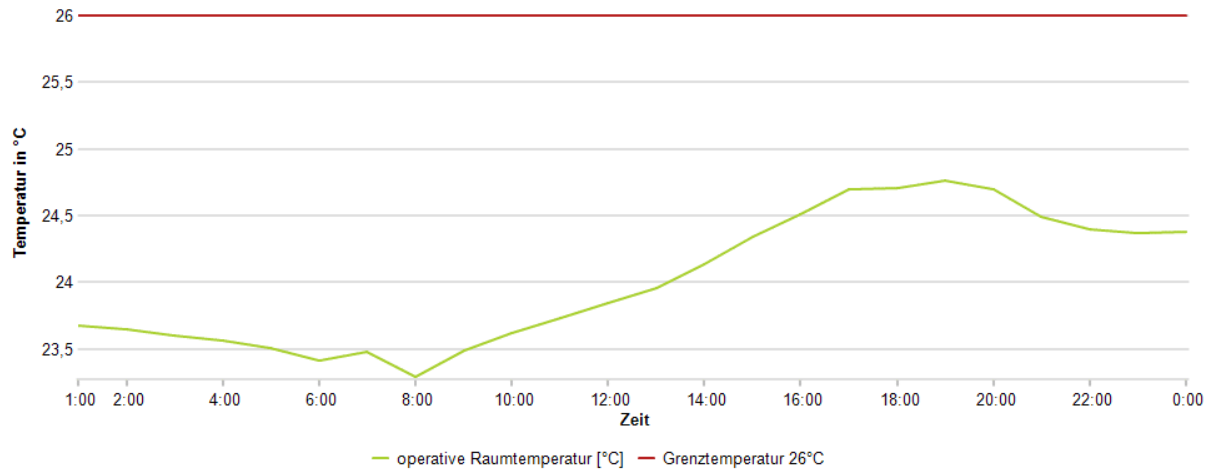
³⁾ Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen. Grundlage für die Simulationsberechnung sind die Klimadaten der Testreferenzjahre (TRY - Test Reference Year) des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

⁴⁾ Grenztemperatur: Für die Klimaregion gültige operative Rauminnentemperatur (Mittelwert aus Raumlufthtemperatur 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 $n = 3 \text{ h}^{-1}$ darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufthtemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.

⁶⁾ Es wurde kein erhöhter Nachtlufthwechsel berücksichtigt.

Grafik: Simulationsergebnisse am 19.7.



3.6 Thermische Simulation des Raumes Kochen *

3.6.1 Raumdaten Kochen

Nettogrundfläche:	12,7 m ²	Nutzung:	Küche	
Luftvolumen:	35,6 m ³		Nutzungszeit	Nichtnutzungszeit
Fensterfläche:	7,4 m ²		tgl. 0:00 - 24:00 Uhr	-/-
Anteil F/R ¹⁾ :	57,9 %	Raum-Solltemperatur:	20 °C	-/-

¹⁾ 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.

3.6.2 Begrenzungsflächen des Raumes Kochen

Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
Außenwand WSW Ref 39 Pos 008	5,85	West	90	0,180	zu Außenluft
Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1 Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2 Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3 Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4 schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5 Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an
Zwischenwand Pos 013	4,33	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1 Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2 Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3 Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
Abgrenzung seitlich	A [m ²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m ² K] ¹⁾	grenzt an

	Zwischenwand Pos 011	8,49	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischenwand Pos 011	1,37	---	90	2,506	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		11,50	1,100	2.000	1,00
3	Innenputz		1,00	0,580	1.170	1,00
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand ONO Ref 40 Pos 002	2,82	Ost	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	<i>Abgrenzung seitlich</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Außenwand NNW Ref 41 Pos 001	15,41	Nord	90	0,180	zu Außenluft
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Kalk - Gipsputz		1,00	0,580	1.170	1,00
2	Kalksandstein		17,50	1,100	2.000	1,00
3	Dämmung		16,00	0,032	57	1,03
4	schwach belüftete Luftschicht		2,00	0,400	0	0,00
5	Klinker		11,50	0,960	2.000	0,90
	<i>Abgrenzung horizontal</i>	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K] ¹⁾	grenzt an
	Zwischendecke	0,98	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen
	Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)] ²⁾	ρ [kg/m ³] ³⁾	c [kJ/kgK] ⁴⁾
1	Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05
2	Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40
3	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
4	Dämmung		6,00	0,035	20	1,45
5	Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00
6	Beton		22,00	2,300	2.300	1,00

Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an	
Zwischendecke	15,95	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen	
Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾	
1 Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05	
2 Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40	
3 Dämmung		6,00	0,035	20	1,45	
4 Dämmung		6,00	0,035	20	1,45	
5 Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00	
6 Beton		22,00	2,300	2.300	1,00	
Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an	
Zwischendecke	13,65	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen	
Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾	
1 Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05	
2 Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40	
3 Dämmung		6,00	0,035	20	1,45	
4 Dämmung		6,00	0,035	20	1,45	
5 Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00	
6 Beton		22,00	2,300	2.300	1,00	
Abgrenzung horizontal	A [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert [W/m²K]¹⁾	grenzt an	
Zwischendecke	4,03	---	0	0,229	zu thermisch ähnlichen beheizten Bereichen	
Schichten Fach (100,00 %)		Dicke [cm]	λ [W/(mK)]²⁾	ρ [kg/m³]³⁾	c [kJ/kgK]⁴⁾	
1 Estrich		6,00	1,400	2.000	1,05	
2 Tackerplatte		2,00	0,045	30	1,40	
3 Dämmung		6,00	0,035	20	1,45	
4 Dämmung		6,00	0,035	20	1,45	
5 Abdichtung/Trennung		0,15	0,170	1.050	1,00	
6 Beton		22,00	2,300	2.300	1,00	
Fensterdaten	Fläche [m²]	Orientierung	Neigung [°]	U-Wert¹⁾ [W/m²K]	g_tot⁵⁾	
Fenster in Außenwand WSW Ref 39 Pos 002	5,49	255 °	90	0,800	0,10	
Sonnenschutz	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet					
Nische in Zwischenwand Pos 001	11,59	---	90	6,000	1,00	
Fenster in Außenwand NNW Ref 41 Pos 010	1,87	345 °	90	0,800	0,10	
Sonnenschutz	Außenliegend: drehbare Lamellen, hinterlüftet					

¹⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils

- 2) Wärmeleitfähigkeit
- 3) Rohdichte
- 4) spezifische Wärmekapazität
- 5) Gesamtdurchlassgrad Licht

3.6.3 Simulationsergebnisse des Raumes Kochen

Einhaltung des Sommerlichen Wärmeschutzes gem. 4108-2

Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		Mindestanforderung erfüllt ³⁾
Anforderungswert ¹⁾	1.200	✓
ermittelt ²⁾	0	
Grenztemperatur der operativen Rauminnentemperatur [°C] ⁴⁾		Überschreitungshäufigkeit [h] ⁵⁾
Grenztemperatur	26	0
Grenztemperatur + 2 K	28	0
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.

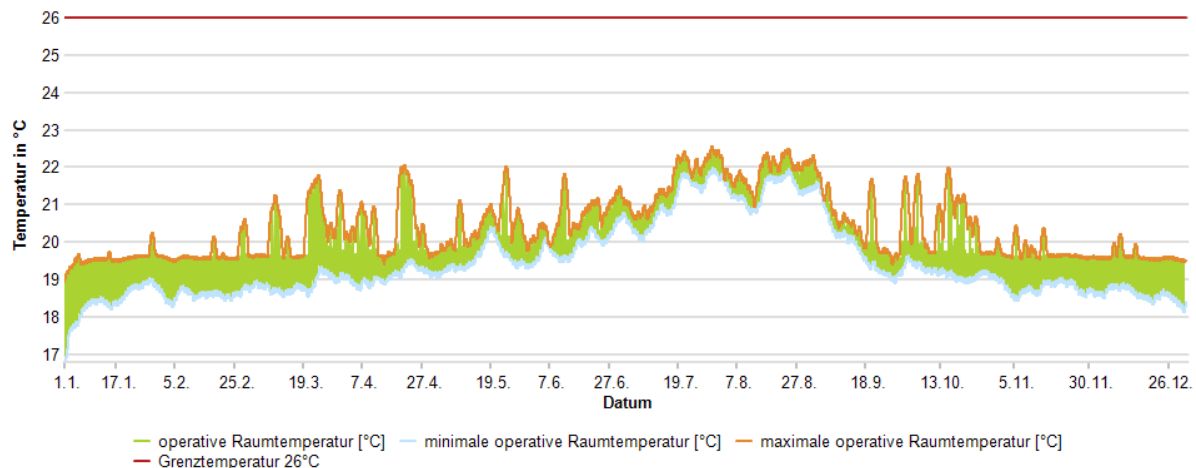
²⁾ Überschreitungshäufigkeit: Anzahl der Stunden über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr.

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 ¹⁾
30.7. 17 Uhr	22,5 °C
24.8. 15 Uhr	22,5 °C
23.8. 17 Uhr	22,5 °C
31.7. 17 Uhr	22,5 °C
1.8. 17 Uhr	22,5 °C

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

3.6.4 Tageswerte des Monats Juli mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Tag	Temperaturen [C°]						Sonneneintrag [Wh] SO ⁷⁾
	t _{a,min} ¹⁾	t _{a,max} ²⁾	t _{r,min} ³⁾	t _{r,max} ⁴⁾	t _{op,r,min} ⁵⁾	t _{op,r,max} ⁶⁾	
1.	11,8	22,0	20,5	21,4	20,6	21,2	818
2.	12,5	22,2	20,6	21,3	20,7	21,1	579
3.	11,1	21,3	20,4	21,3	20,5	21,1	547
4.	9,6	17,6	20,4	20,9	20,4	20,8	772
5.	10,3	20,5	20,2	20,9	20,2	20,7	429
6.	11,6	18,4	20,2	21,1	20,2	20,8	765
7.	10,0	19,5	20,0	21,1	20,1	20,8	942
8.	10,9	24,8	19,9	21,4	20,0	21,0	860
9.	15,2	24,7	20,2	20,9	20,2	20,6	441
10.	15,9	23,4	20,3	21,3	20,3	20,9	680
11.	17,3	27,4	20,4	21,3	20,4	21,0	375
12.	18,2	30,2	20,6	21,6	20,6	21,3	464
13.	17,3	27,9	20,8	21,7	20,7	21,4	456
14.	14,4	23,2	21,0	21,6	20,9	21,4	614
15.	12,0	21,0	20,7	21,5	20,8	21,3	701
16.	11,2	23,2	20,6	21,8	20,7	21,5	887
17.	12,5	27,0	20,7	21,7	20,7	21,4	545
18.	15,9	31,9	20,9	22,5	20,9	22,0	811
19.	17,7	33,7	21,3	22,8	21,2	22,3	858
20.	18,2	26,8	21,6	22,6	21,6	22,3	627
21.	17,3	25,7	21,8	22,8	21,7	22,4	805
22.	13,5	22,5	21,7	22,5	21,7	22,3	601
23.	14,2	17,6	21,7	22,0	21,7	21,9	411
24.	13,7	20,3	21,5	22,1	21,5	21,9	483
25.	15,2	25,6	21,5	22,6	21,5	22,2	835
26.	14,9	20,2	21,5	22,1	21,4	21,9	627
27.	14,1	23,0	21,3	22,4	21,3	22,0	894
28.	17,3	29,2	21,5	22,7	21,5	22,2	872
29.	20,1	28,9	21,8	22,8	21,7	22,4	577
30.	17,6	25,5	21,8	22,9	21,8	22,5	839
31.	15,8	24,6	21,8	22,8	21,8	22,5	551

1) Niedrigste Außenlufttemperatur des Tages

2) Höchste Außenlufttemperatur des Tages

3) Niedrigste Raumlufttemperatur des Tages

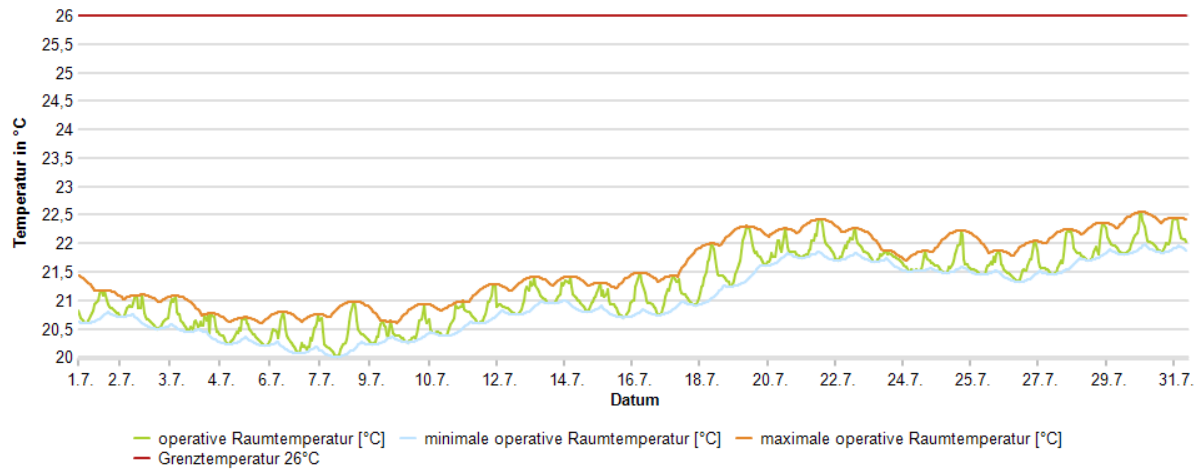
4) Höchste Raumlufttemperatur des Tages

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

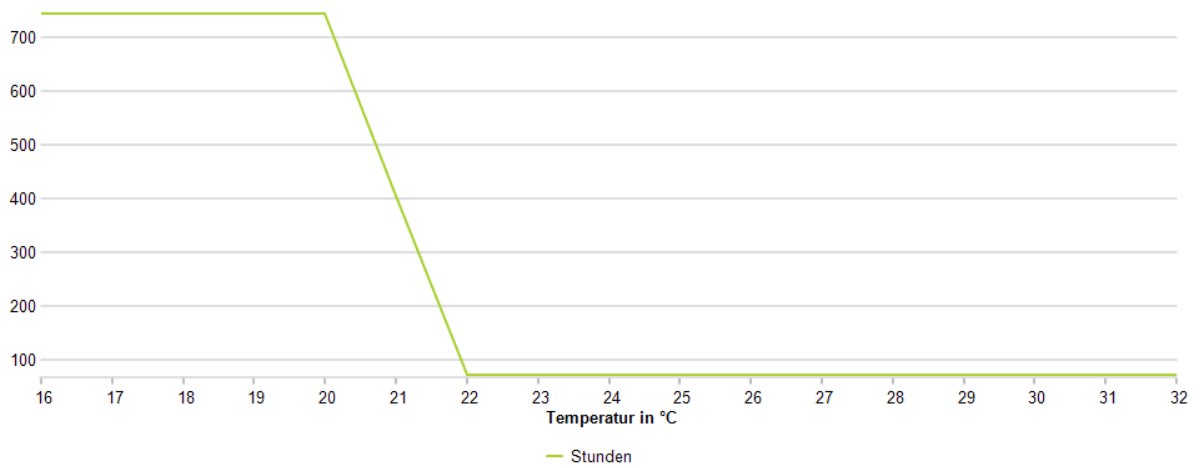
6) Höchste operative Raumtemperatur des Tages: Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenmäßig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen.

7) Sonneneintrag des Tages

Grafik: Simulationsergebnisse im Monat Juli



Grafik: Häufigkeitsverteilung der operativen Raumtemperatur in Stunden



3.6.5 Stundenwerte des Tages 30.7. mit der höchsten operativen Raumtemperatur

Die Simulation hat ergeben, dass der 30.7. der Tag mit den höchsten operativen Raumtemperaturen ist.

Uhrzeit		Temperaturen [°C]				Luftwechsel [h ⁻¹]
von	bis	t _{außen} ¹⁾	t _{raum} ²⁾	op,raum ³⁾	t _{soil} ⁴⁾	n ⁵⁾⁶⁾
0:00	1:00	20,2	22,0	21,9	26,0	0,50
1:00	2:00	19,3	22,0	21,9	26,0	0,50
2:00	3:00	18,8	21,9	21,9	26,0	0,50
3:00	4:00	18,5	21,9	21,9	26,0	0,50
4:00	5:00	18,3	21,9	21,8	26,0	0,50
5:00	6:00	19,2	21,8	21,8	26,0	0,50
6:00	7:00	19,6	21,9	21,8	26,0	0,50
7:00	8:00	20,8	21,9	21,8	26,0	0,50
8:00	9:00	22,0	21,9	21,9	26,0	0,50
9:00	10:00	21,5	22,0	21,9	26,0	0,50
10:00	11:00	22,3	22,1	22,0	26,0	0,50
11:00	12:00	24,4	22,2	22,0	26,0	0,50
12:00	13:00	24,2	22,3	22,1	26,0	0,50
13:00	14:00	24,0	22,4	22,1	26,0	0,50
14:00	15:00	24,4	22,4	22,2	26,0	0,50
15:00	16:00	25,5	22,5	22,3	26,0	0,50
16:00	17:00	24,9	22,9	22,5	26,0	0,50
17:00	18:00	23,2	22,9	22,5	26,0	0,50
18:00	19:00	22,2	22,7	22,4	26,0	0,50
19:00	20:00	21,0	22,5	22,3	26,0	0,50
20:00	21:00	19,2	22,3	22,2	26,0	0,50
21:00	22:00	18,8	22,1	22,0	26,0	0,50
22:00	23:00	18,4	22,1	22,0	26,0	0,50
23:00	24:00	17,6	22,1	22,0	26,0	0,50

¹⁾ Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt

²⁾ Raumlufthtemperatur zum Zeitpunkt

³⁾ Operative Raumtemperatur zum Zeitpunkt: Mittelwert aus Raumlufthtemperatur 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 Raumlufthtemperatur 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 $n = 3 \text{ h}^{-1}$ darf von 6:00 bis 23:00 Uhr angewendet werden, wenn die Raumlufthtemperatur 23 °C überschreitet und über der Außenlufttemperatur liegt.

⁶⁾ Es wurde kein erhöhter Nachtlufthwechsel berücksichtigt.

Grafik: Simulationsergebnisse am 30.7.

