

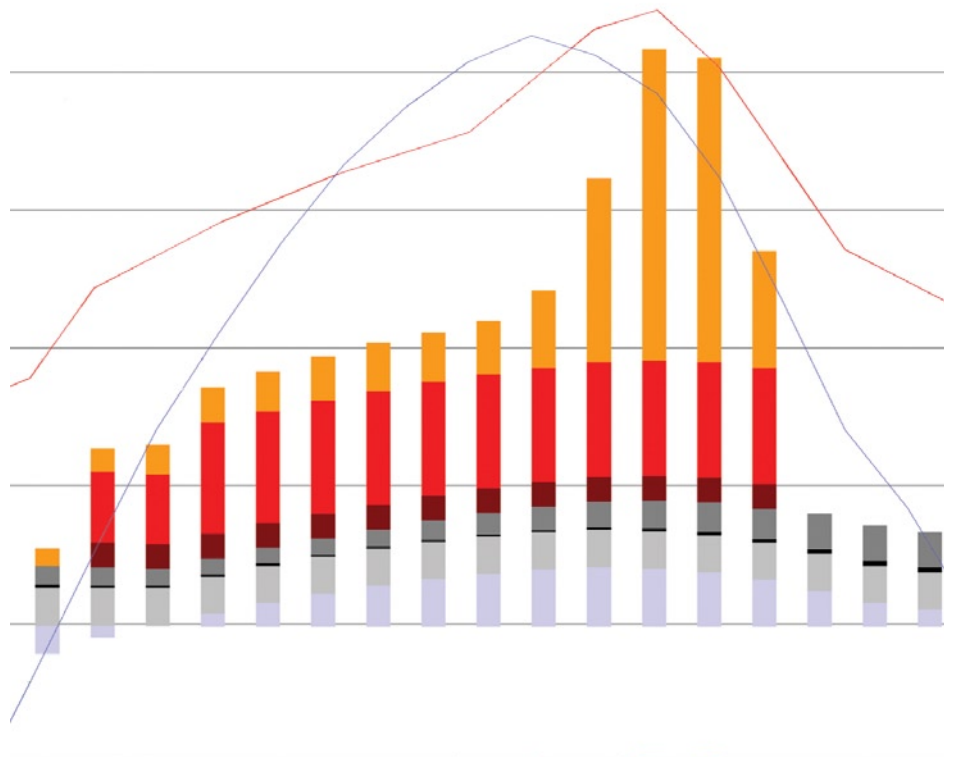
Berechnungsgrundlagen

Basisangaben

Kühllastberechnungen

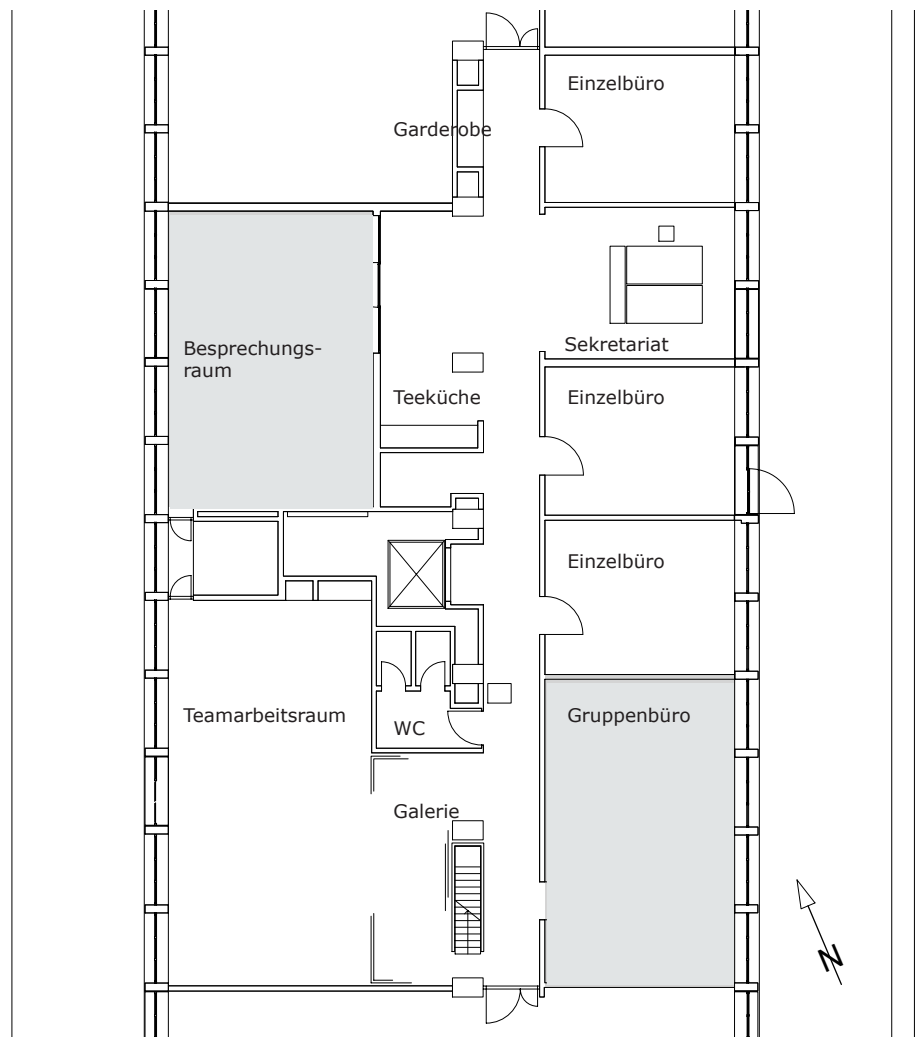
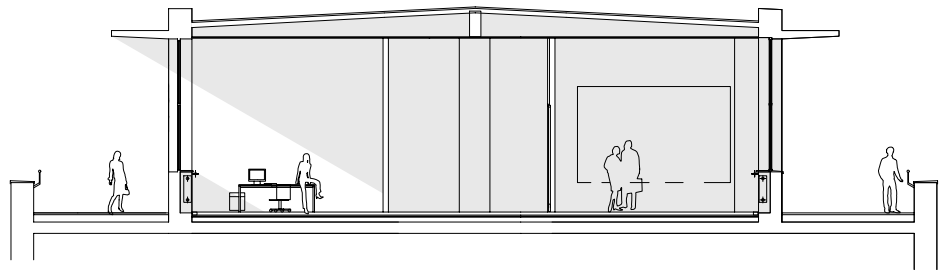
Kühllastdiagramme

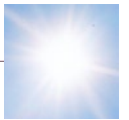
Temperaturverlauf





Lehrstuhl für Bauklimatik  
und Haustechnik  
M 1:200





## Berechnungsgrundlagen

Die Kühllastberechnungen wurden nach VDI 2078 durchgeführt.

Sie dienen dazu, die Effektivität des außenliegenden Sonnenschutzes zu testen; daher liegt der Schwerpunkt der Berechnung auf dem Eintrag von äußeren Kühllasten durch die Strahlung durch Fenster.

Die Berechnungen wurden an zwei Tagen der Auslegungsmonate Juli und September jeweils für die Nordwest- und Südostfassade durchgeführt; um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten wurden zwei in ihrer Größe ähnliche Räume untersucht: der Besprechungsraum mit Nordwestorientierung und das Gruppenbüro mit Südostorientierung.

Betrachtet wurde der Wärmeeintrag folgender Szenarien:

### - Fenster ohne Sonnenschutz

Durchlassfaktor Verglasung ohne Sonnenschutz  $b_{ges} = 0,72$

### - mit außenliegendem Sonnenschutz ohne innenliegenden Sonnenschutz

Durchlassfaktor Verglasung  $b_1 = 0,72$ ;

Durchlassfaktor Markise, oben und seitlich ventiliert  $b_2 = 0,3$ ;  $b_{ges} = 0,22$

### - nur mit innenliegendem Sonnenschutz

Da der innenliegende Sonnenschutz nur bis zur Mitte des Fensters hochgezogen werden kann, wurde das Fenster für diese Berechnungen vertikal in zwei Teile mit unterschiedlichen b-Werten unterteilt:

#### - Fensterteil 1 unterhalb des Vordachs

Durchlassfaktor Verglasung ohne Sonnenschutz  $b_{ges} = 0,72$

#### - Fensterteil 2 oberhalb der Brüstung

Durchlassfaktor Verglasung mit innenliegendem Sonnenschutz AGERO reflex roll  $b_{ges} = 0,36$ ).

Der Temperaturverlauf für die jeweiligen Berechnungsfälle wurde mit Hilfe des Programms Solar Computer ermittelt.

Die aus den jeweiligen Berechnungen resultierenden konvektiven Lasten führen sofort zur Erhöhung der Raumlufttemperatur; die Strahlungslasten werden zeitversetzt an die Raumluft abgegeben. Dabei ist die Temperaturveränderung von dem thermischen Verhalten des Raums (=Raumtyp S) abhängig.

Es wird davon ausgegangen, dass der außenliegende bzw. innenliegende Sonnenschutz ganztägig im Einsatz ist; außerdem liegt dem Temperaturverlauf ein ca. zweifacher Außenluftwechsel zugrunde.



## Basisangaben Gruppenbüro mit Südorientierung

### Aufbau der Umschließungsflächen

#### Aufbau Außenwand:

---

Putz, Dicke =	1,00 cm
Dämmung, Dicke =	9,00 cm
Ziegel, Dicke =	25,00 cm
u-Wert =	0,31 W/m <sup>2</sup> K

#### Aufbau Innenwände:

##### IW parallel zur AW

Putz, Dicke =	1,30 cm
Ziegel, Dicke =	17,50 cm
Putz, Dicke =	1,30 cm
u-Wert =	1,09 W/m <sup>2</sup> K

##### IW senkrecht zur AW

Putz, Dicke =	1,30 cm
Ziegel, Dicke =	11,50 cm
Putz, Dicke =	1,30 cm
u-Wert =	1,40 W/m <sup>2</sup> K

##### Innentüre

u-Wert =	1,88 W/m <sup>2</sup> K
----------	-------------------------

#### Aufbau Dach:

---

Gipskarton, Dicke =	3,50 cm
Luftschicht, Dicke =	43,45 cm
Beton, Dicke =	25,00 cm
Dämmung, Dicke =	10,00 cm
Blech, Dicke =	0,40 cm
u-Wert =	0,32 W/m <sup>2</sup> K

#### Aufbau Fußboden:

---

Eichenparkett, Dicke =	2,50 cm
Dämmung, Dicke =	1,00 cm
Estrich, Dicke =	3,00 cm
Beton, Dicke =	30,00 cm
u-Wert =	1,64 W/m <sup>2</sup> K

#### Fenster:

##### Warmglas iplus neutral R, Interpane

Rahmenanteil =	0,15
SZR =	12,00 mm
Glasdicke =	4,00 mm
gesamte Dicke =	20,00 mm
g-Wert =	58,00 %
Durchlassfaktor b <sub>1</sub> =	72,00 %
Lichtdurchlässigkeit τ =	76,00 %
u-Wert Glas =	1,30 W/m <sup>2</sup> K
u-Wert gesamt =	1,63 W/m <sup>2</sup> K

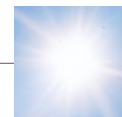
**Ermittlung des Raumtyps:**

Tabelle 3

Auf Fußbodenfläche bezogene Baumasse =  $\Sigma (m / A_{Fb})$  in kg/Km<sup>2</sup>Auf Fußboden bezogene Wärmekapazität =  $\Sigma (m \cdot c / A_{Fb})$  in Wh/Km<sup>2</sup>Grundfläche = 40,34 m<sup>2</sup>Außenwand: Dämmung innen mit  $R > 0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ 

→ keine Speichermasse anrechenbar

anrechenbares Gewicht g Außenwand = 0,00 kg

Innenwände : Speichermasse zu zwei Raumseiten wirksam

→ halb anrechenbar

Innenwände senkrecht zur Außenwand:

Gewicht von Leichthochlochziegel (mit  $d = 11,5 \text{ cm}$ ) = 85,00 kg/m<sup>2</sup>

anrechenbares Gewicht IW senkrecht zur AW = 1951,95 kg

Innenwand parallel zur Außenwand:

Gewicht von Leichthochlochziegel (mit  $d = 17,5 \text{ cm}$ ) = 125,00 kg/m<sup>2</sup>

anrechenbares Gewicht IW parallel zur AW = 2308,13 kg

Dach: Luftschicht mit  $0,15 \text{ m}^2\text{K/W} < R < 0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ 

→ halbe Speichermasse

Gewicht von Normalbeton (mit  $d = 25 \text{ cm}$ ) = 630,00 kg/m<sup>2</sup>

anrechenbares Gewicht Dach = 12706,37 kg

Fußboden: Speichermasse zu zwei Raumseiten wirksam

→ halb anrechenbar

Gewicht Beton (mit  $d = 30 \text{ cm}$ ) = 765,00 kg/m<sup>2</sup>

anrechenbares Gewicht Fußboden = 15429,17 kg

Anrechenbares Gewicht pro Grundfläche = 803,11 kg/m<sup>2</sup>

spezifische Wärmekapazität c von Ziegel = 920,00 J/kgK

spezifische Wärmekapazität c von Beton = 1000,00 J/kgK

Wärmespeicherfähigkeit pro Grundfläche = 220,92 Wh/Km<sup>2</sup>g **Raumtyp S****Ermittlung der Bauartklasse Außenwand:**

Tabelle A17

Außenwand Ziegel; Dicke = 25,00 cm

→ Bauartklasse = 6

Zeitverschiebung z = 0,00 h

(für äqu. Temperaturdifferenz.  $\Delta\vartheta_{\text{äq}}$ )**Ermittlung der Bauartklasse Dach:**

Tabelle A20

Schwerbeton - Warmdach mit Wärmedämmung

Schwerbeton, Dicke = 25,00 cm

→ Bauartklasse = 6

Zeitverschiebung z = 0,00 h

**Flächen**

Grundfläche =	40,34 m <sup>2</sup>
Fenster mit Rahmen =	25,90 m <sup>2</sup>
Rahmen =	3,79 m <sup>2</sup>
Glasfläche =	22,11 m <sup>2</sup>
AW =	13,03 m <sup>2</sup>
IW senkrecht zur AW =	22,96 m <sup>2</sup>
IW senkrecht zur AW =	22,96 m <sup>2</sup>
IW parallel AW =	36,93 m <sup>2</sup>
Innentüre =	2,00 m <sup>2</sup>

**Berechnung der Verschattung; 22. 09. 10:00 Uhr**

durch horizontales Vordach

---


$$\text{Schattenlänge } x = (d \cdot \tan \beta) / \cos \beta$$

Vordachlänge $d_1$ =	1,75 m
Sonnenhöhe $h$ =	27,66 °
Azimet (von S aus) $a_0$ =	-54,98 °
Wandnormale zu S $a_w$ =	-67,00 °
Winkel ( $a_0 - a_w$ ) $\beta$ =	12,02 °
$x$ =	0,94 m

durch Stützen

---


$$\text{Schattenlänge } y = d_2 \cdot \tan \beta$$

Stützenbreite $d_2$ =	0,25 m
$y$ =	0,05 m

projizierte Sonnenhöhe  $h'$ 

---


$$h' = \tan \beta / \cos \beta$$

$\tan h'$ =	0,54
Winkel $h'$ =	28,19 °

**Verschattete Flächen:**

Fenster gesamt

---

Verschattung Vordach $A_x$ =	1,38 m <sup>2</sup>
Verschattung Stützen $A_y$ =	0,14 m <sup>2</sup>
(Zwischenwert	6,05 )
$A_{\text{Verschattet Gesamt}}$ =	6,05 m <sup>2</sup>
$A_{\text{besonnt}}$ =	16,06 m <sup>2</sup>

Fensterteil 1

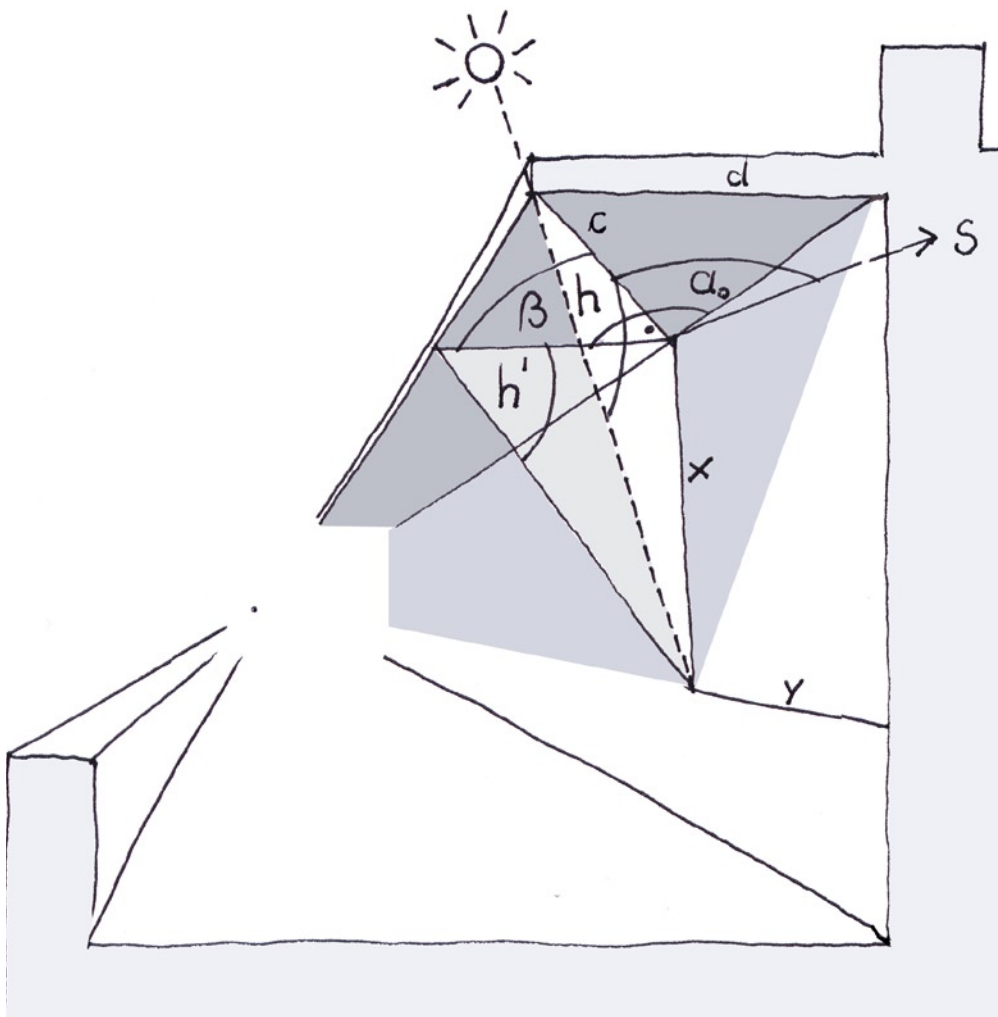
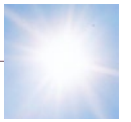
---

Verschattung Vordach $A_x$ =	1,38 m <sup>2</sup>
Verschattung Stützen $A_y$ =	0,04 m <sup>2</sup>
(Zwischenwert	5,68 )
$A_{\text{Verschattet 1}}$ =	5,68 m <sup>2</sup>
$A_{\text{besonnt 1}}$ =	5,38 m <sup>2</sup>

Fensterteil 2

---

$A_{\text{Verschattet 2}}$ =	0,37 m <sup>2</sup>
$A_{\text{besonnt 2}}$ =	10,68 m <sup>2</sup>



$x$  = vertikale Schattenlänge  
 $y$  = horizontale Schattenlänge  
 $h'$  = äquivalente Sonnenhöhe senkrecht zur Fassade  
 $d$  = Abstand  
 $h$  = Sonnenhöhe  
 $\alpha_0$  = Azimut (von Süden aus)  
 $\beta$  = Winkel (zwischen  $\alpha_0$  und  $\alpha_w$ )

$$\cos \beta = d / c$$

$$\tan h = x / c$$

$$x = (d \cdot \tan h) / \cos \beta$$

$$y = d \cdot \tan \beta$$

$$h' = \tan h / \cos \beta$$

**Kühllastberechnung am 22. September, 10:00 Uhr****Südost-Fassade; Sonnenschutz innen****1. Personen**konvektive Wärmeabgabe  $Q_{p,k} = P * 45W/P * 1 * 4$ Strahlung  $Q_{p,s} = P * 45W/P * S_i * 4$ Kühllastfaktor für innere Lasten  $S_i = 0,78$  Tabelle A 5 $Q_{p,k} = 180,00 \text{ W}$  $Q_{p,s} = 140,40 \text{ W}$ 

Wärmeabgabe gesamt = 320,40 W

**2. Maschinen** $Q_M =$ Computer mit Bildschirm (konvekt. Anteil 100%) = 180,00 W 4Drucker (konvekt. Anteil 100%) = 52,00 W 0Kühllastfaktor für innere Lasten  $S_i = 1,00$  Tabelle A 5 $Q_M = 720,00 \text{ W}$ **3. Beleuchtung**

Zum Berechnungszeitraum ist aufgrund der geringen Raamtiefe keine künstliche Beleuchtung notwendig.

 $Q_B = 0,00 \text{ W}$ **4. Strahlung durch Fenster** $Q_S = [A_{\text{besonnt}} * I_{\text{dir}} + A_{\text{verschattet}} * I_{\text{dif}}] * b * S_a$ 

Fenster teil 1 unterhalb des Vordachs:

Durchlassfaktor Sonnenstrahlung  $b = b_1 * b_2$ Durchlassfaktor Doppelverglasung  $b_1 = 0,72$ Durchlassfaktor ohne Sonnenschutz  $b_2 = 1,00$  $b_{\text{ges}} = 0,72$ Kühllastfaktor für äußere Strahlungslasten  $S_a = 0,46$  Tabelle A 16gesamte Sonneneinstrahlung  $I_{\text{ges}} = 542,00 \text{ W/m}^2$  Tabelle A 9diffuse Sonneneinstrahlung  $I_{\text{dif}} = 117,00 \text{ W/m}^2$  Tabelle A 9 $Q_{S1 \text{ gesamt}} = 1185,55 \text{ W}$ 

Fenster teil 2 oberhalb der Brüstung:

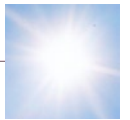
Sonnenschutz innen, AGERO reflex rol; G 1915

 $b_{\text{ges}} \text{ (Verglasung + Sonnenschutz)} = 0,36$ Kühllastfaktor für äußere Strahlungslasten  $S_a = 0,70$  Tabelle A 16 $Q_{S2 \text{ gesamt}} = 1460,47 \text{ W}$ 

Konvektionsanteil (Glas, Sonnenschutz, Möbel) = ca. 74 %

 $Q_{S \text{ gesamt}} = 2646,02 \text{ W}$





### 5. Transmission durch Fenster

---

$$Q_F = u * A * (\vartheta_a - \vartheta_i)$$

Temperaturdifferenz Ja-Ji (Kühllastzone 3) =	-4,40 K	Tabelle A 8
$Q_F =$	-185,75 W	

### 6. Transmission durch Innenwände

---

Annahme: die angrenzenden Räume haben die gleiche Temperatur; die gegenüberliegenden Räume werden pauschal mit 27°C Raumtemperatur angesetzt.

Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta =$	5,00 K	Tabelle A 7
$Q_{R,IT} = u * A * \Delta\vartheta =$	18,83 W	
$Q_{R,IW} = u * A * \Delta\vartheta =$	257,59 W	
$Q_{R, ges} =$	276,42 W	

### 7. Transmission durch Dach

---

$$Q_D = u * A * \Delta\vartheta_{\text{äq}}$$

Äqu. Temperaturdifferenz für Bauartkl. 6 $DJ_{\text{äq}} =$	8,60 K	Tabelle A 21
$Q_w =$	112,40 W	

### 8. Transmission durch Außenwände

---

$$Q_w = u * A * \Delta\vartheta_{\text{äq}}$$

Äqu. Temperaturdifferenz für Bauartkl. 6 $DJ_{\text{äq}} =$	4,00 K	Tabelle A 18
$Q_w =$	15,90 W	

<b>Kühllasten gesamt =</b>	<b>3905,38 W</b>
Kühllasten pro Fläche =	96,82 W/m <sup>2</sup>

**Basisangaben Besprechungsraum mit Nordwestorientierung****Aufbau der Umschließungsflächen**Aufbau Außenwand:

---

Putz, Dicke =	1,0 cm
Beton, Dicke =	34,0 cm
u-Wert =	0,48 W/m <sup>2</sup> K

Aufbau Innenwände:

## IW parallel zur AW

---

Putz, Dicke =	1,0 cm
Ziegel, Dicke =	17,5 cm
Putz, Dicke =	1,0 cm
u-Wert =	1,09 W/m <sup>2</sup> K

## IW senkrecht zur AW

---

Putz, Dicke =	1,3 cm
Ziegel, Dicke =	11,5 cm
Putz, Dicke =	1,3 cm
u-Wert =	1,40 W/m <sup>2</sup> K

## Innentüre, Glas

---

u-Wert =	2,00 W/m <sup>2</sup> K
----------	-------------------------

Aufbau Dach:

---

Gipskarton, Dicke =	3,5 cm
Luftschicht, Dicke =	43,5 cm
Beton, Dicke =	25,0 cm
Dämmung, Dicke =	10,0 cm
Blech, Dicke =	0,4 cm
u-Wert =	0,32 W/m <sup>2</sup> K

Aufbau Fußboden:

---

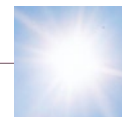
Eichenparkett, Dicke =	2,5 cm
Dämmung, Dicke =	1,0 cm
Estrich, Dicke =	3,0 cm
Beton, Dicke =	30,0 cm
u-Wert =	1,64 W/m <sup>2</sup> K

Fenster:

## Warmglas iplus neutral R Interpane

---

Rahmenanteil =	0,15
SZR =	12,00 mm
Glasdicke =	4,00 mm
gesamte Dicke =	20,00 mm
g-Wert =	58,00 %
Durchlassfaktor b <sub>1</sub> =	72,00 %
Lichtdurchlässigkeit t =	76,00 %
u-Wert Glas =	1,30 W/m <sup>2</sup> K
u-Wert gesamt =	1,63 W/m <sup>2</sup> K



### Ermittlung des Raumtyps

Grundfläche = 42,31 m<sup>2</sup>

#### Außenwand:

Gewicht von Leichtbeton (mit d = 34 cm) = 170,00 kg/m<sup>2</sup>  
 anrechenbares Gewicht Außenwand = 2215,10 kg

#### Innenwände: Speichermasse zu zwei Raumseiten wirksam

→ halb anrechenbar

#### Innenwände senkrecht zur Außenwand:

Gewicht von Leichthochlochziegel (mit d = 11,5 cm) = 85,00 kg/m<sup>2</sup>  
 anrechenbares Gewicht IW senkrecht zur AW = 2007,37 kg

#### Innenwand parallel zur Außenwand:

Gewicht von Leichthochlochziegel mit d = 17,5 cm = 125,00 kg/m<sup>2</sup>  
 anrechenbares Gewicht IW parallel zur AW = 1177,66 kg

#### Dach: Luftschicht mit 0,15 m<sup>2</sup>K/W < R < 0,3 m<sup>2</sup>K/W

→ halbe Speichermasse

Gewicht von Normalbeton (mit d = 25 cm) = 630,00 kg/m<sup>2</sup>  
 anrechenbares Gewicht Dach = 13328,92 kg

#### Fußboden: Speichermasse zu zwei Raumseiten wirksam

→ halb anrechenbar

Gewicht Beton (mit d = 30 cm) = 765,00 kg/m<sup>2</sup>  
 anrechenbares Gewicht Fußboden = 16185,11 kg  
 anrechenbares Gewicht Fußboden = 825,12 kg/m<sup>2</sup>

spezifische Wärmekapazität c von Ziegel = 920,00 J/kgK  
 spezifische Wärmekapazität c von Beton = 1000,00 J/kgK  
 Wärmespeicherfähigkeit pro Grundfläche = 227,71 Wh/Km<sup>2</sup>

g **Raumtyp** **S**

### Ermittlung der Bauartklasse Außenwand:

Tabelle A17

Außenwand Leichtbeton; Dicke = 34,00 cm  
 → Bauartklasse 6  
 Zeitverschiebung z = 0,00 h  
 (für äqu. Temperaturdifferenz.  $\Delta\vartheta_{\text{äq}}$ )

### Ermittlung der Bauartklasse Dach:

Tabelle A20

Schwerbeton - Warmdach-mit Wärmedämmung  
 Schwerbeton, Dicke = 25,00 cm  
 → Bauartklasse 6  
 Zeitverschiebung z = 0,00 h

**Flächen**

Grundfläche =	42,31 m <sup>2</sup>
Fenster mit Rahmen =	25,90 m <sup>2</sup>
Rahmen =	3,79 m <sup>2</sup>
Glasfläche =	22,11 m <sup>2</sup>
Außenwandfläche =	13,03 m <sup>2</sup>
IW senkrecht zur Außenwand =	24,78 m <sup>2</sup>
IW senkrecht zur Außenwand =	24,78 m <sup>2</sup>
IW parallel zur Außenwand =	19,15 m <sup>2</sup>
Innentüre Glas =	16,67 m <sup>2</sup>

**Berechnung der Verschattung; 23. Juli, 18:00 Uhr**

durch horizontales Vordach

---

Schattenlänge $x = (d \cdot \tan h) / \cos \beta$	
Vordachlänge $d_1 =$	1,75 m
Sonnenhöhe $h =$	27,98 °
Azimut (von Süden aus) $a_0 =$	89,55 °
Winkel Wandnormale zu Süden $a_w =$	113,00 °
Winkel $(a_0 - a_w) \beta =$	23,45 °
$x =$	1,01 m

durch Stützen

---

Schattenlänge $y = d_2 \cdot \tan \beta$	
Stützenbreite $d_2 =$	0,25 m
$y =$	0,11 m

projizierte Sonnenhöhe  $h' = \tan h / \cos \beta$ 


---

$\tan h' =$	0,58
Winkel $h' =$	30,07 °

**Verschattete Flächen:**

Fenster gesamt

---

Verschattung durch Vordach $A_x =$	1,49 m <sup>2</sup>
Verschattung durch Stützen $A_y =$	0,27 m <sup>2</sup>
(Zwischenwert	7,05 )
$A_{\text{Verschattet Gesamt}} =$	7,05 m <sup>2</sup>
$A_{\text{besonnt}} =$	15,06 m <sup>2</sup>

Fensterteil 1

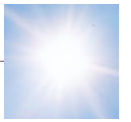
---

Verschattung durch Vordach $A_x =$	1,49 m <sup>2</sup>
Verschattung durch Stützen $A_y =$	0,08 m <sup>2</sup>
(Zwischenwert	6,29 )
$A_{\text{Verschattet 1}} =$	6,29 m <sup>2</sup>
$A_{\text{besonnt 1}} =$	4,76 m <sup>2</sup>

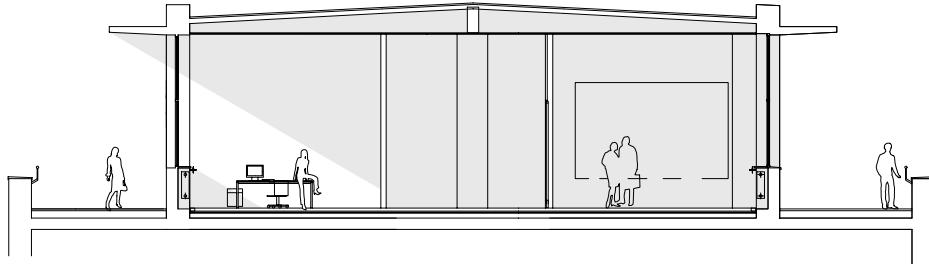
Fensterteil 2

---

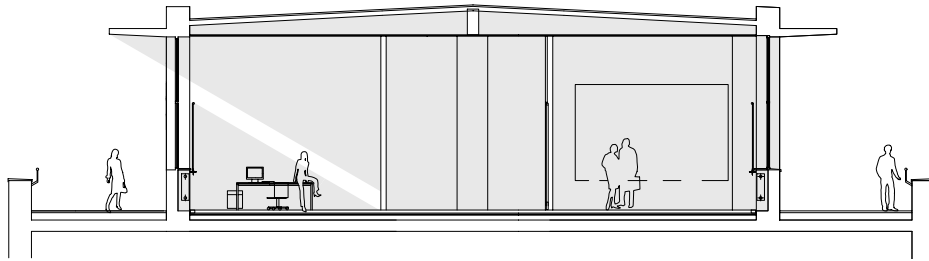
$A_{\text{Verschattet 2}} =$	0,76 m <sup>2</sup>
$A_{\text{besonnt 2}} =$	10,29 m <sup>2</sup>



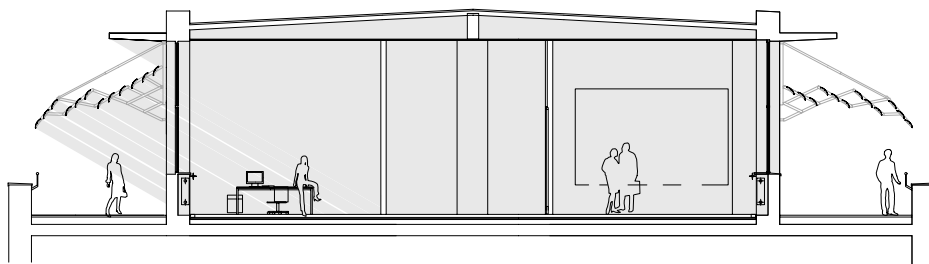
**Sonneneinstrahlung Besprechungsraum, 23. Juli, 18:00 Uhr**



ohne Sonnenschutz



mit innenliegendem Sonnenschutz



mit außenliegendem Sonnenschutz

**Kühllastberechnung am 23. Juli, 18:00 Uhr****Nordwest-Fassade; Sonnenschutz innen****1. Personen**

$$\text{konvektive Wärmeabgabe } Q_{p,k} = P * 45W/P * 1 * 10$$

$$\text{Strahlung } Q_{p,s} = P * 45W/P * S_i * 10$$

$$\text{Kühllastfaktor für innere Lasten } S_i = 0,86 \quad \text{Tabelle A 5}$$

$$Q_{p,k} = 450,00 \text{ W}$$

$$Q_{p,s} = 387,00 \text{ W}$$

$$\text{Wärmeabgabe gesamt} = \mathbf{837,00 \text{ W}}$$

**2. Maschinen**

$$Q_M =$$

$$\text{Computer mit Bildschirm (konvekt. Anteil 100\%)} = 180,00 \text{ W} \quad 1$$

$$\text{Drucker (konvekt. Anteil 100\%)} = 52,00 \text{ W} \quad 0$$

$$\text{Kühllastfaktor für innere Lasten } S_i = 1,00 \quad \text{Tabelle A 5}$$

$$\mathbf{Q_M = 180,00 \text{ W}}$$

**3. Beleuchtung**

Zum Berechnungszeitraum ist aufgrund der geringen Raumtiefe keine künstliche Beleuchtung notwendig.

$$\mathbf{Q_B = 0,00 \text{ W}}$$

**4. Strahlung durch Fenster**

$$Q_S = [A_{\text{besonnt}} * I_{\text{dir}} + A_{\text{verschattet}} * I_{\text{dif}}] * b * S_a$$

Fensterteil 1 unterhalb des Vordachs

$$\text{Durchlassfaktor Sonnenstrahlung } b = b_1 * b_2$$

$$\text{Durchlassfaktor Doppelverglasung } b_1 = 0,72$$

$$\text{Durchlassfaktor ohne Sonnenschutz } b_2 = 1,00$$

$$b_{\text{ges}} = 0,72$$

$$\text{Kühllastfaktor für äußere Strahlungslasten } S_a = 0,51 \quad \text{Tabelle A 16}$$

$$\text{gesamte Sonneneinstrahlung } I_{\text{ges}} = 357 \text{ W/m}^2 \quad \text{Tabelle A 9}$$

$$\text{diffuse Sonneneinstrahlung } I_{\text{dif}} = 98 \text{ W/m}^2 \quad \text{Tabelle A 9}$$

$$\mathbf{Q_{S1 \text{ gesamt}} = 850,87 \text{ W}}$$

Fensterteil 2 oberhalb der Brüstung

Sonnenschutz innen, AGERO reflex rol; G 1915

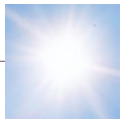
$$b_{\text{ges}} (\text{Verglasung} + \text{Sonnenschutz}) = 0,36$$

$$\text{Kühllastfaktor für äußere Strahlungslasten } S_a = 0,74 \quad \text{Tabelle A 16}$$

$$\mathbf{Q_{S2 \text{ gesamt}} = 992,51 \text{ W}}$$

$$\text{Konvektionsanteil (Glas, Sonnenschutz, Möbel)} = \text{ca. } 74 \%$$

$$\mathbf{Q_S \text{ gesamt} = 1843,38 \text{ W}}$$



### 5. Transmission durch Fenster

---

$$Q_F = u * A * (\vartheta_a - \vartheta_i)$$

Temperaturdifferenz  $\vartheta_a - \vartheta_i$  (Kühllastzone 3) = 9,70 K      Tabelle A 8

$$Q_F = \mathbf{409,50 \text{ W}}$$

### 6. Transmission durch Innenwände

---

Annahme: die angrenzenden Räume haben die gleiche Temperatur; die gegenüberliegenden Räume werden pauschal mit 27°C Raumtemperatur angesetzt.

Temperaturdifferenz  $\Delta\vartheta$  = 5,00 K      Tabelle A 7

$$Q_{R,IT} = u * A * \Delta\vartheta = 166,67 \text{ W}$$

$$Q_{R,IW} = u * A * \Delta\vartheta = 104,46 \text{ W}$$

$$Q_{R, \text{ges}} = \mathbf{271 \text{ W}}$$

### 7. Transmission durch Dach

---

$$Q_D = u * A * \Delta\vartheta_{\text{äq}}$$

Äqu. Temperaturdifferenz für Bauartkl. 6  $\Delta\vartheta_{\text{äq}}$  = 14,80

$$Q_w = \mathbf{202,90 \text{ W}}$$

### 8. Transmission durch Außenwände

---

$$Q_w = u * A * \Delta\vartheta_{\text{äq}}$$

Äqu. Temperaturdifferenz für Bauartkl. 6  $\Delta\vartheta_{\text{äq}}$  = 3,00 K      Tabelle A 18

$$Q_w = \mathbf{18,72 \text{ W}}$$

$$\mathbf{\text{Kühllasten gesamt} = 3762,64 \text{ W}}$$

$$\mathbf{\text{Kühllasten pro Fläche} = 88,92 \text{ W/m}^2}$$



### Kühllastdiagramme Juli

Gruppenraum mit Südorientierung; Juli  
ohne Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-4	-148	-190	-228	-245	-258	-198	-80	0	84	165	228	287	338	376	405	422	410	384	329	249	165	114	46
Transmission durch Innenwände	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Transmission durch Außenwände	30	30	27	27	23	23	19	17	16	16	17	18	20	23	26	29	31	32	33	33	33	33	33	33
Transmission durch Dach	201	201	179	157	157	136	136	125	118	112	111	114	122	132	146	162	179	193	205	214	220	220	217	217
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	203	202	320	322	326	328	329	329	331	333	335	335	337	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	121	616	1502	2331	2674	2244	1234	789	574	439	348	269	195	132	54	0	0	0	0

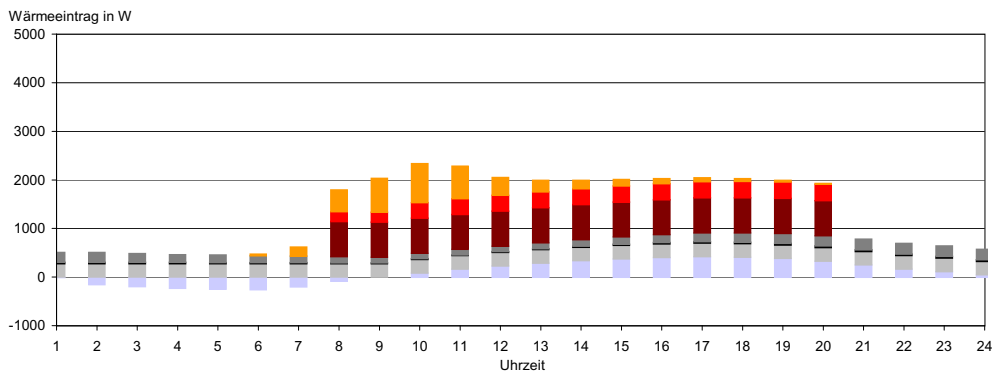
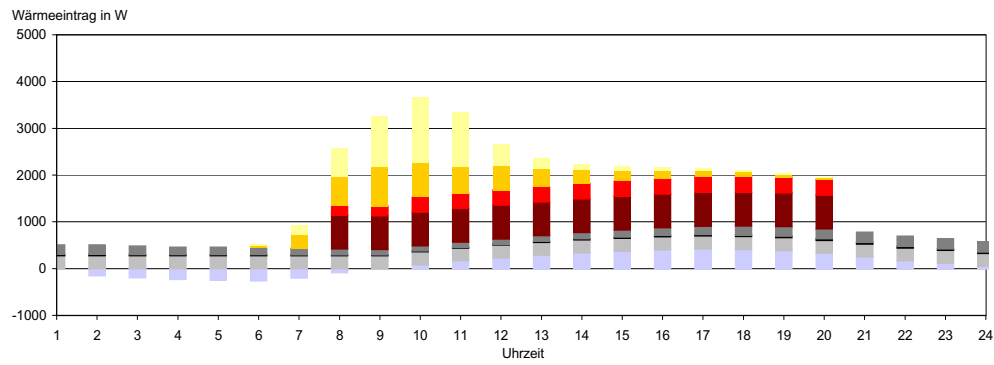
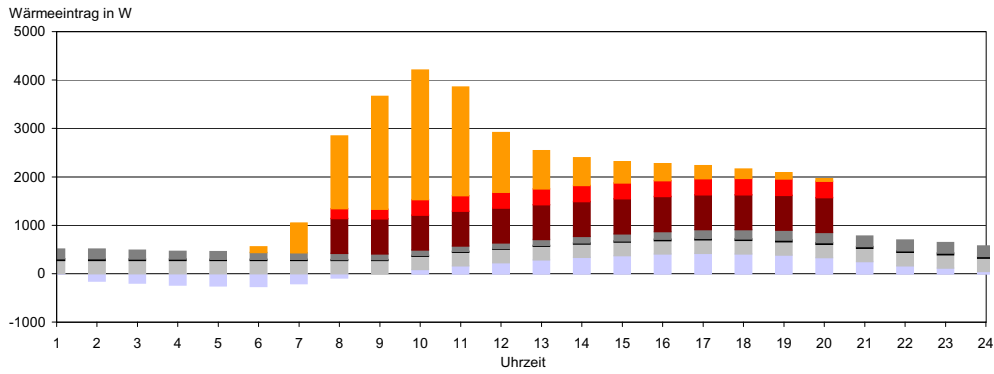
mit innenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-4	-148	-190	-228	-245	-258	-198	-80	0	84	165	228	287	338	376	405	422	410	384	329	249	165	114	46
Transmission durch Innenwände	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Transmission durch Außenwände	30	30	27	27	23	23	19	17	16	16	17	18	20	23	26	29	31	32	33	33	33	33	33	33
Transmission durch Dach	201	201	179	157	157	136	136	125	118	112	111	114	122	132	146	162	179	193	205	214	220	220	217	217
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	203	202	320	322	326	328	329	329	331	333	335	335	337	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 1	0	0	0	0	0	60	284	625	840	745	557	509	395	287	220	174	135	97	66	27	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 2	0	0	0	0	0	25	205	617	1086	1391	1170	461	224	130	91	68	51	36	21	8	0	0	0	0

mit außenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-4	-148	-190	-228	-245	-258	-198	-80	0	84	165	228	287	338	376	405	422	410	384	329	249	165	114	46
Transmission durch Innenwände	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Transmission durch Außenwände	30	30	27	27	23	23	19	17	16	16	17	18	20	23	26	29	31	32	33	33	33	33	33	33
Transmission durch Dach	201	201	179	157	157	136	136	125	118	112	111	114	122	132	146	162	179	193	205	214	220	220	217	217
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	203	202	320	322	326	328	329	329	331	333	335	335	337	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	36	185	451	699	802	673	370	237	172	132	104	81	58	40	16	0	0	0	0





- Strahlung durch Fenster gesamt
  - Strahlung durch Fensterteil 2
  - Strahlung durch Fensterteil 1
  - Personen
  - Maschinen
- Transmission durch Dach
  - Transmission durch Außenwände
  - Transmission durch Innenwände
  - Transmission durch Fenster



Besprechungsraum mit Nordwestorientierung; Juli

ohne Sonnenschutz

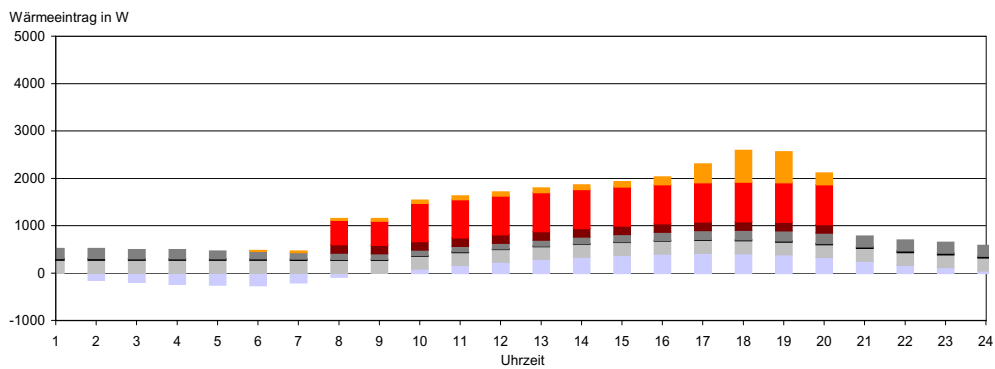
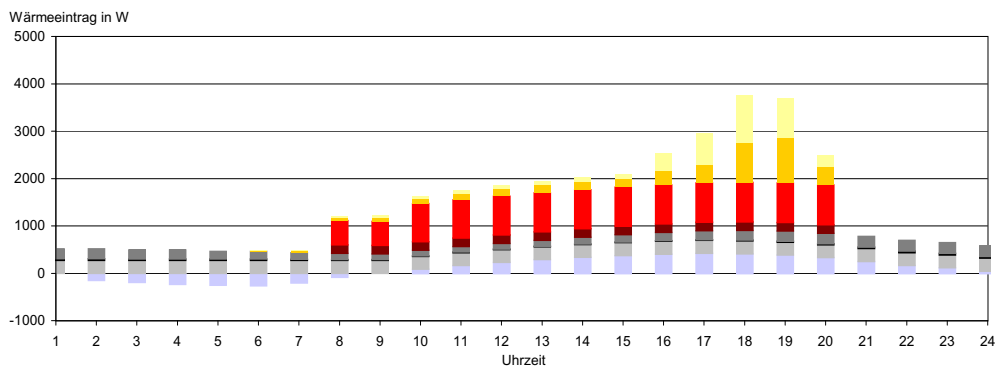
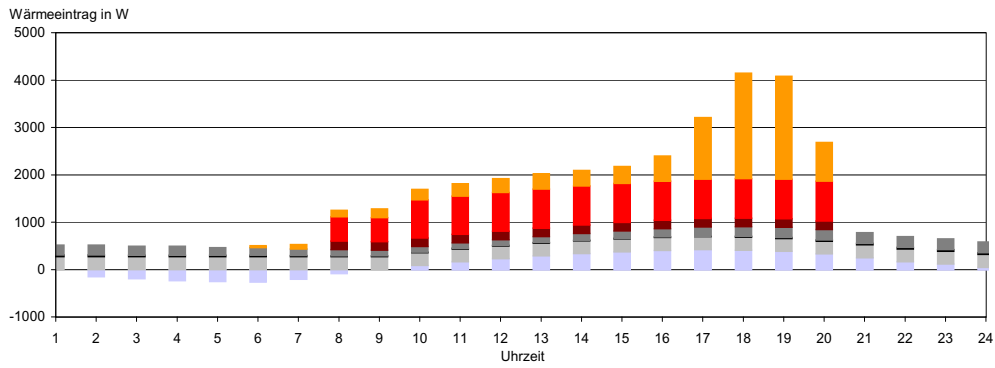
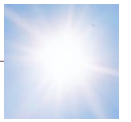
Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-4	-148	-190	-228	-245	-258	-198	-80	0	84	165	228	287	338	376	405	422	410	384	329	249	165	114	46
Transmission durch Innenwände	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Transmission durch Außenwände	36	36	32	32	27	27	22	19	16	14	12	11	11	11	12	14	16	19	22	26	30	30	36	36
Transmission durch Dach	211	211	188	188	165	165	143	132	123	118	117	119	128	138	154	170	188	203	215	215	230	230	228	228
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	509	504	801	806	815	819	824	824	828	833	837	837	842	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	43	92	138	183	224	264	294	322	329	359	527	1300	2228	2171	820	0	0	0	0

mit innenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-4	-148	-190	-228	-245	-258	-198	-80	0	84	165	228	287	338	376	405	422	410	384	329	249	165	114	46
Transmission durch Innenwände	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Transmission durch Außenwände	36	36	32	32	27	27	22	19	16	14	12	11	11	11	12	14	16	19	22	26	30	30	36	36
Transmission durch Dach	211	211	188	188	165	165	143	132	123	118	117	119	128	138	154	170	188	203	215	215	230	230	228	228
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	509	504	801	806	815	819	824	824	828	833	837	837	842	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 1	0	0	0	0	0	21	46	69	92	112	132	147	161	165	179	303	390	851	954	392	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 2	0	0	0	0	0	7	19	36	46	59	72	80	87	89	97	369	656	993	822	230	0	0	0	0

mit außenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-4	-148	-190	-228	-245	-258	-198	-80	0	84	165	228	287	338	376	405	422	410	384	329	249	165	114	46
Transmission durch Innenwände	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Transmission durch Außenwände	36	36	32	32	27	27	22	19	16	14	12	11	11	11	12	14	16	19	22	26	30	30	36	36
Transmission durch Dach	211	211	188	188	165	165	143	132	123	118	117	119	128	138	154	170	188	203	215	215	230	230	228	228
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	509	504	801	806	815	819	824	824	828	833	837	837	842	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	13	28	41	55	67	79	88	97	99	108	158	390	668	651	246	0	0	0	0

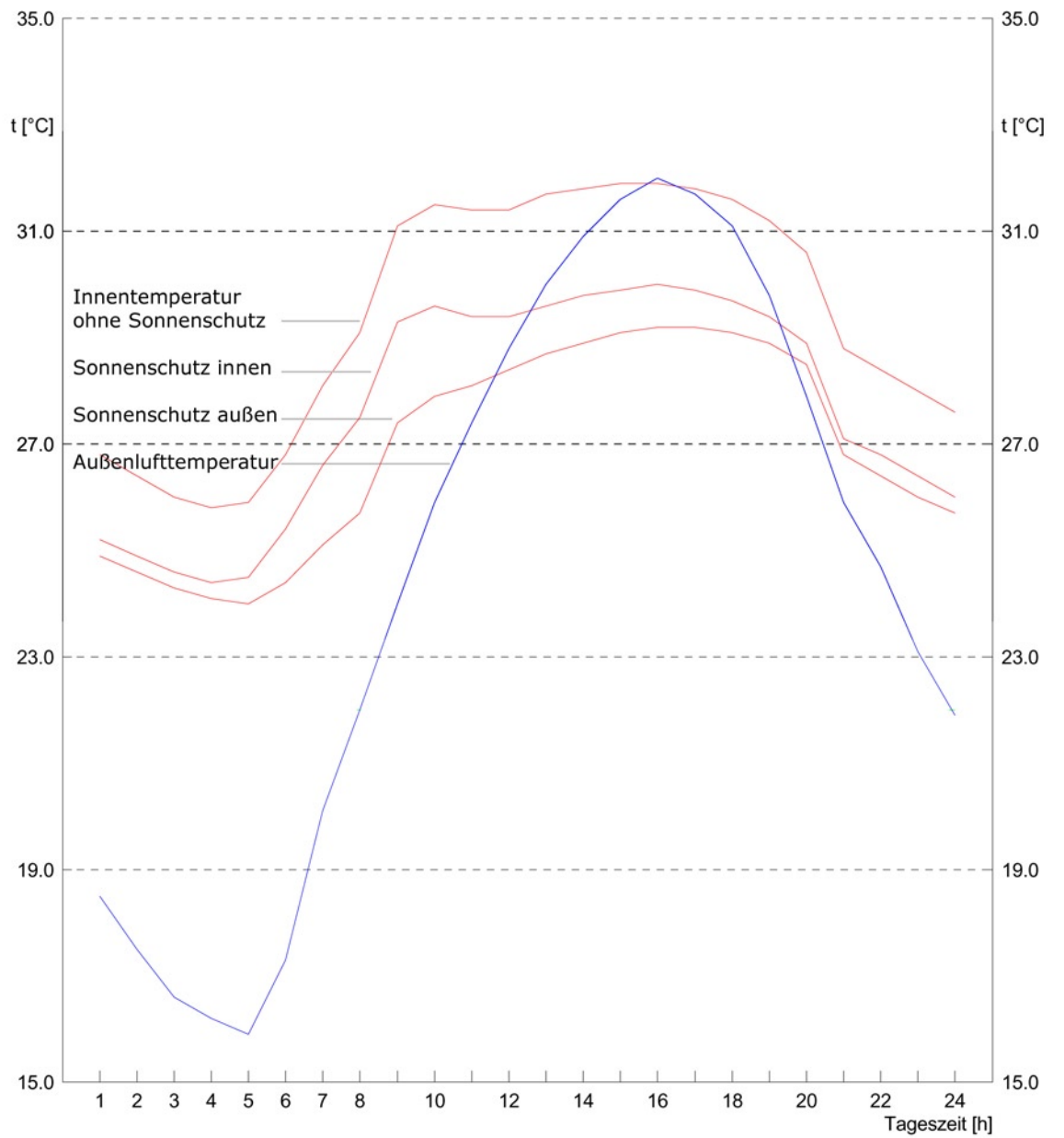


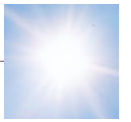
- Strahlung durch Fenster gesamt
  - Strahlung durch Fensterteil 2
  - Strahlung durch Fensterteil 1
  - Personen
  - Maschinen
- Transmission durch Dach
  - Transmission durch Außenwände
  - Transmission durch Innenwände
  - Transmission durch Fenster



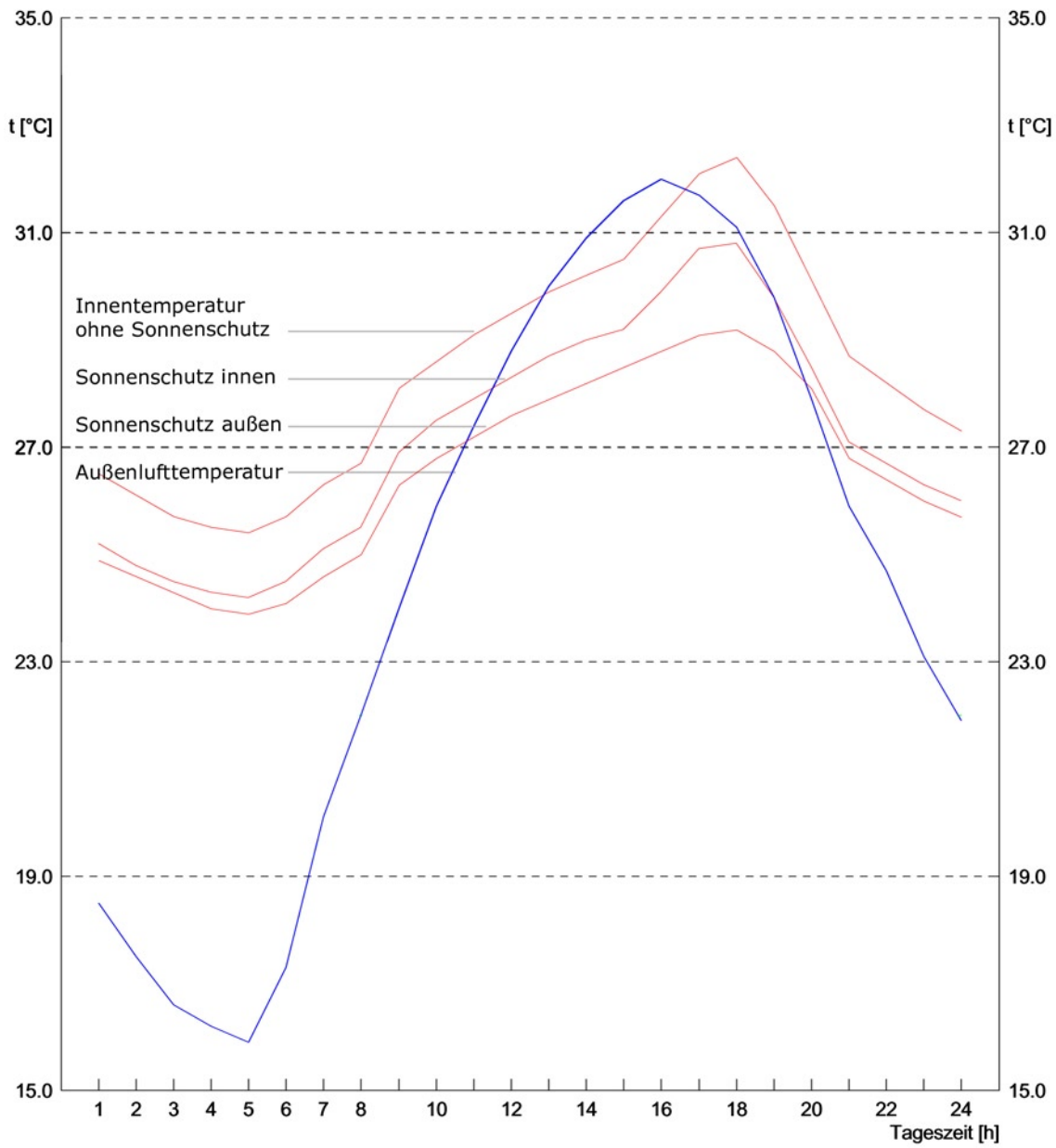
### Temperaturverlauf Juli

Gruppenraum mit Südorientierung;  
Juli





Temperaturverlauf  
Besprechungsraum mit Nordwestori-  
entierung; Juli





### Kühllastdiagramme September

Gruppenraum mit Südorientierung,  
September

#### ohne Sonnenschutz

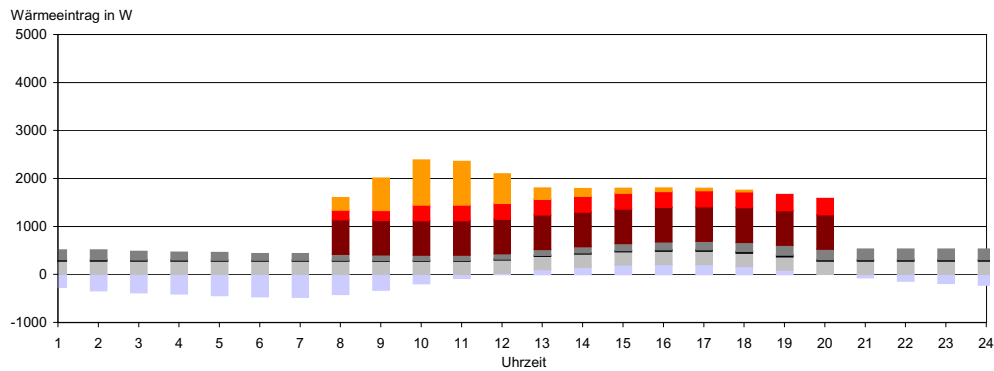
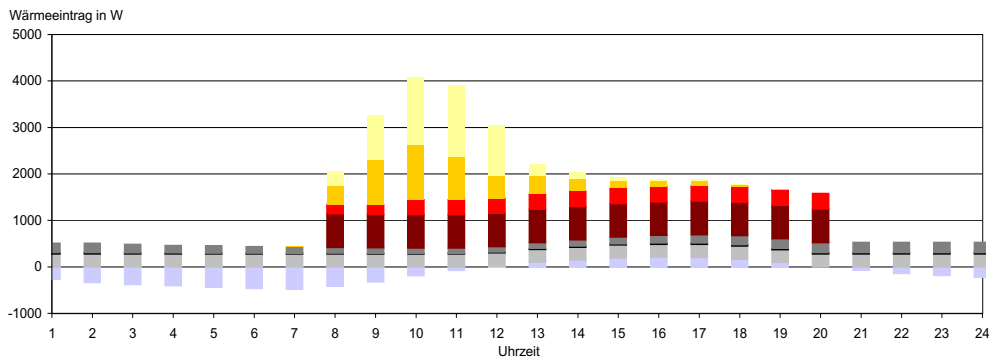
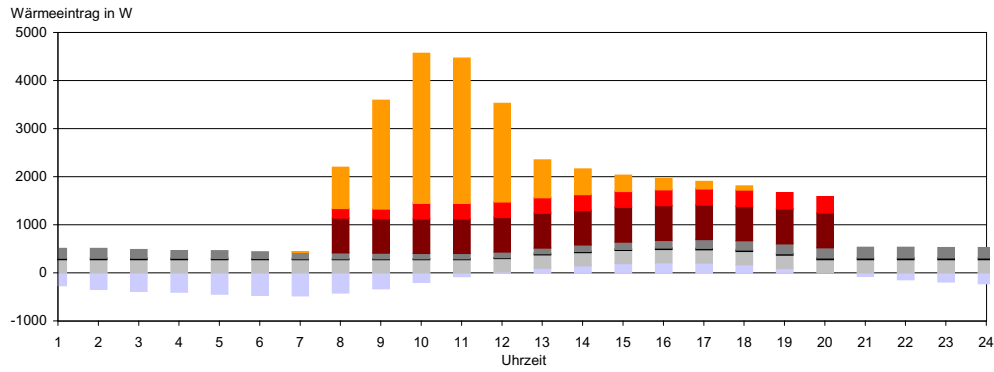
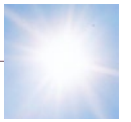
Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-262	-334	-376	-397	-435	-456	-469	-410	-321	-186	-72	25	101	148	194	211	207	169	93	0	-63	-135	-182	-215
Transmission durch Innenwände	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Transmission durch Außenwände	30	30	27	27	23	23	19	17	16	16	17	18	20	23	26	29	31	32	33	33	33	33	33	33
Transmission durch Dach	201	201	179	157	157	136	136	125	118	112	111	114	122	132	146	162	179	193	205	214	220	220	217	217
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	203	202	320	322	326	328	329	329	331	333	335	335	337	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	0	6	850	2255	3117	3017	2044	777	529	335	229	154	83	3	0	0	0	0	0

#### mit innenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-262	-334	-376	-397	-435	-456	-469	-410	-321	-186	-72	25	101	148	194	211	207	169	93	0	-63	-135	-182	-215
Transmission durch Innenwände	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Transmission durch Außenwände	30	30	27	27	23	23	19	17	16	16	17	18	20	23	26	29	31	32	33	33	33	33	33	33
Transmission durch Dach	201	201	179	157	157	136	136	125	118	112	111	114	122	132	146	162	179	193	205	214	220	220	217	217
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	203	202	320	322	326	328	329	329	331	333	335	335	337	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 1	0	0	0	0	0	0	3	402	975	1186	912	476	389	265	168	115	105	41	1	0	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 2	0	0	0	0	0	0	1,07	306	963	1460	1548	1097	241	139	67,8	43	35,6	13,4	0,4	0	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster gesamt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### mit außenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-262	-334	-376	-397	-435	-456	-469	-410	-321	-186	-72	25	101	148	194	211	207	169	93	0	-63	-135	-182	-215
Transmission durch Innenwände	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Transmission durch Außenwände	30	30	27	27	23	23	19	17	16	16	17	18	20	23	26	29	31	32	33	33	33	33	33	33
Transmission durch Dach	201	201	179	157	157	136	136	125	118	112	111	114	122	132	146	162	179	193	205	214	220	220	217	217
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	203	202	320	322	326	328	329	329	331	333	335	335	337	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	0	2	255	677	935	905	613	233	159	101	69	46	25	0	0	0	0	0	0



- Strahlung durch Fenster gesamt
  - Strahlung durch Fensterteil 2
  - Strahlung durch Fensterteil 1
  - Personen
  - Maschinen
- Transmission durch Dach
  - Transmission durch Außenwände
  - Transmission durch Innenwände
  - Transmission durch Fenster



Besprechungsraum mit Nordwestorientierung; September

ohne Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-262	-334	-376	-397	-435	-456	-469	-410	-321	-186	-72	25	101	148	194	211	207	169	93	0	-63	-135	-182	-215
Transmission durch Innenwände	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Transmission durch Außenwände	36	36	32	32	27	27	22	19	16	14	12	11	11	11	12	14	16	19	22	26	30	30	36	36
Transmission durch Dach	211	211	188	188	165	165	143	132	123	118	117	119	128	138	154	170	188	203	215	215	230	230	228	228
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	509	504	801	806	815	819	824	824	828	833	837	837	842	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	0	2	70	140	206	271	319	344	355	357	403	929	1135	135	0	0	0	0	0

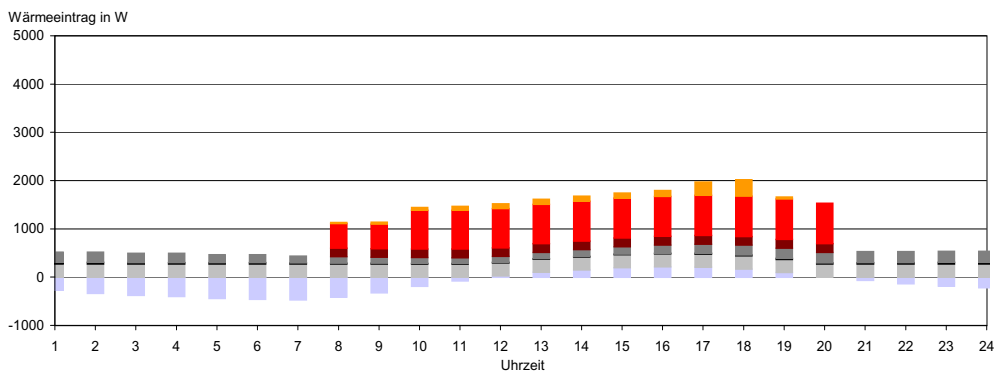
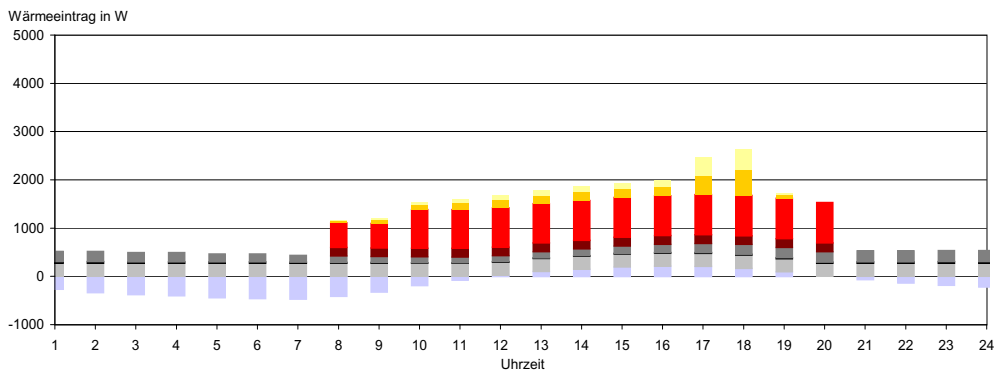
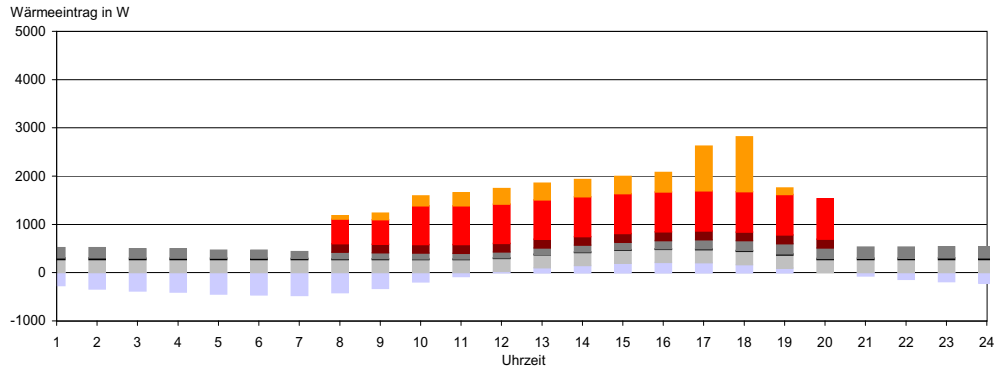
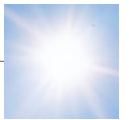
mit innenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-262	-334	-376	-397	-435	-456	-469	-410	-321	-186	-72	25	101	148	194	211	207	169	93	0	-63	-135	-182	-215
Transmission durch Innenwände	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Transmission durch Außenwände	36	36	32	32	27	27	22	19	16	14	12	11	11	11	12	14	16	19	22	26	30	30	36	36
Transmission durch Dach	211	211	188	188	165	165	143	132	123	118	117	119	128	138	154	170	188	203	215	215	230	230	228	228
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	509	504	801	806	815	819	824	824	828	833	837	837	842	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 1	0	0	0	0	0	0	1	35	70	103	135	159	172	178	178	189	391	525	67	0	0	0	0	0
Strahlung durch Fensterteil 2	0	0	0	0	0	0	0,28	17,5	39,9	61,9	82,2	98,2	108	111	105	130	389,9	426,5	27,8	0	0	0	0	0

mit außenliegendem Sonnenschutz

Uhrzeit (MESZ) in h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Transmission durch Fenster	-262	-334	-376	-397	-435	-456	-469	-410	-321	-186	-72	25	101	148	194	211	207	169	93	0	-63	-135	-182	-215
Transmission durch Innenwände	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Transmission durch Außenwände	36	36	32	32	27	27	22	19	16	14	12	11	11	11	12	14	16	19	22	26	30	30	36	36
Transmission durch Dach	211	211	188	188	165	165	143	132	123	118	117	119	128	138	154	170	188	203	215	215	230	230	228	228
Maschinen	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	0	0	0
Personen	0	0	0	0	0	0	0	509	504	801	806	815	819	824	824	828	833	837	837	842	0	0	0	0
Strahlung durch Fenster	0	0	0	0	0	0	1	21	42	62	81	96	103	107	107	121	279	341	40	0	0	0	0	0



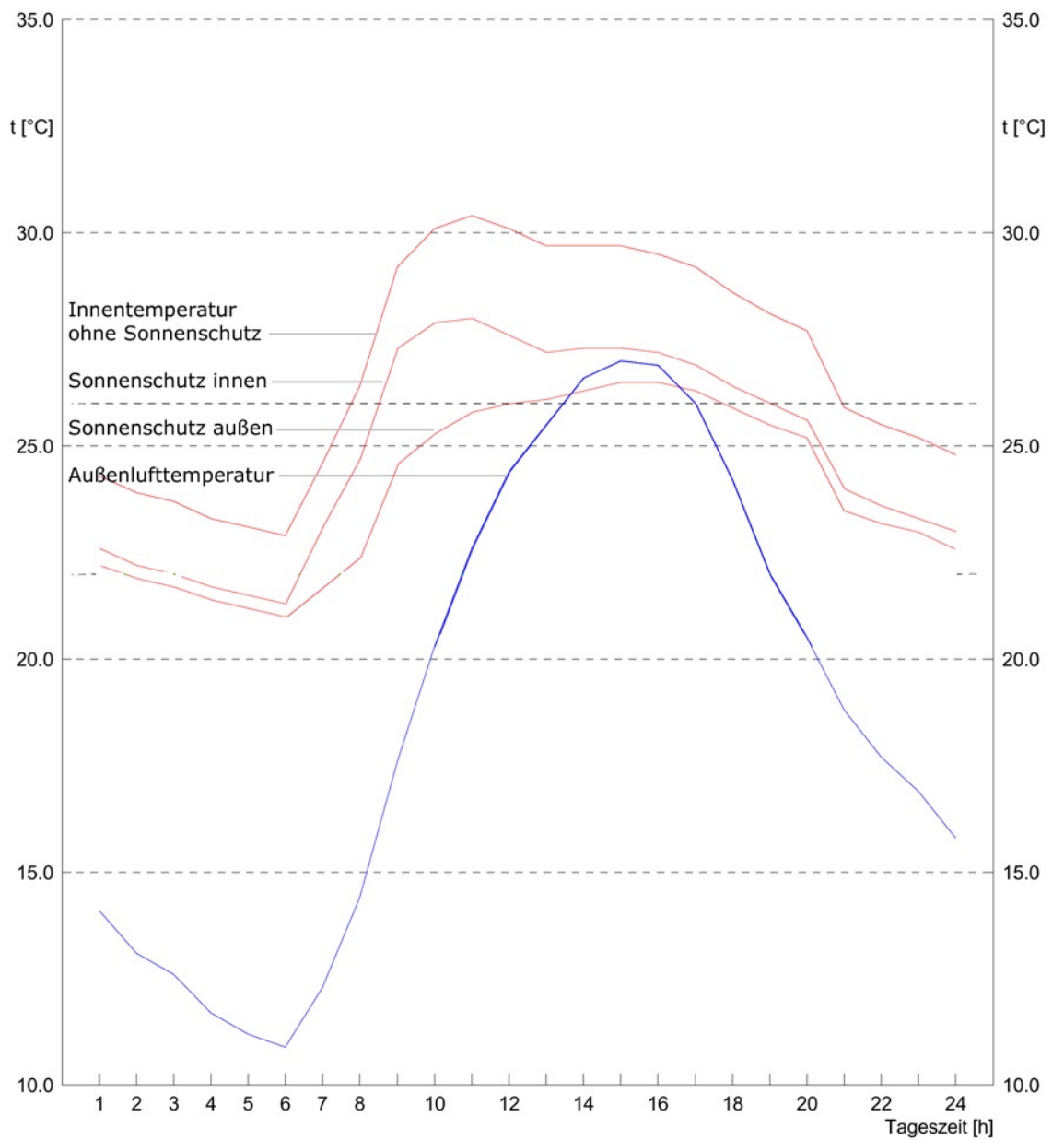


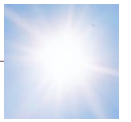
- Strahlung durch Fenster gesamt
  - Strahlung durch Fensterteil 2
  - Strahlung durch Fensterteil 1
  - Personen
  - Maschinen
- Transmission durch Dach
  - Transmission durch Außenwände
  - Transmission durch Innenwände
  - Transmission durch Fenster



### Temperaturverlauf September

Gruppenraum mit Südorientierung,  
September





Temperaturverlauf  
Besprechungsraum mit Nordwestorien-  
tierung; September

