

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ



Architektin Estelle Wüsten M.A. | zertifizierte Passivhausplanerin

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

- Was versteht man unter sommerlichem Wärmeschutz?
- Thermische Behaglichkeit
- Faktoren, die den sommerlichen Wärmeschutz beeinflussen
- Nachweis des sommerlichen Wärmeschutz
- Konzept Lüftungsplanung in Frankfurt
- Ausführungsbeispiele

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Was für den Winterfall der Nachweis des Mindestwärmeschutzes der Einzelbauteile ist, ist beim sommerlichen Wärmeschutz der Nachweis für kritische Räume oder Raumgruppen.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Der sommerliche Wärmeschutz begrenzt die durch Sonneneinstrahlung verursachte Aufheizung von Räumen so weit, dass ein behagliches Raumklima gewährleistet bleibt.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Thermische Behaglichkeit beschreibt das menschliche Wohlbefinden in Abhängigkeit von der Wärme.

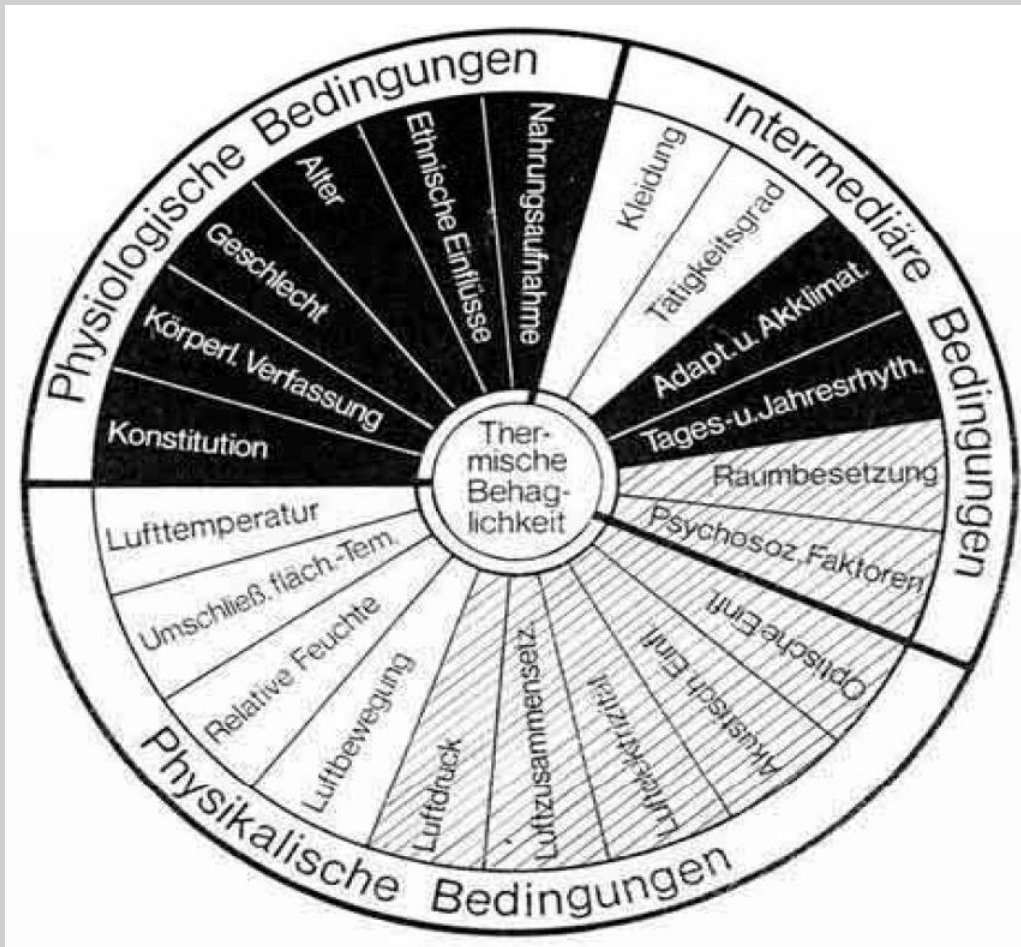
Haupteinflussgrößen:

- Lufttemperatur
- mittlere innere Oberflächentemperaturen der raumumschließenden Flächen | Strahlungstemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- relative Feuchte der Raumluft

Aktivität, Bekleidung, Alter, physisches und psychisches Allgemeinbefinden . . .

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

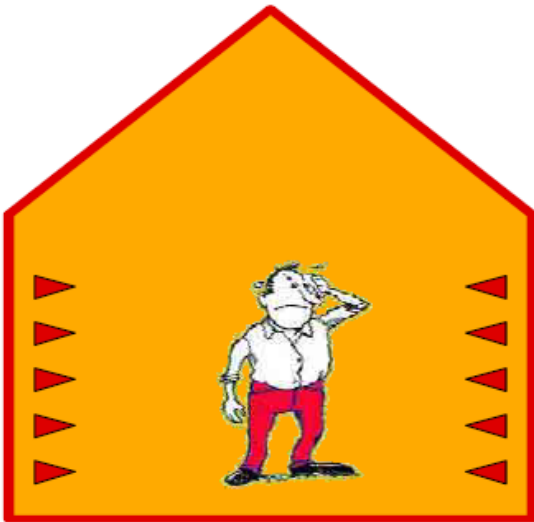
Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Die operative Temperatur (Empfindungstemperatur) bildet den Mittelwert aus der Lufttemperatur und den gemittelten Oberflächentemperaturen des Raumes und ist ein seit Jahren bekannter Maßstab zur Beurteilung thermischer Komfortzustände

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Thermische Behaglichkeit im Sommer



Lufttemperatur **26°C**
Strahlungstemperatur **34°C**

⇒ Operative Temperatur = 30°C

OK!

Lufttemperatur **27°C**
Strahlungstemperatur **25°C**

⇒ Operative Temperatur = 26°C

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

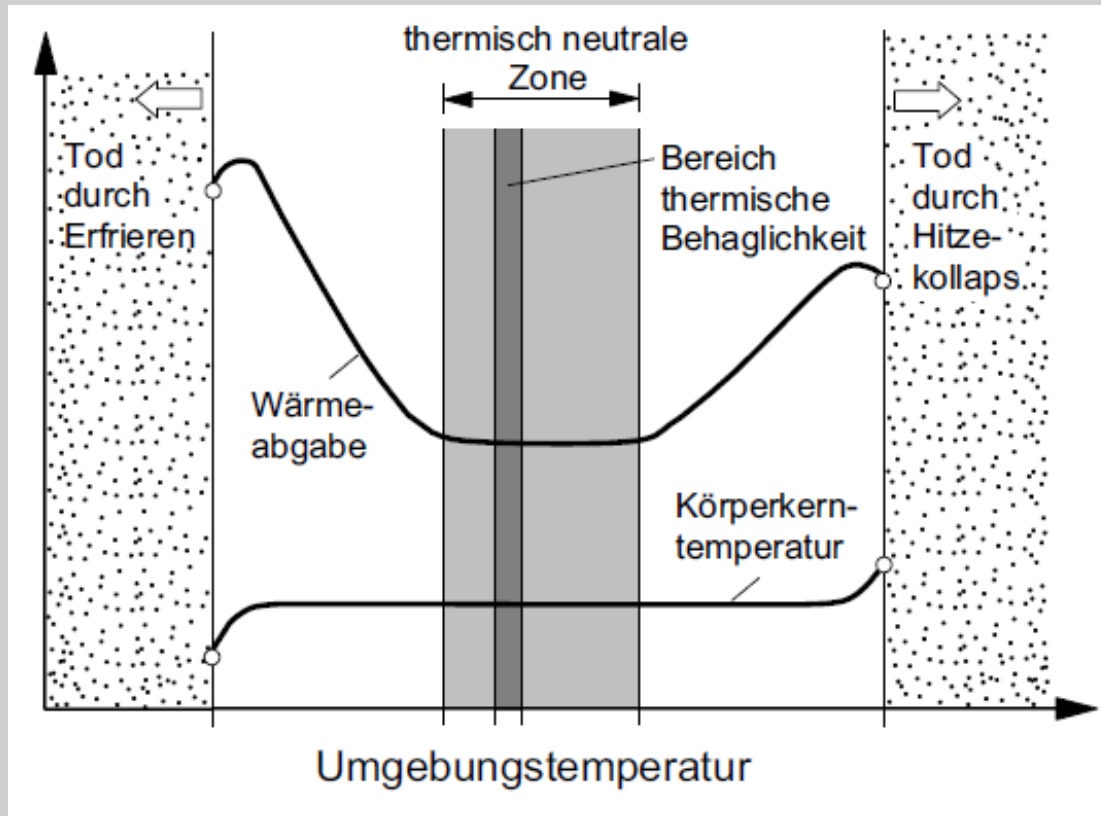


Abbildung 1: Schematischer Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur des Menschen und seiner Körperkerntemperatur bzw. Wärmeabgabe

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

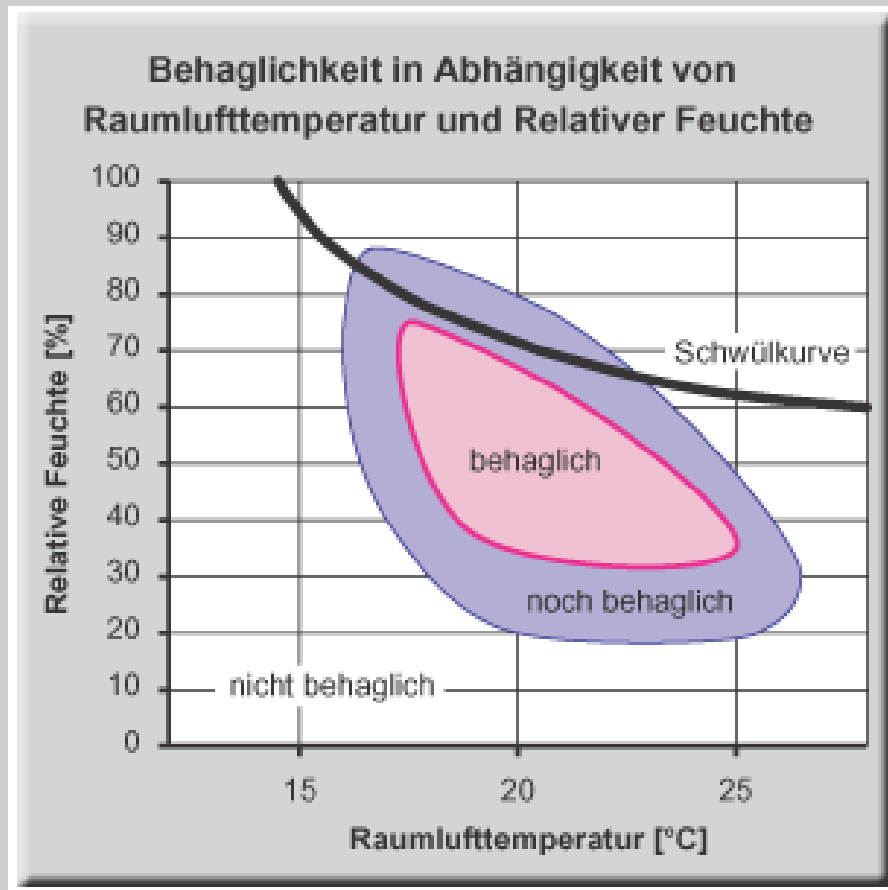
Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur liegt vor, wenn die Wärmebilanz (Wärmezufuhr, Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe) des menschlichen Körpers ausgeglichen ist.

Auszug aus der ASR A3.5,

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen



Grenzwert der Innentemperatur

PHPP 25°C

DIN 4108-2 25° - 27°C

ASR A3.5 26°

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“

“. . . bereits bei der Planung bzw. dem Bau ist darauf zu achten, dass durch geeignete Maßnahmen, insbesondere geeignete Sonnenschutzsysteme, die Raumtemperatur möglichst nicht über 26°C ansteigen kann.“

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“

“Bei Überschreitung der Raumlufttemperatur von +30°C müssen wirksame Maßnahmen gemäß Tabelle 4 ergriffen werden.”

- *Effektive Steuerung des Sonnenschutzes*
- *Nachtlüftung*
- *Reduktion der inneren thermischen Lasten*
- *Lüftung in den frühen Morgenstunden*
- *Lockerung der Bekleidungsregeln*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“

“Bei Überschreitung der Raumlufttemperatur von +30°C müssen wirksame Maßnahmen gemäß Tabelle 4 ergriffen werden.”

- *Effektive Steuerung des Sonnenschutzes*
- *Nachtlüftung*
- *Reduktion der inneren thermischen Lasten*
- *Lüftung in den frühen Morgenstunden*
- *Lockerung der Bekleidungsregeln*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“

“Bei Überschreitung der Raumlufttemperatur von +30°C müssen wirksame Maßnahmen gemäß Tabelle 4 ergriffen werden.”

- *Effektive Steuerung des Sonnenschutzes*
- *Nachtlüftung*
- *Reduktion der inneren thermischen Lasten*
- *Lüftung in den frühen Morgenstunden*
- *Lockerung der Bekleidungsregeln*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“

“Bei Überschreitung der Raumlufttemperatur von +30°C müssen wirksame Maßnahmen gemäß Tabelle 4 ergriffen werden.“

- *Effektive Steuerung des Sonnenschutzes*
- *Nachtlüftung*
- *Reduktion der inneren thermischen Lasten*
- *Lüftung in den frühen Morgenstunden*
- *Lockerung der Bekleidungsregeln*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 „Raumtemperatur“

“Bei Überschreitung der Raumlufttemperatur von +30°C müssen wirksame Maßnahmen gemäß Tabelle 4 ergriffen werden.”

- *Effektive Steuerung des Sonnenschutzes*
- *Nachtlüftung*
- *Reduktion der inneren thermischen Lasten*
- *Lüftung in den frühen Morgenstunden*
- *Lockerung der Bekleidungsregeln*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

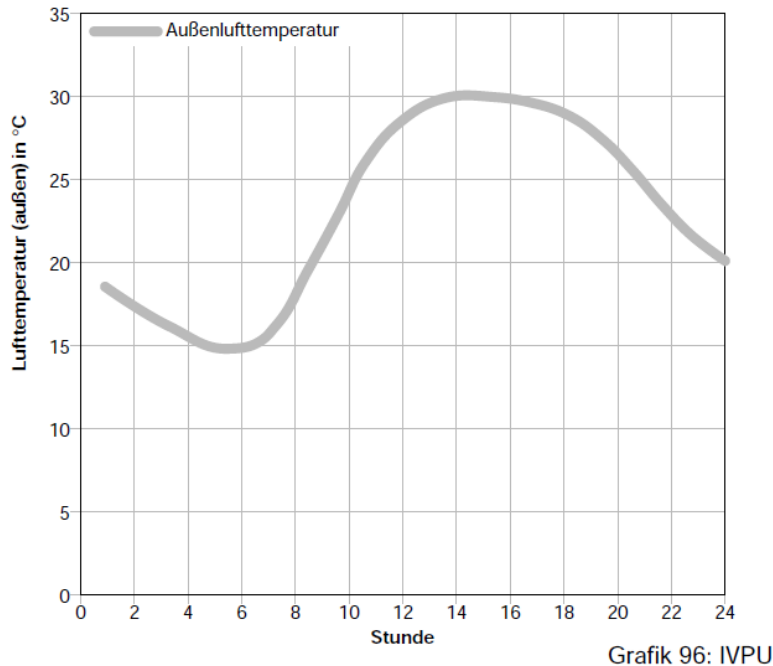
Faktoren, die den sommerlichen Wärmeschutz beeinflussen

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

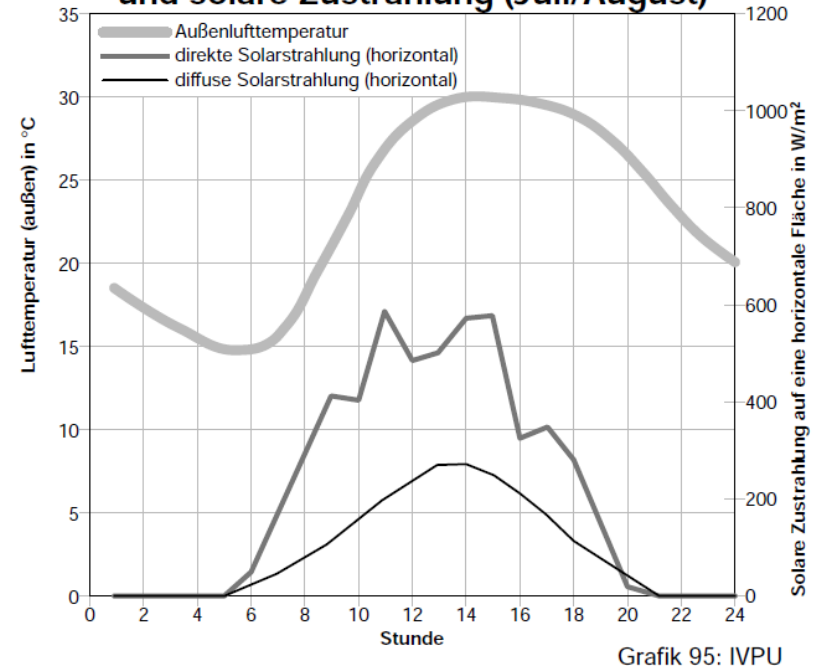
Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Sonneneinstrahlung

**Außentemperatur
an einem heißen Hochsommertag**



**Außentemperatur
an einem heißen Hochsommertag
und solare Zustrahlung (Juli/August)**



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Sonneneinstrahlung

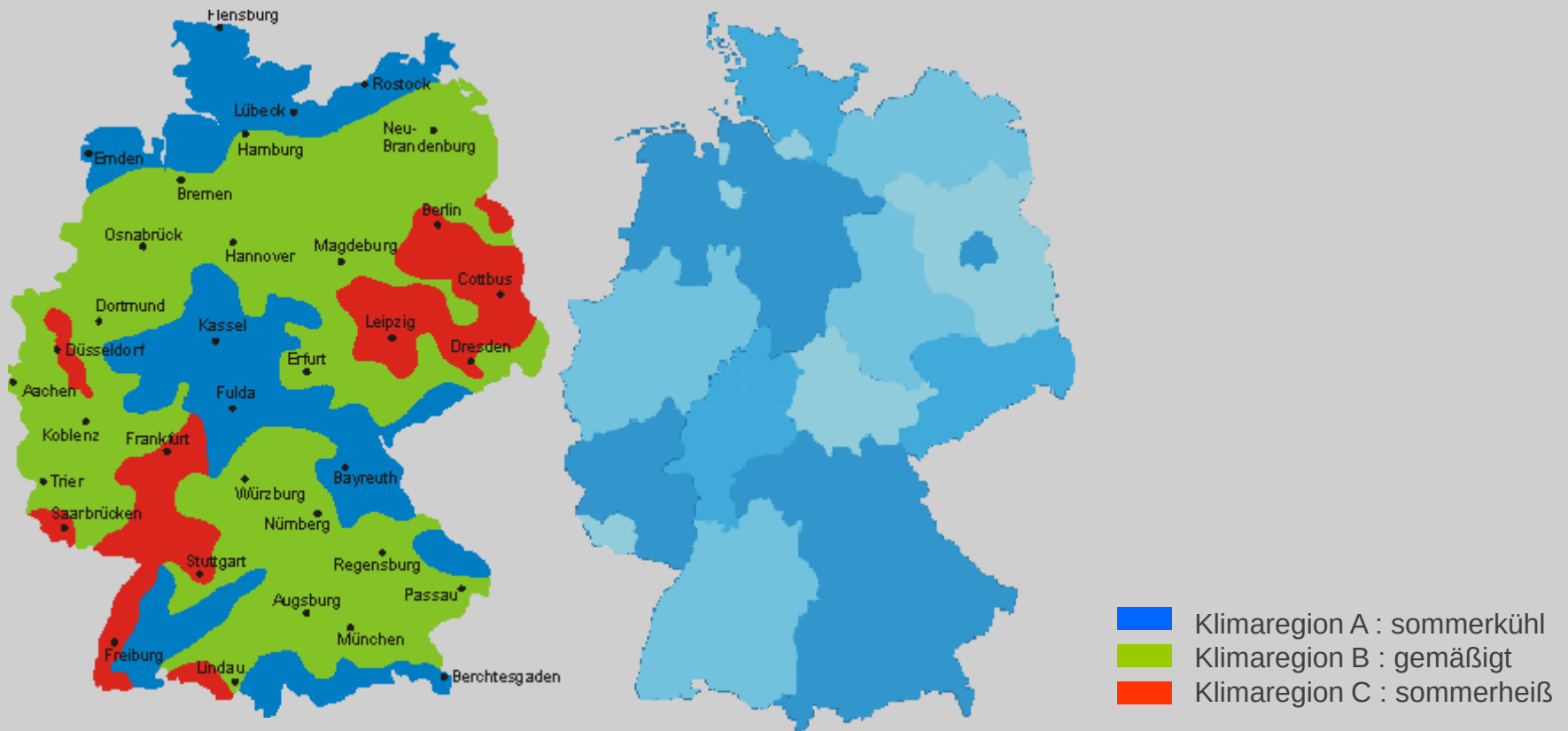
Sommer-Klimaregion	Grenzwert der Innentemperatur	Höchstwert der mittleren monatl. Außentemperatur
A: sommerkühl	25° C	$\theta \leq 16,5^\circ \text{ C}$
B: gemäßigt	26° C	$16,5^\circ \text{ C} < \theta < 18,0^\circ \text{ C}$
C: sommerheiß	27° C	$\theta \geq 18,0^\circ \text{ C}$

Zugrunde gelegte Grenzwerte der Innentemperaturen nach DIN 4108-2

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Sonneneinstrahlung



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Wärmespeicherfähigkeit

Bauart: ^{h,i)} detaillierter Nachweis (Berechnung liegt bei), oder Einstufung pauschal "Leichte Bauart"					
☒ Detaillierte Berechnung für schwere Bauart (siehe Berechnung C-wirk)				144,8 [Wh/(m²K)]	
☐ Leichte Bauart	$C_{\text{wirk}} / A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$	bzw. ohne Nachweis ^{h)}	$f_{\text{gew}}^{j)} = 0,64$	+0,06 f_{gew}	
☐ Mittlere Bauart	$50 \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$	mit Nachweis ^{h)}		+0,10 f_{gew}	
☐ Schwere Bauart	$C_{\text{wirk}} / A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$	mit Nachweis ^{h)} bzw. reine KS-Konstruktion ⁱ⁾		+0,115 f_{gew}	0,074

Einteilung der Bauart nach DIN 4108-2

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Wärmespeichervermögen =

Spezifische Wärmekapazität x Rohdichte x Schichtdicke

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} pro Bauteilschicht =
Spezifische Wärmekapazität x Rohdichte x Schichtdicke x Fläche

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} pro Bauteilschicht

Bauteil 1:

Bauteiltyp: ☒ Außenbauteil ☐ Innenbauteil

Bezeichnung: **KS-Außenwand**

Fläche: **22,83** [m²]

Wärmeübergangswiderstand innen: **0,130** [m²K / W]

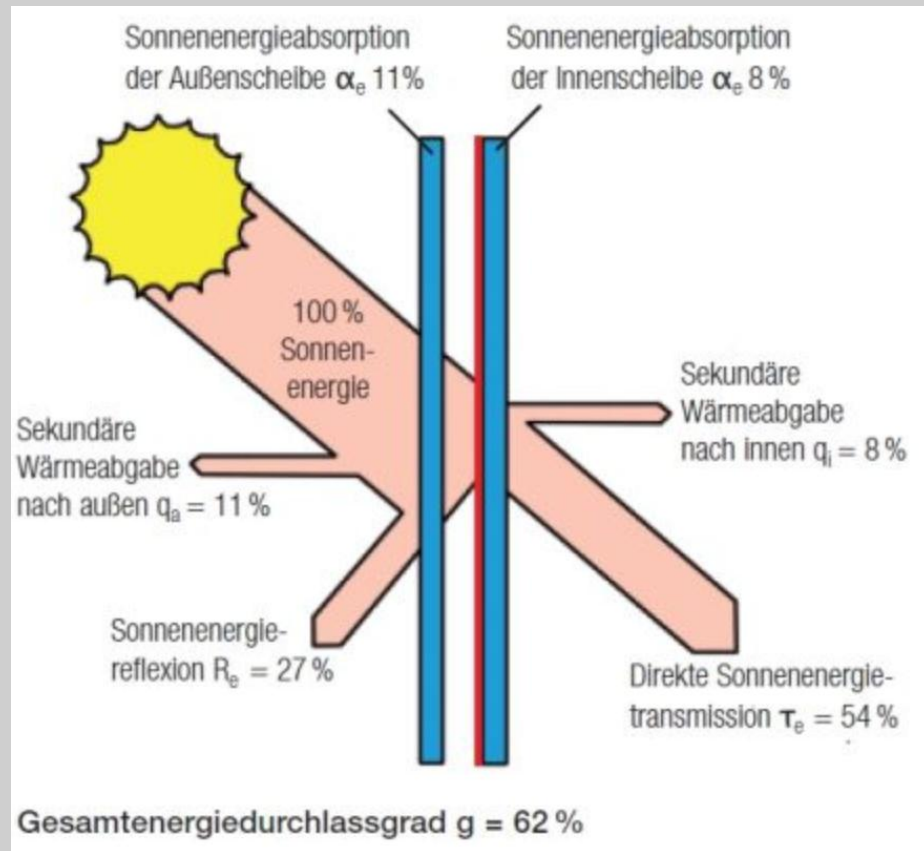
	Schichtbezeichnung:	Dicke d [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	C [J/kgK]	$C_{\text{wirk}, 10\text{cm}}$ [Wh/m ² K]	d_{wirk} [m]
innen							
Schicht 1	Kalk-Gipsputz	0,0100	0,700	1400	1000	3,89	0,010
Schicht 2	KS-Mauerwerk	0,1750	0,990	1800	1000	45,00	0,090
Schicht 3	PS-Hartschaum	0,1200	0,035	20	1500	0,00	0,000
Schicht 4	Aussenputz	0,0100	0,100	400	1000	0,00	0,000
Schicht 5						0,00	0,000
Schicht 6						0,00	0,000
außen							
	Wärmeübergangswiderstand außen:	0,040	[m ² K / W]			48,89	[Wh/m ² K]
	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert:	0,257	[W / m ² K]			1116,1	[Wh/K]
					$C_{\text{wirk}, 10\text{cm}}$		

Berechnung der wirksamen Speicherfähigkeit nach DIN 4108-6

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Fenster



Der g-Wert als *Gesamtenergiedurchlassgrad* ist die Summe aus der direkten Transmission solarer Strahlung, sowie die Wärmeabgabe nach innen durch Strahlung und Konvektion.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Fenster

Gesamtenergiedurchlassgrad von transparenten Bauteilen	g
Einfachverglasung	0,87
Doppelverglasung	0,76
Wärmeschutzverglasung (doppelverglast mit selektiver Beschichtung)	0,50 bis 0,70
Dreifachverglasung normal	0,60 bis 0,70
Dreifachverglasung (mit 2-fach selektiver Beschichtung)	0,35 bis 0,50
Sonnenschutzverglasung	0,20 bis 0,50

Gesamtenergiedurchlassgrad (g) von Verglasungen DIN 4108-6

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Sonnenschutz

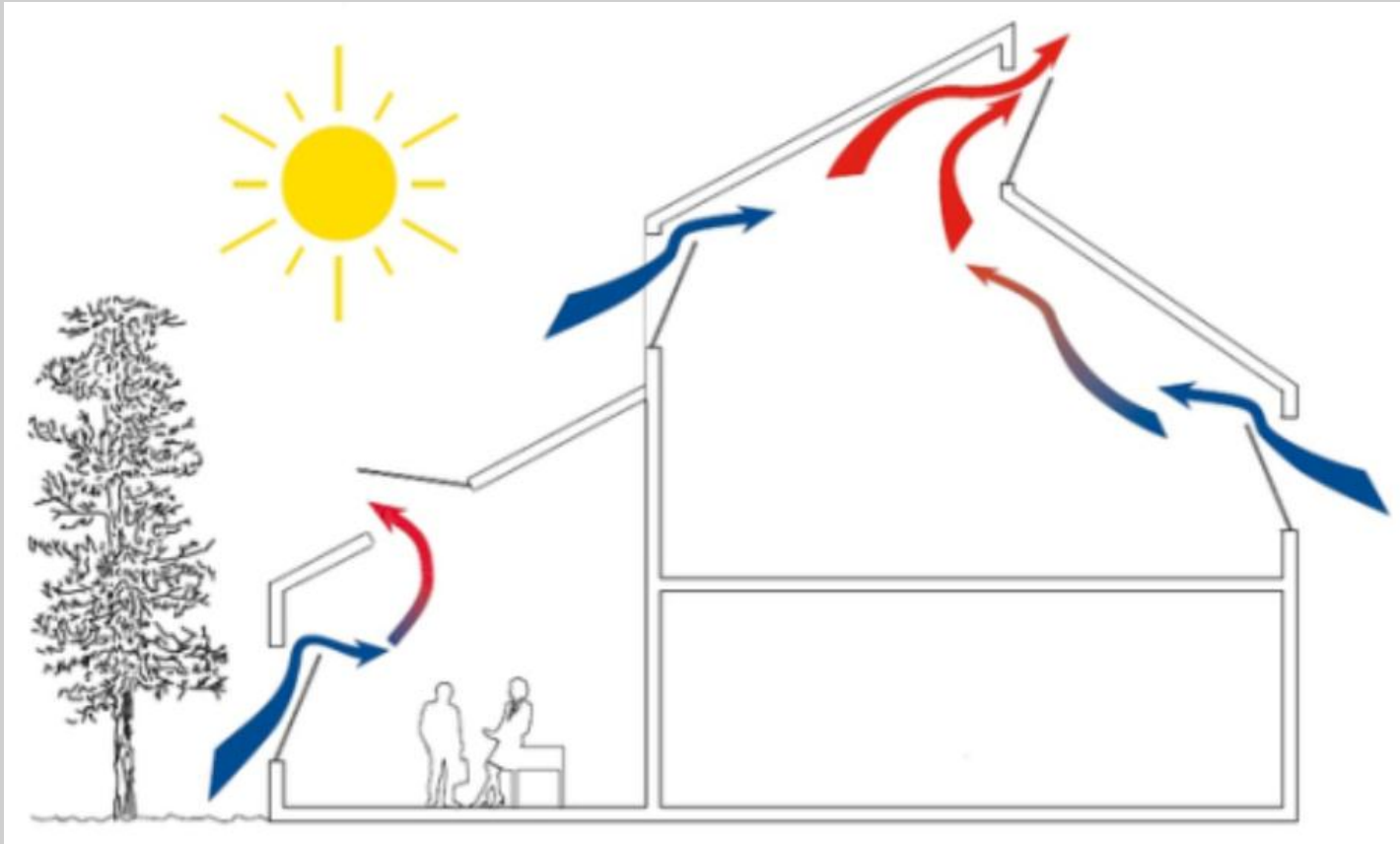
Zeile		Sonnenschutzvorrichtung ^a	F_c
1		Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,0
2		Innenliegend oder zwischen den Scheiben ^b :	
	2.1	weiß oder reflektierende Oberfläche mit geringer Transparenz	0,75
	2.2	helle Farben oder geringe Transparenz ^c	0,8
	2.3	dunkle Farbe oder höhere Transparenz	0,9
3		Außenliegend	
	3.1	drehbare Lamellen, hinterlüftet	0,25
	3.2	Jalousien und Stoffe mit geringer Transparenz ^c , hinterlüftet	0,25
	3.3	Jalousien, allgemein	0,4
	3.4	Rollläden, Fensterläden	0,3
	3.5	Vordächer, Loggien, freistehende Lamellen ^d	0,5
	3.6	Markisen ^d , oben und seitlich ventiliert	0,4
	3.7	Markisen ^d , allgemein	0,5

Abminderungsfaktoren F_c von Sonnenschutzvorrichtungen DIN 4108-2

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Lüftung



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Nr.	Einflussfaktoren	Bedeutung für das Raumklima
1	Strahlung der Sonne / Gebäudestandort	+++
2	Fenster	+++
2.1	Energiedurchlassgrad der Fenster	++
2.2	Fensterfläche / Fensterflächenanteil	+++
2.3	Fensterneigung	++
2.4	Sonnenschutz / Verschattung	+++
3	Orientierung des Gebäudes / der Fenster	++
4	Bauart der Innenbauteile (leicht, mittel, schwer)	+
5	Lüftung, insbesondere in der Nacht	+++
6	Dämmstandard der Konstruktion	+++
7	Wärmespeichervermögen der Wände, Decken	+++

+++

++

+

sehr wichtig

wichtig

weniger wichtig

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | **Einflussfaktoren** | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

Zusammenspiel von Fensterflächenanteil, Ausrichtung,
Speichermasse, Sonnenschutz und Nachtlüftung

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen

„Sommerlicher Wärmeschutz“ nach PHPP
(Anzahl der Stunden über einer Behaglichkeitsgrenze)

Empfohlene Übertemperaturhäufigkeit ($> 25^{\circ}\text{C}$) -> 5%

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

$$S_{\text{vorh.}} < S_{\text{zul.}}$$

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen

„Sommerlicher Wärmeschutz“ nach PHPP

Klimaregion

$C_{\text{wirk.}}$ Speicherfähigkeit

25°C Grenztemperatur

Fensterfläche | Neigung | Orientierung

F_c Reduktionsfaktor für Sonnenschutz

Luftwechsel

- + Nachtlüftung | automatisch oder manuell
- + IWQ Interne Wärmequellen
- Nutzungszeit
- Ein-Zonen-Model
- + Vordächer/Verschattung

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Klimaregion

$C_{\text{wirk.}}$ Speicherfähigkeit

26°C Grenztemperatur

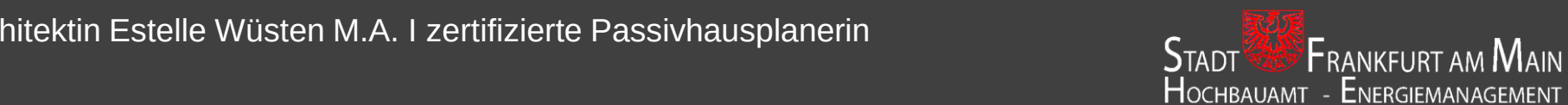
Fensterfläche | Neigung | Orientierung

F_c Reduktionsfaktor für Sonnenschutz

Luftwechsel

- **Nachtlüftung** | automatisch oder manuell
- IWQ Interne Wärmequellen
- Nutzungszeit
- + **Raumweise Betrachtung**
- **Vordächer/Verschattung**

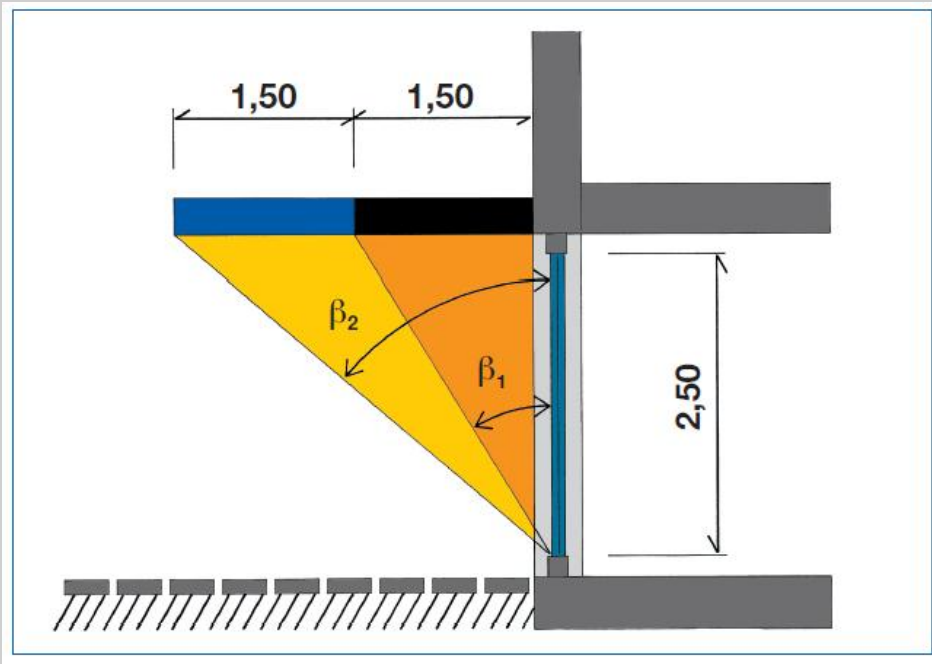
Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

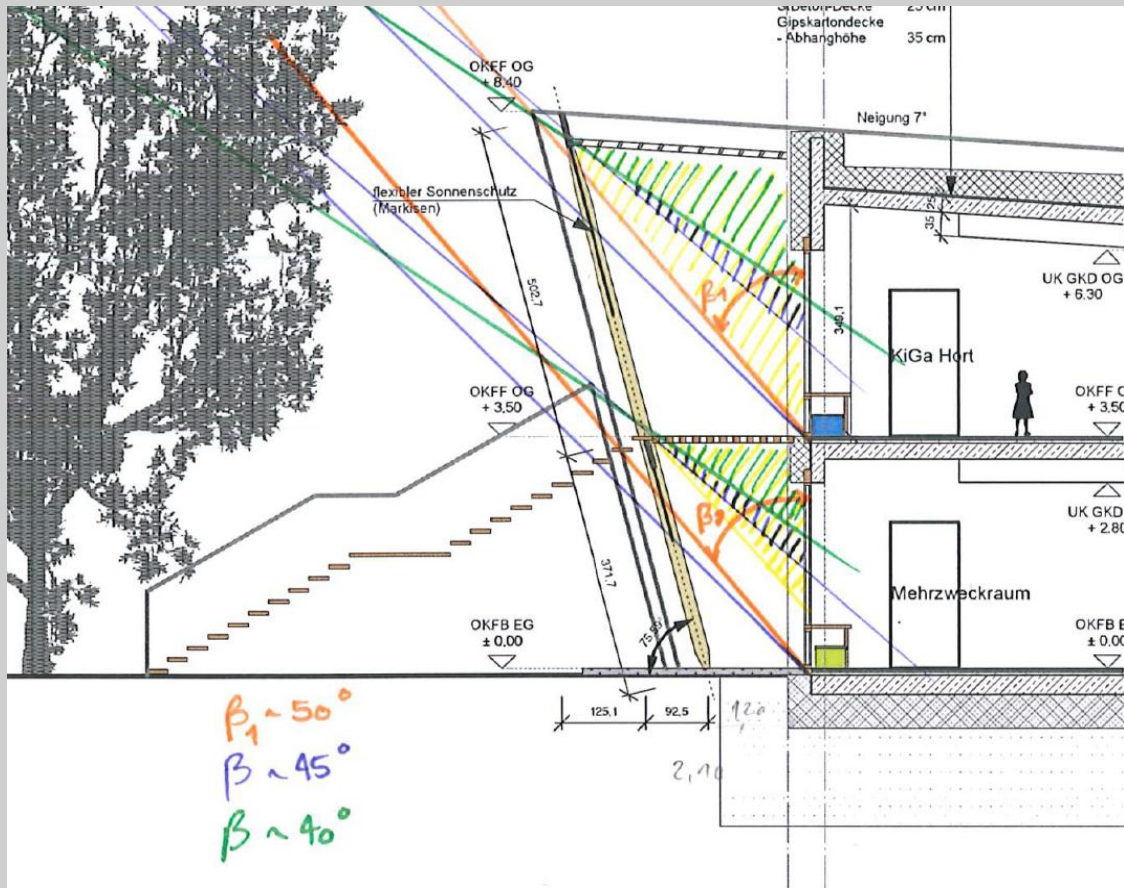
Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen

DIN 4108-2 : „Dabei muss näherungsweise sichergestellt sein, dass keine direkte Besonnung der Fenster erfolgt“.



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | **DIN 4108-2 vs. PHPP** | Frankfurter Standard | Impressionen



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

*„Der sommerliche Wärmeschutz ist immer gemäß der EnEV nach
DIN 4108-2 nachzuweisen“*

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen



Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

Passivhaus-Standard ist einer der vorgegebenen Qualitäten und Handlungsempfehlungen, die sich aus den bisher gesammelten Erfahrungen abgeleitet haben

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Lüftungskonzept nach Frankfurter Standard

„Die Lüftungsanlage soll nur während der Heizperiode in Betrieb sein“

- > hygienisch erforderlicher Mindestluftwechsel i.d.R. $20\text{m}^3/\text{h P}$
- > Zuluft wird in den Klassenräumen eingebracht
- > Überströmung Verkehrsflächen
- > Abluft über Sanitärbereiche

„Außerhalb der Heizperiode muss über Fenster gelüftet werden“

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Auszug aus den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen:

„Ausreichend große Öffnungsquerschnitte für die natürliche Lüftung sind auch beim Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage vorzusehen (0,1 – 0,2 m² je Person)“

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

„Vorhandene Anlage im Sommer durchlaufen lassen“

Die Volumenströme, die auf die winterliche Hygiene-Lüftung ausgelegt sind, reichen im Sommer nicht zur Kühlung des Gebäudes!

Hinweis:

Eine Verdopplung des Volumenstroms bei unverändertem Kanalnetz erhöht den Leistungsbedarf für die Luftförderung auf das Vier- bis Achtfache. Das verbraucht nicht nur zusätzliche Energie, sondern führt der Luft auch die erhöhte Abwärme der Ventilatoren zu.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

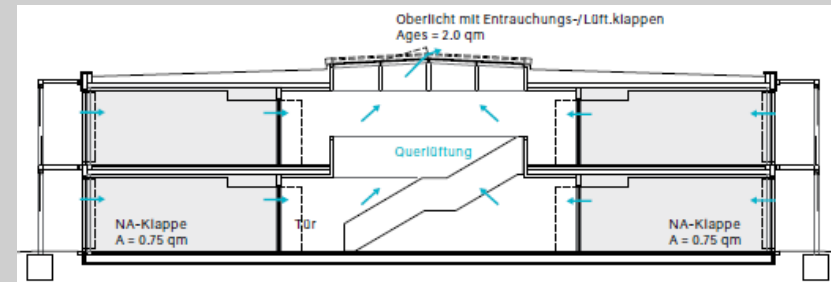
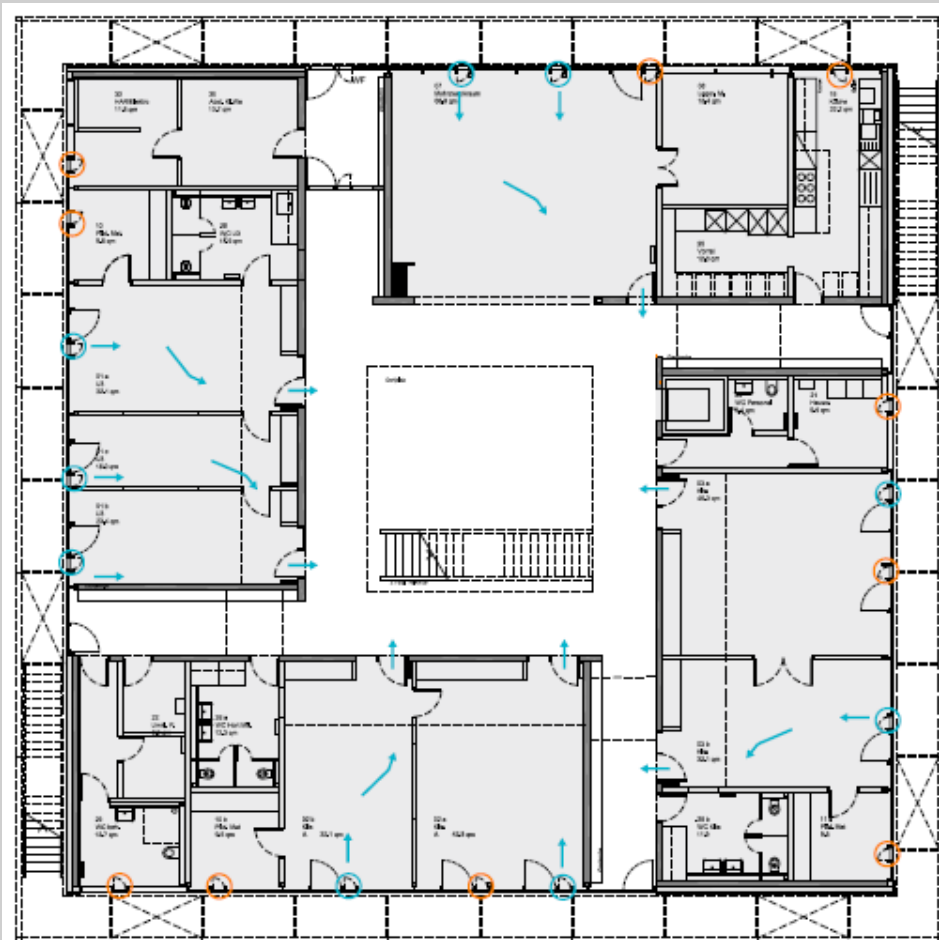
Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Auszug aus den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen:

„Zusätzlich sind zur Vermeidung sommerlicher Überhitzungserscheinungen in Klassen- und Gruppenräumen ausreichend große Nachtlüftungsklappen (ohne Querlüftung ca. 1m^2 , mit Querlüftung ca. $0,5\text{m}^2$ freier Querschnitt) mit geeignetem Einbruch-, und Insektenschutz vorzusehen.“

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

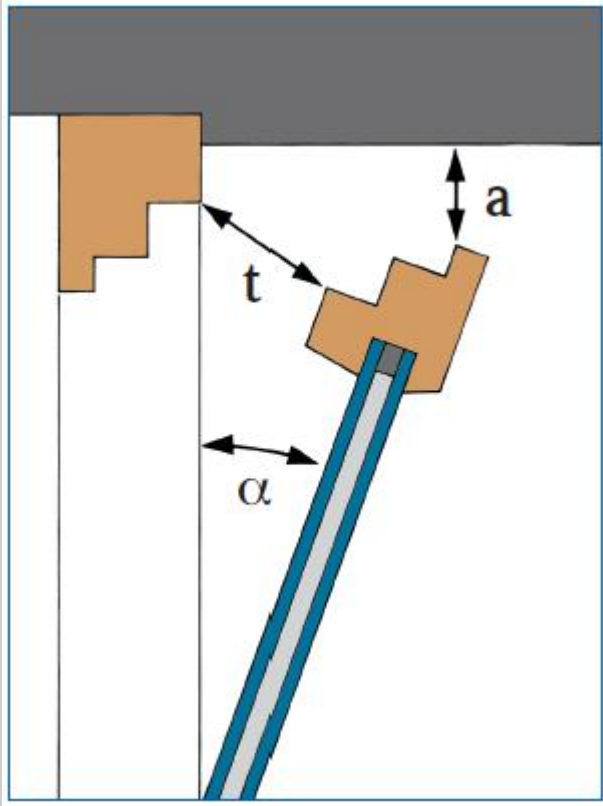


Birk und Heilmeyer Architekten BDA

Architektin Estelle Wüsten M.A. | zertifizierte Passivhausplanerin

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen



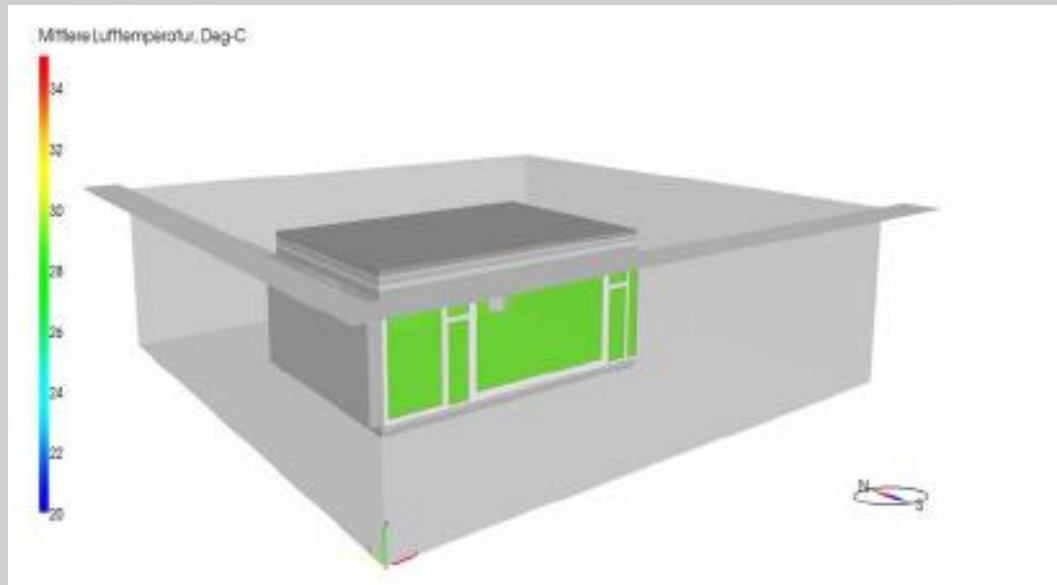
Hinweis:

Wenn der Abstand zwischen Flügel und Laibung (a) enger ist als die obere Kippweite, dann kann sich der tatsächliche Luftaustausch bis auf die Hälfte reduzieren.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Nachtlüftungsklappen vs. Lüftungsanlage



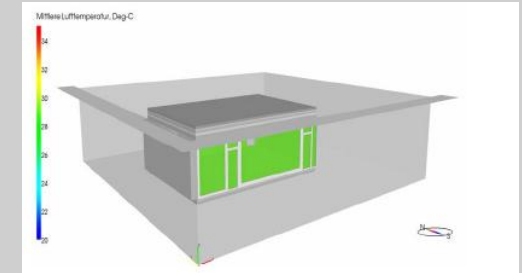
Thermische Simulation für eine ausgewählte 12-tägige sommerliche Hitzeperiode („Extremwetter“) zur Beurteilung der Nachtauskühlung für einen typischen KiTa Gruppenraum.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Nachtlüftungsklappen vs. Lüftungsanlage

-> Der Einfluss der Bauschwere macht sich insbesondere bei einer ausreichenden „Entladung“ der Speichermassen durch eine erhöhte Nachtauskühlung / -Lüftung bemerkbar.



-> Die am Tag auftretenden Raumtemperaturspitzen max. T_i können in Auswertung der Simulation durch eine massive Bauweise – z.B. Mauerwerksinnen- und Außenwände – im Vergleich zu einer leichten Bauweise um bis zu **1,5 K** reduziert werden.

-> Das sommerliche Verhalten von Gebäuden im Passivhausstandard und Gebäuden im EnEV 2009-Dämmstandard unterscheidet sich – bei gleicher Fensterfläche – nur marginal.

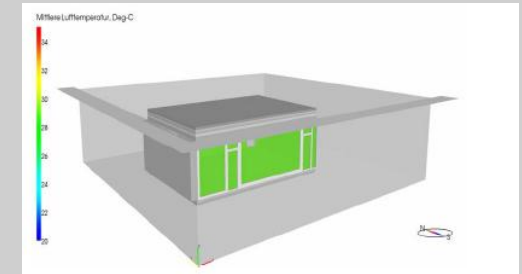
SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Nachtlüftungsklappen vs. Lüftungsanlage

-> Es empfiehlt sich eine strahlungsgesteuerte Regelung der Sonnenschutzeinrichtungen einzusetzen, die ab einer Solardirektstrahlung von z.B. 200 W/m^2 aktiviert wird, so dass der Sonnenschutz insbesondere auf der Westseite bei Bedarf über die Nutzungszeit hinaus geschlossen bleibt.

-> Damit die gesamte Wärmelast, die innerhalb eines Tages anfällt, in den Nachtstunden abgeführt werden kann und sich somit keine akkumulierende Wärme ergibt, müsste das Lüftungsvolumen um den **Faktor 7** erhöht werden, als dasjenige Volumen, das für die Lüftungszwecke erforderlich ist.

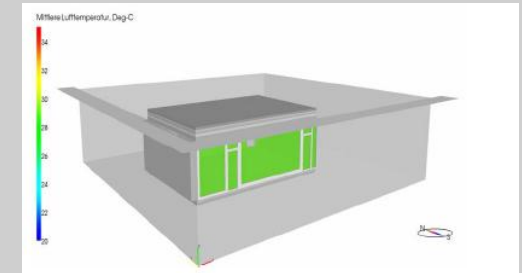


SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

Nachtlüftungsklappen vs. Lüftungsanlage

-> Der Unterschied zwischen automatisch,- und manuell betriebenen Nachtlüftungsklappen ist marginal. Diff. **0,6 K**



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | **Frankfurter Standard** | Impressionen

- Erhöhung des Lüftungsvolumen um den Faktor 7
- besserer Komfort durch angenehmere Raumtemperaturen
- hohe Nutzerzufriedenheit

Zusammenspiel von Fensterflächenanteil, Ausrichtung,
Speichermasse, Sonnenschutz und Nachtlüftung

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | **Impressionen**

Nachtlüftungsklappen







Grundschule Riedberg | 4a architekten



Kindertagesstätte Schwanheim



Kindertagesstätte Schwanheim





Valentin-Senger-Schule | Baufrösche GmbH







Grundschule Kalbach I marcus schmitt architekten bda







Kindertagesstätte Griesheim I raum-z architekten





Sporthalle Liebigschule | D'Inka Scheible Hoffmann Architekten BDA

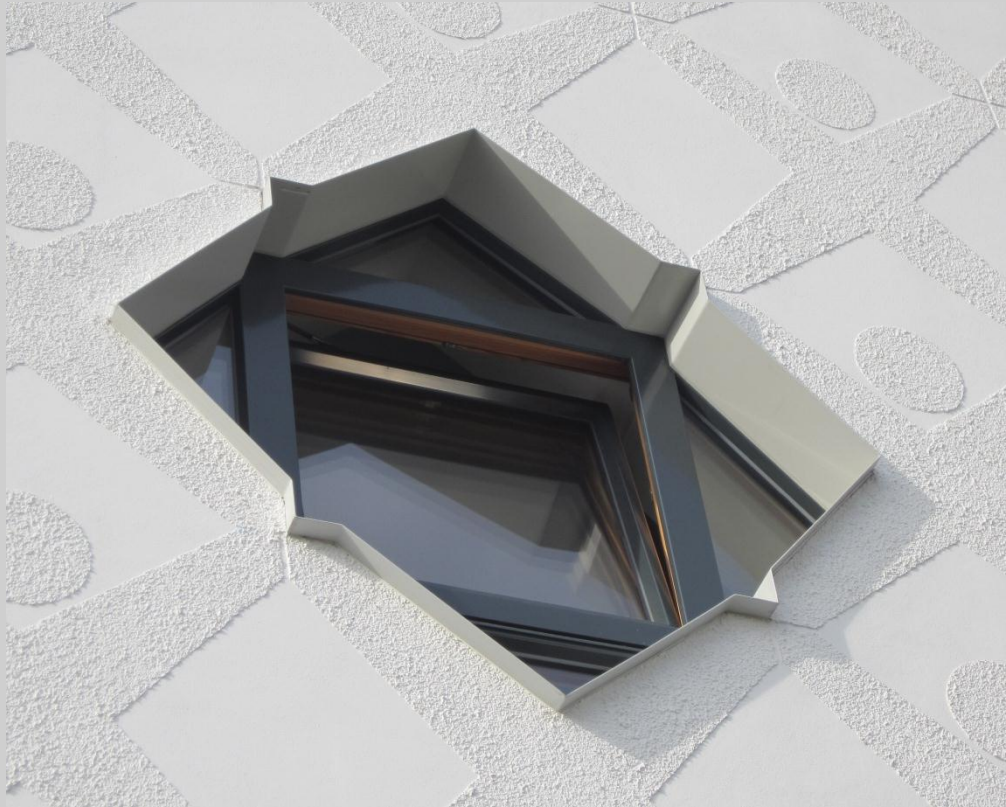




© www.joerg-hempel.com



Kindertagesstätte Eulenberg



Kindertagesstätte Eulenberg



Kindertagesstätte Eulenberg

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | **Impressionen**

„Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind ausreichende Speichermassen ($>100\text{Wh/m}^2\text{K}$) an die Räume anzukoppeln (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken, Einbau massiver Innenwände...).“



Grundschule Riedberg | 4a architekten









Grundschule Kalbach I marcus schmitt architekten bda



Ludwig-Börne-Schule | Dirk Blume Nasedi



Schulmensa | Louise von Rothschild-Schule

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Behaglichkeit | Einflussfaktoren | DIN 4108-2 vs. PHPP | Frankfurter Standard | Impressionen

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de