

Zur Vorbemessung des sommerlichen Wärmeschutzes

Von Prof. Achim Trogisch

Im Gebäudeenergiegesetz GEG 2024 [1] wird hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes sowohl in § 11 (Mindestwärmeschutz) und als auch in § 14 (sommerlicher Wärmeschutz) in den Absätzen 1 bis 3 auf die Einhaltung der DIN 4108 Teil 2 [2] beziehungsweise deren Berechnungsmethoden verwiesen. Absatz 4 beinhaltet Aspekte zur notwendigen Kühlung: „Wird bei Gebäuden mit Anlagen zur Kühlung die Berechnung nach Absatz 3 durchgeführt, sind bauliche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108 Teil 2 (2013) Abschnitt 4.3 insoweit vorzusehen, wie sich die Investitionen für diese baulichen Maßnahmen innerhalb deren üblicher Nutzungsdauer durch die Einsparung von Energie zur Kühlung unter Zugrundelegung der im Gebäude installierten Anlagen zur Kühlung erwirtschaften lassen“.

Die DIN 4108 verweist jedoch im Allgemeinen nur auf Einflussfaktoren wie Fensterflächenanteil, Energiedurchlassfaktor und Abminderungsfaktoren von Sonnenschutzeinrichtungen, ohne auf den Einfluss der inneren nutzungsbedingten Wärmelasten, das Speicherverhalten der Raumumschließungskonstruktion und dem zum Teil aus hygienischen Gründen notwendigen Außenluftwechsel einzugehen.

Vorbemessung

In Ergänzung zur DIN 4108 zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes kann bei nicht gekühlten Räumen nach Petzold [3], [4], [5] mit Hilfe des Wärmebeharrungsvermögens WBV abgeschätzt werden, welche bautechnischen und Lüftungstechnischen Maßnahmen notwendig sind, um zulässige beziehungsweise behagliche sommerliche Raumlufttemperaturen zu erreichen.

Das Wärmebeharrungsvermögen ist abhängig vom Speichervermögen des Gebäudes, der Raumumschließungskonstruktion, dem Wärmewiderstand der Raumumschließungskonstruktion und der Lüftung mit Außenluft. Es ist folglich – weil die benötigte Lüftung im Sommer besonders von der inneren (technologischen) Wärmelast \dot{Q}_N bestimmt wird – auch von der Funktion des Gebäudes abhängig.

Das Vorbemessungsverfahren kann mit ingenieurtechnischen Mitteln die Wechselwirkung von Lüftung, innerer und äußerer Kühllast, dem Wärmebeharrungsvermögen WBV und mittlerer Raumlufttemperatur bewerten.

Erstes Kriterium

Das WBV ist **groß**, wenn eine geringe Lüftung mit Außenluft $q_{v,AUL}$ genügt und eine große speicherwirksame Bauwerksmasse M vorhanden ist. Es gilt:

$$M/A_B \geq 600 \text{ kg/m}^2 \text{ und } q_{v,AUL}/A_B \leq 6 \text{ (m}^3\text{/h)/m}^2$$

mit: A_B = Bruttogeschossfläche in m^2

Diese Kriterien gelten in der Regel bei Gebäuden (zum Beispiel Wohngebäuden oder analog genutzten Gebäude), bei denen die spezifische mittlere innere Wärmelast $q_{N,m}/A_B \leq 10 \text{ W/m}^2$ ist und bei denen die Vorschriften von DIN V 18599 [6] und Richter [7] zugrundegelegt wurden. Der sommerliche Wärmeschutz kann sich auf die Verschattung der Fenster g_{total} (Gesamtenergiedurchlassgrad nach DIN 4108 und DIN 4710 [8] in Abhängigkeit von der verglasten Fenstergröße A_{FG} und der speicherwirksamen Bauwerksmasse M beschränken. Eine mittlerer Raumlufttemperatur $\vartheta_{RAL,m}$ von $26 \text{ }^\circ\text{C}$ wird nicht überschritten, wenn

$$g_{total} \cdot A_{FG} \leq 0,13 \cdot 10^{-3} \cdot M$$

ist. Ist das erste Kriterium nicht erfüllt, so muss intensiv gelüftet werden, um erträgliche Raumlufttemperaturen zu erhalten.

Zweites Kriterium

Unabhängig von der speicherwirksamen Bauwerksmasse M muss sein:

$$\phi_{S,m} + \phi_{T,m} + \phi_{N,m} \leq \left[\sum_i^n (U \cdot A)_i + q_{v,AUL} \cdot c_L \cdot \rho_L \right] \cdot (\vartheta_{RAL,zul} - \vartheta_{b(So)})$$

Dabei sind:

- $\phi_{S,m}$: Tagesmittel der Strahlungslast in W
- $\phi_{T,m}$: Tagesmittel der Transmissionslast durch Strahlung in W
- $\phi_{N,m}$: Tagesmittel der inneren, nutzungsbedingten Wärmelast (Personen, Maschinen, Beleuchtung) in W
- U : Wärmedurchgangskoeffizient in W/(m² K)
- A : Oberfläche der Außenbauteile in m²
- $\sum_i^n (U \cdot A)_i$: Wert entspricht dem spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T nach GEG 2024
- $q_{v,AUL}$: Tagesmittel des Außenluftvolumenstroms in m³/h
- $(c_L \cdot \rho_L)$: spezifische Wärmekapazität je Volumeneinheit Luft (= 0,33 Wh/(m³ K))
- $\vartheta_{RAL,m}$: Tagesmittel der Außenlufttemperatur in °C
- $\vartheta_{b(So)}$: Tagesmittel des Sommermaximums der Basistemperatur nach Tabelle

WBV	$\vartheta_{b(So)}$	Charakteristik
	Mitteleuropa	
klein	24	Lüftung entscheidet über das Raumklima
mäßig	21	Übergangsbereich
groß	19	Bauwerksmasse und Wärmeschutz entscheiden über das Raumklima
extrem groß	≤ 16	Eventuell Taupunktunterschreitung außerhalb der Heizperiode

Tabelle: Kriterien für das Wärmebeharrungsvermögen $\vartheta_{b(So)}$ und nach Petzold

Die Beziehung gilt auch

- für Gebäude, die wegen größerer innerer Wärme- und/oder Stofflasten eine intensive Lüftung benötigen (zum Beispiel Krankenhäuser, Schulen), und
- für Gebäude mit kleinem Wärmebeharrungsvermögen. Dies sind Leichtbauten (zum Beispiel Wohncontainer, leichte Raumzellen) und intensiv gelüftete Räume mit

$$q_{N,m}/A_B \geq 40 \text{ W/m}^2,$$

wobei die Ursache für den größeren Luftvolumenstrom in der Regel eine hohe spezifische innere nutzungsbedingte Wärmelast von

$$\phi_{N,m} = (\phi_{N,m}/A_B) \geq 40 \text{ W/m}^2 \text{ ist.}$$

Bei diesen hohen spezifischen inneren nutzungsbedingten Wärmelasten genügt es, den sommerlichen äußeren Wärmeschutz darauf zu beschränken, dass

$$\phi_{S,m} + \phi_{T,S,m} \leq \phi_{N,m}/5$$

ist. Erfolgt eine Modifizierung der Gleichung für das zweite Kriterium, indem man

- die Gleichung durch die Bruttogeschossfläche A_B dividiert,
- für den linken Term der Wert $\phi_K = (\phi_{S,m} + \phi_{T,S,m} + \phi_{N,m})/A_B$ einsetzt,
- für den Außenluftwechsel $n_{AUL} = q_{v,AUL}/V_R$ einführt,
- von einer mittleren Raumhöhe $H_R = 2,60 \text{ m}$ ausgeht,

- den spezifischen Transmissionswärmeverlust $w_T = \sum_i^n (U \cdot A)_i / A_B$ einführt, und
 - die Temperaturdifferenz $(\vartheta_{RAL,m} - \vartheta_{b(So)}) = \Delta \vartheta$ ersetzt,
 so kann der Zusammenhang zwischen dem Außenluftwechsel n_{AUL} , der Temperaturdifferenz $\Delta \vartheta$ und der spezifischen Gesamtwärmelast dargestellt werden (siehe Abbildung):

$$\varphi_K \leq (w_T + c_L \cdot \rho_L \cdot n_{AUL} \cdot H_R) \cdot \Delta \vartheta$$

Es kann unter anderem davon ausgegangen werden, dass der spezifische Transmissionswärmeverlust w_T auf Grund der Forderungen von [a] als gering bemessen werden kann.

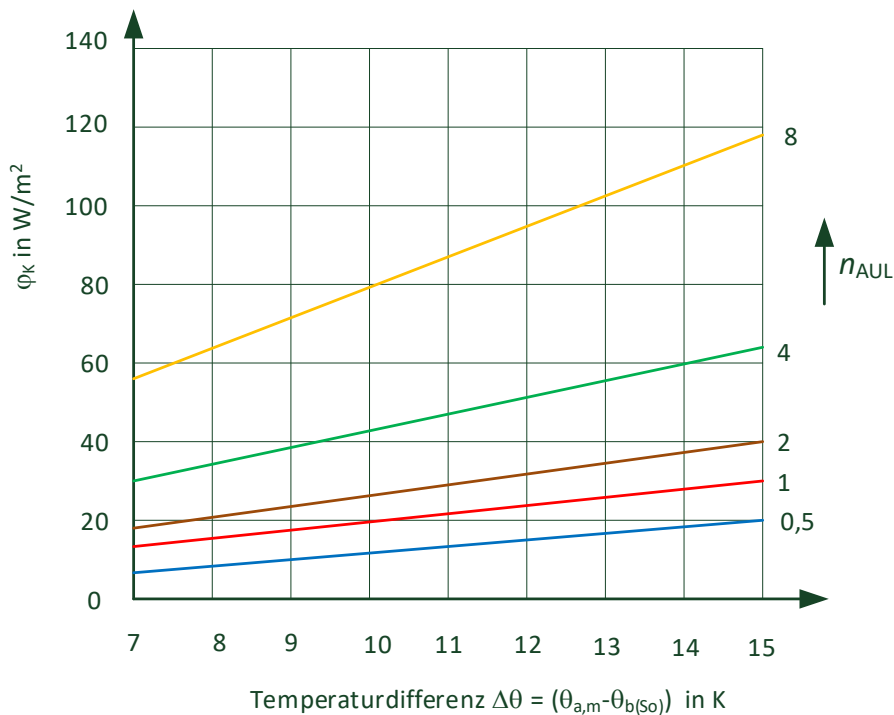


Abbildung: spezifische Kühllast φ_K als Funktion des Außenluftwechsels n_{AUL} in Abhängigkeit von der zulässigen Temperaturdifferenz bei w_T von $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Prof.(em) Dr.-Ing. Achim Trogisch, HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau

Literatur:

- [1] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden; Gebäudeenergiegesetz — GEG 2024 vom.01.2024
- [2] DIN 4108 Blatt 2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden -Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, 03-2013, Beuth-Verlag, Berlin
- [3] Petzold, K.: Raumlufttemperatur, 2. Aufl. Verlag Technik, Berlin. 1983 und Bauverlag Wiesbaden und Berlin, 1983
- [4] Petzold, K. Hahn. H.: 1988, Luft- und Kältetechnik, H. 5, S. 146 - 154
- [5] Trogisch, A.; Reichel, M.: Planungshilfen Lüftungstechnik; 7. erw. und bearb. Auflage, VDE-Verlag Berlin, 2021
- [6] DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden -Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, 09-2018, Beuth-Verlag, Berlin
- [7] Richter, W.: Handbuch der thermischen Behaglichkeit – sommerlicher Kühlbetrieb: Schriftenreihe des der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschung F 2071, 2007
- [8] DIN 4710: Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumlufttechnischen Anlagen in Deutschland, 01-2003; Beuth-Verlag, Berlin