

Clina - Information

Thema: Deckenheizung in Kombination mit Kühldecken

Auf der Grundlage der Untersuchungen von Prof. Dr.-Ing. habil Bernd Glück sind in Bezug auf die winterliche Nutzung von Kühldecken als Heizdecken folgende Punkte zu beachten:

Punkt 1 – Behaglichkeit:

Nach DIN 1946 Teil 2 ist die Aufenthaltszone in Büroräumen folgendermaßen definiert:

- Abstand zur Außenwand 1,0 m
- Abstand zur Innenwand 0,5 m
- Höhe über Fußboden bis zu 2,0 m

d.h.: in dieser Zone müssen behagliche Bedingungen für den Raumnutzer existieren.

Wird der Aufenthaltsbereich nicht eingehalten, sind Sonderlösungen zu untersuchen!

Um die thermische Behaglichkeit in der definierten Aufenthaltszone einzuhalten, gelten die Grundsätze:

- Entscheidend für die globale Behaglichkeit des Raumnutzers ist die "empfundene Raumtemperatur \equiv operative Raumtemperatur". Sie ergibt sich paritätisch aus der Strahlungstemperatur (50%) der Umgebung (gemittelte Oberflächentemperatur der Umfassungen) und der Raumlufttemperatur (50%). Nach ISO 7730 (Entwurf 1994) darf diese ± 2 K schwanken. Nach DIN 1946 Teil 2 ist für die Lufttemperatur eine örtliche und zeitliche Abweichung vom Sollwert von ± 2 K zulässig.
- Die zulässige Strahlungstemperatur-Asymmetrie beträgt auf der Grundlage der Fanger'schen Versuche für Deckenheizungen max. 8 K. (Die Interpretation nach Fanger, der nur max. 4 K angibt, wurden widerlegt. \Rightarrow Quelle: Gesundheitsingenieur 1993 Heft 3)
- Der vertikale Gradient der Lufttemperatur zwischen den Höhen 0,1 m und 1,1m darf nach DIN 1946 T2 2 K/m nicht überschreiten, Werte unter 2 K/m sind unkritisch.
- Der Kaltluftabfall darf im Aufenthaltsbereich keine Luftgeschwindigkeiten $> 0,15$ m/s verursachen.

Die genannten Größen werden ursächlich durch den k-Wert der Außenwand und des Fensters beeinflusst!

Ein *niedriger mittlerer k-Wert* der Außenwand (inklusive Fenster) bewirkt *hohe Oberflächentemperaturen* auf der Wandinnenseite, wodurch sich die Strahlungstemperatur in der Nähe der Außenwand erhöht, die Strahlungstemperatur-Asymmetrie verringert und der Kaltluftabfall reduziert.

Es gelten für Büroräume üblicher Geschosshöhe und Grundrissgeometrie die *Forderungen*:

- *Normalraum* \Rightarrow k-Wert der Fenster $\leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (bei einer Fensterhöhe bis 2 m)
- *Eckraum* \Rightarrow mittlerer k-Wert der Außenwand $\leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Können diese Forderungen nicht eingehalten werden oder sollen die Empfindungstemperaturen im Raum kleiner als die maximal zulässigen Grenzwerte sein, sind *Brüstungsheizungen* vorzusehen. Bei Eckräumen ist auch eine *Beheizung des Eckpfeilers* zwischen den Fenstern sinnvoll.

Beide Lösungen sind mit Kunststoff-Kapillarrohrmatten besonders gut gestaltbar und werden empfohlen!

Punkt 2 – Leistung von Deckenheizungen:

Eine DIN-Norm für die Messung von Deckenheizungen (analog DIN 4715 für Kühldecken) gibt es nicht. In guter Näherung sind Messungen nach der DIN 4706 (für Deckenstrahlplatten) vorzunehmen.

Überschlägig und zur Kontrolle von Angaben unbekannter Herkunft kann von Messungen der Kühldecken-Normleistung $\dot{q}_{\text{Kühldecken-Normleistung}}$ ausgegangen werden. Bei einer mittleren Heizmittel-Übertemperatur Δt_H gilt:

$$\dot{q}_{\text{Heizdeckenleistung}} = 0,7 \cdot \dot{q}_{\text{Kühldecken-Normleistung}} \frac{\Delta t_H}{10}.$$

Beispiel für Clina-Matten in Metallkassette eingeklebt:

- Norm-Kühlleistung $83,5 \text{ W/m}^2$ bei $\Delta t_U = 10 \text{ K}$
- Heizfall bei $t_{\text{Vorlauf}} = 36 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{Rücklauf}} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ und $t_{\text{Raum}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\dot{q}_{\text{Heizdeckenleistung}} = 0,7 \cdot 83,5 \frac{14}{10} \approx 82 \text{ W/m}^2.$$

Eine genauere Ermittlung ist möglich, wenn man aus der Normmessung zunächst die Kühldeckenkonstruktion rechnerisch eliminiert.

Ausgehend von der gemessenen *Kühldecken-Normleistung* gilt:

Deckenuntertemperatur:

$$\Delta t_{\text{KD}} = \left(\frac{\dot{q}_{\text{KD}}}{8,92} \right)^{1/1,1} \quad \text{bei einer Leistung von } 83,5 \text{ W/m}^2 \quad \Delta t_{\text{KD}} = 7,64 \text{ K}$$

Die Kühldecke und die Heizdecke sind identisch in der Konstruktion, lediglich der deckenseitige Wärmeübergangskoeffizient ist stark unterschiedlich. Für die Kühldecke gilt in guter Näherung die Basiskennlinie für die Fußbodenheizung. Bei der Deckenheizung liegt er in der Größenordnung von $6,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Wärmeübergangskoeffizient gemäß Basiskennlinie:

$$\alpha_{KD} = 8,92 \Delta t_{KD}^{0,1} = 8,92 \cdot 7,64^{0,1} = 10,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Teilwärmedurchgangskoeffizient der Decke:

$$\left(\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\alpha_{KD}} \right)^{-1} (t_R - t_{KW}) = \dot{q}_{KD}$$

$$\kappa = \left(\frac{t_R - t_{KW}}{\dot{q}_{KD}} - \frac{1}{\alpha_{KD}} \right)^{-1} = \left(\frac{10}{83,5} - \frac{1}{10,9} \right)^{-1} = 35,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Damit kann die Heizleistung der Decke berechnet werden:

$$\dot{q}_{HD} = \left(\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\alpha_{HD}} \right)^{-1} (t_H - t_R) = \left(\frac{1}{35,7} + \frac{1}{6,7} \right)^{-1} (34 - 20) = 79 \text{ W/m}^2.$$

Die vorgestellten Umrechnungen sind bei offenen, stark konvektiven Decken nicht möglich!

Es ist selbstverständlich immer sicherer die Heizleistungen messtechnisch zu bestimmen.

Fazit

Das Heizen mit kombinierten Kühl- und Heizdecken ist in normalgeschossigen Räumen mit gut gedämmter Außenwand bei Einhalten der thermischen Behaglichkeit möglich.

Für den k-Wert des Fensters muss $k_{\text{Fenster}} \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ gelten. Bei Eckräumen sollte eine zusätzliche Brüstungs- und/oder Wandheizung vorhanden sein.

Die Heizleistung bzw. der Wärmebedarf kann dann in jedem Falle gedeckt werden.

Zu Zeiten, in denen der Raumnutzer sich nicht in den Räumen befindet, ist eine Erhöhung der Heizleistung, durch Anhebung der Heizwassertemperaturen natürlich möglich. Somit ist eine zusätzliche Sicherheit vorhanden, an extrem kalten Tagen die Räume vor Betriebsbeginn entsprechend vorzuheizen.

Bei kombinierten Kühl- und Heizdecken mit einem mechanischem Lüftungssystem (RLT-Anlage) sind die Einsatzbedingungen verbessert, da in der Regel der Lüftungswärmebedarf entfällt oder verringert werden kann, wodurch sich die Heizlast des Raumes reduziert. Des Weiteren kann die Lüftungsanlage im Winter einen Teil der Heizleistung (während des Anheizevorganges und auch bei extrem kalten Tagen) übernehmen.

In Gesprächen mit Architekten und Planern sollte also in erster Linie das Thema einer vernünftigen Außendämmung angesprochen werden, dann ist die Deckung des Wärmebedarfs mit einer Deckenstrahlheizung in jedem Fall gewährleistet.