

Beispielaufgaben mit Lösungen**Ein Raum ohne Randzone**

- Gegeben:
- Raum mit Länge = 4,5 m, Breite = 4,3 m \rightarrow Raumfläche = 19,35 m²
 - Heizlast = 980 W (Bereinigte Heizlast)*(siehe Seite 2 unten)
 - Es soll nur eine Zone (Aufenthaltszone) angewandt werden (keine Randzone).
 - Die gesamte Raumfläche (Fußboden) ist Heizfläche (kein Abzug wegen Einbauten).

1) Ermittlung der Wärmestromdichte \dot{q} (Wärmestrom pro Quadratmeter)

$$\dot{q} = \frac{\Phi_{HL, \text{Berein.}}}{A}$$

$$\dot{q} = \frac{980 \text{ W}}{19,35 \text{ m}^2}$$

$$\dot{q} = 50,65 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

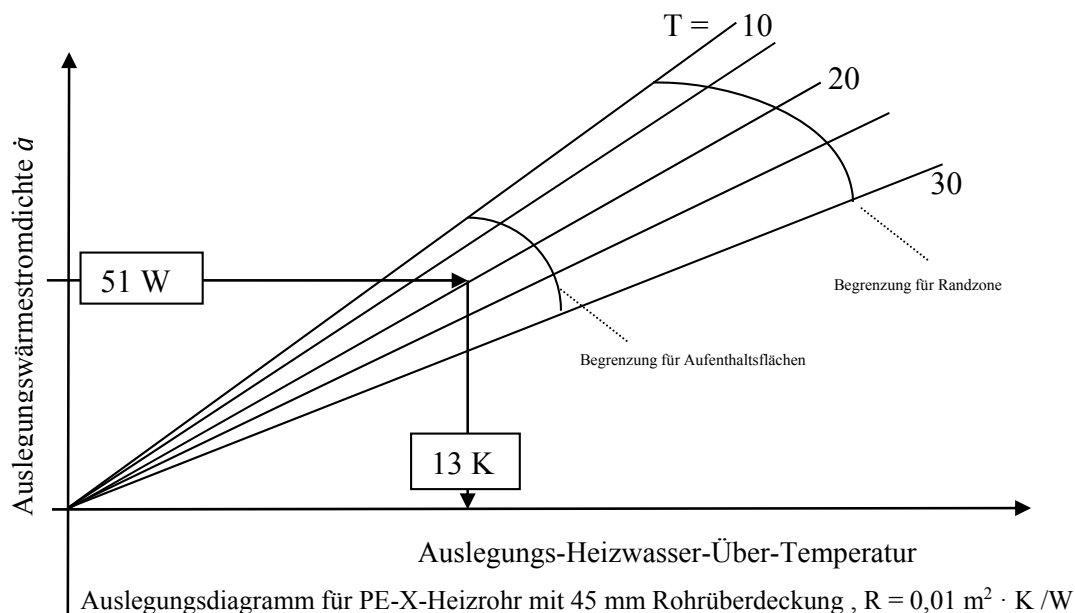
2) Ermittlung der Heizmittelüber-temperatur $\Delta\Theta_{H, \text{Des}}$ mit Hilfe des Auslegungsdiagrammes. Das Diagramm muss den Rohrtyp, den Wärmedurchlasswiderstand R sowie der Höhe des Fußbodenaufbaues (Rohrüberdeckung) im konkreten Fall (so wie es genau in diesem Fall ist) berücksichtigen. Als Beispiel werden gern folgende Werte genommen:

Rohrtyp: PE-X

$$R = 0,01 \frac{\text{m}^2 \text{ K}}{\text{W}}$$

Rohrüberdeckung: 45 mm

Mit einer gewählten Teilung von 20 (Rohrabstand = 20 cm) und den obigen Werten geht man ins Diagramm:



Als Ergebnis erhält man die Auslegungs-Heizwasser-Über-Temperatur $\Delta\Theta_{H, \text{Des}} = 13 \text{ K}$

Mit diesem Wert können die Vorlauf- und die Rücklauftemperaturen ermittelt werden:

$$\Theta_{\text{Vorlauf}} = \Theta_i + \Delta\Theta_{\text{H, Des}} + \sigma/2 \quad \text{mit } \sigma \text{ (Spreizung} = 5 \text{ K (Festlegung)), } \Theta_i = \text{Lufttemperatur}$$

$$\Theta_{\text{Vorlauf}} = 20^\circ\text{C} + 13 \text{ K} + 2,5 \text{ K}$$

$$\underline{\Theta_{\text{Vorlauf}} = 35,5^\circ\text{C}}$$

$$\Theta_{\text{Rücklauf}} = \Theta_i + \Delta\Theta_{\text{H, Des}} - \sigma/2 \quad \text{mit } \sigma \text{ (Spreizung} = 5 \text{ K (Festlegung)), } \Theta_i = \text{Lufttemperatur}$$

$$\Theta_{\text{Rücklauf}} = 20^\circ\text{C} + 13 \text{ K} - 2,5 \text{ K}$$

$$\underline{\Theta_{\text{Rücklauf}} = 30,5^\circ\text{C}}$$

3) Ermittlung des Volumenstromes:

Diese Rechnung ist stark vereinfacht und dient nur der Veranschaulichung!

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot \Delta\theta}$$

$$\dot{m} = \frac{980 \text{ W}}{1,163 \frac{\text{Wh}}{\text{kgK}} \cdot 5 \text{ K}}$$

$$\dot{m} = 168,53 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Dieses ist der Volumenstrom für die bereinigte Heizlast. Hier müssen jetzt noch, je nach örtlichen Gegebenheiten, ca 8 bis 25 % addiert werden.

$$\Delta\theta = T_{\text{Vorlauf}} - T_{\text{Rücklauf}}$$

* **Bereinigte Heizlast:** Derjenige, der die Heizlast berechnet „weiß“ noch gar nicht, ob der Raum später mit Heizkörpern, einer Fußboden-Heizung oder einer Wand-Heizung ausgestattet wird. Bei der Ermittlung der (normalen) Heizlast wird ohne Rücksicht darauf, welche Heizungsart gewählt wird, für jeden Raum auch der Wärmestrom durch die Innenwände, die Decke und den Fußboden berücksichtigt. Wie betrachten jetzt nur den Wärmestrom durch den Fußboden nach unten (in den darunter liegenden Raum).

Dieser Wärmestrom kann in (unser betrachtetes) Zimmer hinein fließen (unterer Raum ist wärmer), es kann gar keinen Wärmestrom geben (der untere Raum hat dieselbe Temperatur) oder der Wärmestrom fließt aus (unserem betrachteten) Zimmer heraus nach unten (unterer Raum ist kälter).

Wenn eine Fußboden-Heizung installiert wird haben wir die besondere Situation, dass zwischen dem betrachteten Zimmer und dem unteren Zimmer die Heizung „dazwischen“ geschaltet ist. Aus dem oberen Zimmer kann keine Wärme durch den Fußboden nach unten fließen. Es kann auch keine Wärme aus dem unteren Zimmer nach oben fließen, denn die dazwischen geschaltete Fußboden-Heizung ist in jedem Fall wärmer als die Raumtemperatur im oberen und im unteren Zimmer.

Der Wärme-Gewinn oder –Verlust durch das untere Zimmer wird zunächst aus der (normalen) Heizlast wieder herausgerechnet. Damit erhalten wir dann die **bereinigte Heizlast**.

Es wird in der Regel aus der Fußboden-Heizung einen Wärmestrom in das untere Zimmer geben (da die Raumtemperatur im unteren Zimmer kleiner ist als die Fußbodenheizungs-Temperatur). Dieser Wärmestrom wird bei der Auslegung auch berücksichtigt und später bei der Bestimmung des Heizwasser-Volumenstromes hinzugefügt.

Es wird also bei der Auslegung der Fußboden-Heizung in der Regel zuerst von der (normalen) Heizlast etwas abgezogen und später etwas hinzugefügt. Das was abgezogen wird ist aber nicht das Selbe, das später hinzugefügt wird!

ZB:

Die Heizlast für einen Raum wurde mit 1215 W ermittelt. Dabei wurde ein Wärmestrom durch den Fußboden (nach unten) von 150 W berücksichtigt (dieser Anteil ist in den 1215 W) enthalten. Die 150 W müssen wieder abgezogen werden. Die bereinigte Heizlast beträgt: $1215 \text{ W} - 150 \text{ W} = 1065 \text{ W}$

Ungefähr 8 bis 25 % der Wärme (-Stromdichte) den die Fußbodenheizung liefert, fließt nach unten (ins untere Zimmer). Dieser Anteil wird bei der Ermittlung des notwendigen Volumenstromes durch die Fußboden-Heizungsrohre berücksichtigt.

Aufgabe 1)

- Gegeben:
- Raum mit Länge = 4,75 m, Breite = 3,75 m, Höhe = 2,5 m
 - Heizlast = 1120 W (Bereinigte Heizlast), Beheizung durch einen Öl-Brenner
 - Es soll nur eine Zone (Aufenthaltszone) angewandt werden (keine Randzone).
 - Die gesamte Raumfläche (Fußboden) ist Heizfläche (kein Abzug wegen Einbauten).
 - Rohrtyp: PE-X
 - $R = 0,01 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$
 - Rohrüberdeckung: 45 mm
 - Spreizung $\sigma = 6\text{K}$
 - Teilung = 25 cm
 - Lufttemperatur $\Theta_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

Gesucht:

- 1) Wie groß ist die Wärmestromdichte \dot{q} ?
- 2) Wie groß ist die mittlere Heizmittelübertemperatur $\Delta\Theta_{\text{H, Des}}$?
- 3) Wie groß ist die Vorlauf-Temperatur?
- 4) Wie groß ist die Rücklauf-Temperatur?
- 5) Wie groß ist der Massen-Strom \dot{m} ?
- 6) Wie groß ist der Volumen-Strom \dot{V} ? (Ohne Wärmestrom in den unteren Raum)
- 7) Wie groß ist der Volumen-Strom \dot{V} ? (Mit 8% Wärmestrom in den unteren Raum)

Aufgabe 2)

- Gegeben:
- Raum mit Länge = 6,75 m, Breite = 3,85 m
 - Heizlast = 2120 W (Bereinigte Heizlast)
 - Es soll nur eine Zone (Aufenthaltszone) angewandt werden (keine Randzone).
 - Die gesamte Raumfläche (Fußboden) ist Heizfläche (kein Abzug wegen Einbauten).
 - Rohrtyp: PE-X
 - Bodenbelag: Teppich
 - Rohrüberdeckung: 45 mm
 - Spreizung $\sigma = 5K$
 - Teilung = 20 cm

Gesucht:

- 1) Wie groß ist die Wärmestromdichte \dot{q} ?
- 2) Wie groß ist die mittlere Heizmittelübertemperatur $\Delta\Theta_{H, Des}$?
- 3) Wie groß ist der Volumen-Strom \dot{V} ? (Mit 12 % Wärmestrom in den unteren Raum)

Aufgabe 3)

- Gegeben:
- Raum mit Länge = 6,75 m, Breite = 3,85 m
 - Heizlast = 2400 W (Bereinigte Heizlast)
 - Es soll nur eine Zone (Aufenthaltszone) angewandt werden (keine Randzone).
 - Die gesamte Raumfläche (Fußboden) ist Heizfläche (kein Abzug wegen Einbauten).
 - Rohrtyp: PE-X
 - Bodenbelag: Teppich

Gesucht:

- 1) Welche Teilungen sind möglich?

Lösungen

17,8 m²	TVorlauf ca. 40°C	TRücklauf ca. 34°C	\dot{m} ca: 161 kg/h	\dot{V}ca: 161 l/h	\dot{V}ca: 172,8 l/h	\dot{m} ca: 364 kg/h	\dot{V} ca: 364 l/h	
62,88 W/m²	25,98 m²	81,6W	$\Delta\Theta_{H, Des}$ ca 26K	Teilung: 10-15-20				\dot{V} ca: 408,3 l/h