

Heizkörperauslegung mit der neuen VDI 6030

Behaglichkeit und energiesparender Betrieb

Heizkörper sind jahrzehntelang nach den Regeln der Heizlastberechnung in DIN 4701 (Teil 3) ausgelegt worden, wobei eigentlich nur die Auslege-Wärmeleistung auf Basis der Heizlastberechnung ermittelt wird. Weil es für die Bestimmung von Heizmitteltemperaturen keine Angaben gibt, werden meist die Normbedingungen der Heizkörperprüfung für Auslegezwecke „mißbraucht“ oder andere Temperaturpaarungen willkürlich festgelegt. Die neue VDI 6030 bietet nun ein Verfahren zur Heizkörperauslegung an, mit dem sich Behaglichkeit und energiesparender Betrieb planen lassen.

Mit sinkender Norm-Heizlast verstärken sich im Betrieb die Lastschwankungen. Der Nutzer reagiert auf bessere Dämmung mit leichter Kleidung und damit größerer Empfindlichkeit gegenüber Temperaturunterschieden und Luftströmungen. Zudem möchte er Energie sparen. All dies erfordert Raumheizflächen, mit denen gezielt Behaglichkeitsdefizite beseitigt werden, deren Anordnung, Abmessung und Temperaturen hierauf abgestimmt und leicht zu regeln sind. Wie Heizkörper für diese Anforderungen auszulegen sind, regelt die neue VDI 6030 „Auslegung von freien Raumheizflächen – Blatt 1: Grundlagen und Auslegung von Raumheizkörpern“.

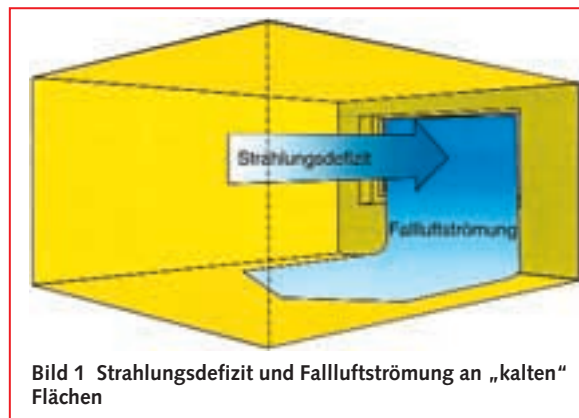


Bild 1 Strahlungsdefizit und Fallluftströmung an „kalten“ Flächen

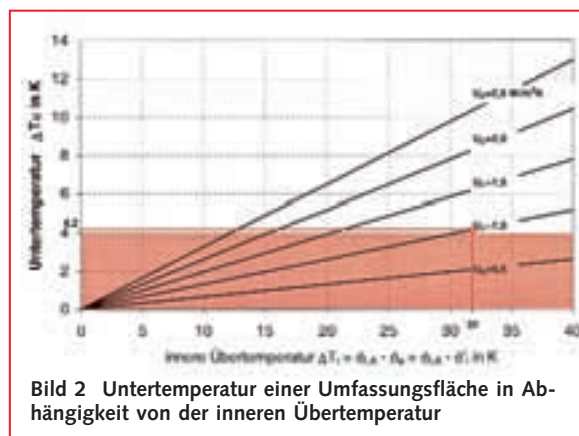


Bild 2 Untertemperatur einer Umfassungsfläche in Abhängigkeit von der inneren Übertemperatur

Nutzer haben eigene Behaglichkeitskriterien

Das maßgebliche Kriterium für die Entwicklung neuer Konzepte für die Nutzenübergabe ist die thermische Behaglichkeit. Die Bedürfnisse und Wertvorstellungen der Nutzer hierfür sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen und werden längst nicht mehr „diffus“ vorgebracht, sondern als Mindestanforderungen quantifiziert. So reicht die Einhaltung einer bestimmten Lufttemperatur im Raum allein nicht mehr aus. Es genügt auch nicht, mit dem Einbringen der Normheizlast die Norminnentemperatur sicherzustellen. Der Nutzer nimmt zwar die für die Heizungsfachleute

geltenden Regeln zur Kenntnis, beharrt aber auf der persönlichen Erfahrung, daß seine örtliche Empfindung für Behaglichkeitsdefizite, meist Strahlungsdefizite und Fallluftströmung an Außenwänden (Bild 1), maßgeblich ist und definiert hierfür seine eigenen Behaglichkeitskriterien.

Auf Untertemperatur achten Weiterhin sind die Dämmwerte der sogenannten „kalten“ Umfassungsflächen nicht so gut, daß Behaglichkeitsdefizite vernachlässigt werden können. Nach herrschender Meinung gilt eine Untertemperatur der Umfassungsflächen von mehr als 4 K als unbehaglich. Insbesondere bei hochgedämmten Gebäuden muß vor allem auf Fenster und Wände zu innenliegenden, unbeheizten Räumen (z. B. Treppenhäuser) geachtet werden. In Bild 2 läßt sich ablesen, welcher U-Wert eine „kalte“ Umfassungsfläche haben müßte,

damit bei einer bestimmten Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur die oben genannte Forderung eingehalten werden kann. Bei einer inneren Übertemperatur von $\Delta T_i = 32$ K (d. h. bei einer Auslegungs-Innentemperatur von $\vartheta_{i,A} = 22$ °C und einer Außentemperatur von $\vartheta_a = -10$ °C) ergibt sich bei einem Fenster mit einem U-Wert von 1,0 W/m²K bereits eine Untertemperatur von 4,2 K an der Fensteroberfläche (Bild 2).

Unübliche Aufheizzeiten

Aktuelle Dämmvorschriften an Gebäuden bewirken eine reduzierte Heizlast. Dies führt bei einem Gebäude, gebaut nach der Energieeinsparverordnung (EnEV), zu Heiz-

lasten kleiner 50 W/m^2 . Nach dem Auslegungsansatz der DIN 4701-3 erhält man sehr kleine Auslegungswärmeleistungen der Heizkörper. Wird nun die Innentemperatur eines Gebäudes, z. B. eines Schulgebäude über einen längeren Zeitraum (Winterferien) abgesenkt, führt dies zu bisher unüblichen Aufheizzeiten. Im Bild 3 sind für drei unterschiedliche Gebäudedämmstandards Temperaturverläufe der empfundenen Temperatur für Aufheizfälle von 17 auf 20°C dargestellt. Die Temperaturverläufe unterscheiden sich dadurch, daß verschiedene Aufheizreserven in Form eines Faktors berücksichtigt werden. Faktor $1,0$ bedeutet keine Aufheizreserve; d. h., die Heizkörperleistung entspricht der Normheizlast. Faktor $1,5$ bedeutet 50% und Faktor 2 bedeutet 100% Aufheizreserve. Erreicht der Raum gemäß WSVO 82 mit einer Aufheizreserve von 50% die Soll-Temperatur von 20°C bereits nach ca. 5 Stunden, benötigt der Raum – gedämmt nach WSVO 95 – mehr als 8 Stunden. Der Raum gemäß EnEV braucht hierzu sogar fast 12 Stunden, was der Nutzer sicher nicht hinnehmen wird. Zu diesem Zweck werden in der DIN EN 12831, der Nachfol-

genorm der DIN 4701, Anforderungen zur Aufheizreserve eingearbeitet. Diese werden als Zusatzleistung zur berechneten Heizlast für unterschiedliche Fälle in W/m^2 angegeben.

Die Anforderungszone

Eine weitere wichtige Neuerung gegenüber der bisherigen Denkweise besteht darin, daß nicht mehr undifferenziert der Gesamt-raum als Beheizungsziel angesehen wird, sondern nur ein für den Aufenthalt der Per-

sonen wesentlicher Teil: die Anforderungszone. Nur in ihr sollen die Anforderungen, insbesondere im Hinblick auf die Behaglichkeit, erfüllt sein. Das heißt, in der Anforderungszone dürfen definitionsgemäß keine Behaglichkeitsdefizite auftreten. Oder anders ausgedrückt: Die Anordnung und Größe der freien Raumheizflächen müssen dafür sorgen, daß in dieser Zone

Höhe variablen Abständen zu den „kalten“ Umfassungsflächen hin begrenzt. Ein Beispiel zeigt Bild 5.

Drei Anforderungsstufen

Um in der Matrix der vielen denkbaren Anforderungen Ordnung zu schaffen, werden mit der Richtlinie drei Anforderungsstufen eingeführt:

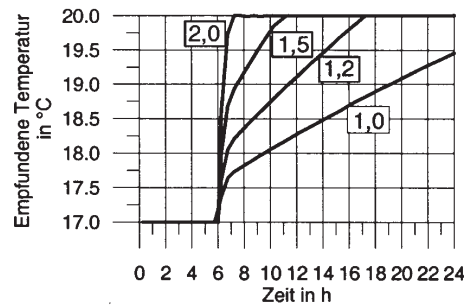
- Bei Anforderungsstufe 1 genügt es, nur die Normheizlast zu decken. Dies entspricht den bisherigen Auslegungsgepflogenheiten z. B. nach DIN 4701-3. Bei einer derart niedrigen Anforderung gibt es keine besonderen Bedingungen für die Heizkörperanordnung oder die Abmessungen, auch können die Wassertemperaturen frei gewählt werden – natürlich im Rahmen dessen, was der Wärmeerzeuger erreicht.

- Nach Anforderungsstufe 2 wird zusätzlich ein Teil der Behaglichkeitsdefizite beseitigt, und zwar das Strahlungsdefizit z. B. einer „kalten“ Fensterfläche. Die Raumheizfläche sorgt damit dafür, daß die Halbraumstrahlungstemperatur in Richtung der „kalten“ Umfassungsfläche sich

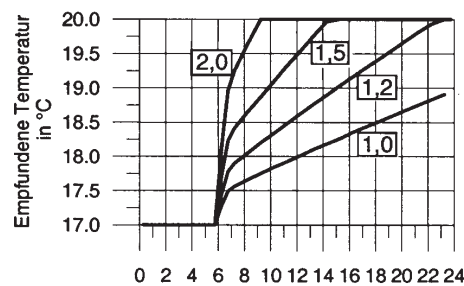
nicht von der Auslegungs-Innentemperatur unterscheidet. Dadurch, daß nun eine Bedingung für die Wassertemperatur besteht, und diese meist deutlich niedriger ist als für Stufe 1, läßt sich als weitere Funktion eine Aufheizreserve herstellen. Hierzu kann zu Aufheizzwecken aus dem Absenk-Heizbetrieb heraus die Vorlauftemperatur und/oder der Wasserstrom angehoben werden. Damit lassen sich ohne weiteres Aufheizreserven von über 100% erreichen.

- Mit Anforderungsstufe 3 wird eine vollständige Beseitigung der Behaglichkeitsde-

Dämmstandard: WSchV82
Gebäudeschwere: M
Strahlungsanteil: 30%
Außentemperatur: -5°C
Luftwechsel: konstant 0,5



Dämmstandard: WSchV95
Gebäudeschwere: M
Strahlungsanteil: 30%
Außentemperatur: -5°C
Luftwechsel: konstant 0,5



Dämmstandard: EnEV 2002
Gebäudeschwere: M
Strahlungsanteil: 30%
Außentemperatur: -5°C
Luftwechsel: konstant 0,5

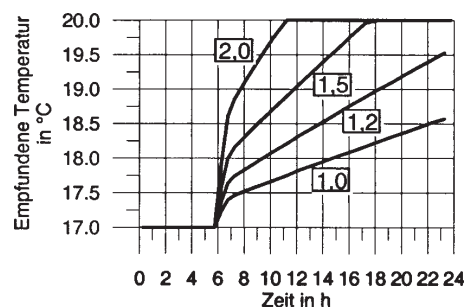


Bild 3 Aufheizzeiten bei verschiedenen Dämmstandards und Aufheizreserven

die Anforderungen erfüllt sind. Im Umkehrschluß folgt aus der Festlegung der Anforderungszone eine Auswahl der Heizflächen, die zur Erfüllung der Anforderungen generell in Frage kommen. Hierbei ist „Heizfläche“ im weitesten Sinne gemeint, wozu z. B. auch eine Boden- oder Deckenheizung, ein Kachelofen etc. zählen. Für die Vorgabe der Anforderungszone als Anforderung genügt ein einfacher Quader, dessen maximale Ausdehnung Bild 4 zeigt. Die tatsächlich herstellbare Anforderungszone ist durch gekrümmte Flächen mit in der

Die VDI 6030 im Überblick Sinn, Zweck und Nutzen

Erstmalig liegt mit der VDI 6030 eine Auslegungsrichtlinie für Raumheizkörper vor, die Regeln für die Bestimmung der Ansichtsabmessungen, der Vorlauf- und Rücklauf-temperatur, des Wasserstroms und der Normleistung aufgestellt werden. Mit der Richtlinie wird das Ziel verfolgt, den Umfang der Auslegung mit den Anforderungen des Auftraggebers in Einklang zu bringen. Das bedeutet, daß mit der Auslegung mehrere Funktionen festgelegt werden: Neben der Deckung der Heizlast sollen mögliche Behaglichkeitsdefizite dadurch gemindert oder beseitigt werden, daß die äußeren Umfassungsflächen des zu beheizenden Raumes erwärmt oder die durch kältere Flächen hervorgerufenen Strahlungsdefizite kompensiert und Fallluftströmung beseitigt werden. Weitere Funktionen können die Bereitstellung von Aufheizreserven, die Erfüllung ästhetischer Ansprüche und zusätzlich die Nutzung der freien Raumheizflächen z. B. als Handtuchhalter, Garderobe, Raumteiler u. ä. sein. Die VDI 6030 liefert Planern und Anlagenbauern die Grundlage für die Abstimmung der Nutzenübergabe auf das Baukonzept sowie die Anforderungen aus der Baunutzung. Dem Architekten

soll die Richtlinie den Zusammenhang zwischen der Raumgestaltung und den Erfordernissen einer bedarfsgerechten Beheizung aufzeigen. Damit ist die Richtlinie auch eine Hilfe für den Auftraggeber, der so seine Vorstellungen und Wünsche ausreichend detailliert angeben kann.

Rechtliche Bedeutung

VDI-Richtlinien sind als allgemein anerkannte Regeln der Technik zu verstehen. Die Pflicht zur Beachtung der anerkannten Regeln der Technik entstammt dem Grundsatz von Treu und Glauben und gilt für einen Bauvertrag schlechthin und somit gleichermaßen, wenn die gesetzlichen Regelungen der §§ 633 ff. BGB (Werksvertragsrecht) oder Teil B der VOB Vertragsgegenstand sind.

Weitere Infos

Zum Thema VDI 6030 werden u. a. vom BDH im Internet unter „www.thermische-behaglichkeit.de“ zusätzliche Informationen angeboten. Zudem veranstaltet das VDI-Wissensforum im Sommer 2003 Seminare zur neuen Auslegungsregel.

fizite im Sinne der Richtlinie vorgegeben: alle Funktionen werden gefordert. D. h., in der Anforderungszone dürfen nun keine Behaglichkeitsdefizite mehr auftreten.

Kosten rücken in den Hintergrund

Nun lassen sich durch die Auslegung auch Heizflächeneigenschaften herstellen, die keine Wirkung auf den Raum haben, die also nicht als Funktion aufzufassen sind. Es handelt sich dabei um energetische Eigenschaften. In der Vergangenheit glaubte man, daß die gesamte Wärme, die ein Heizkörper abgibt, dem Heiznutzen dient. Bei einer klaren Nutzendefinition wurde erkannt, daß die Art einer Heizfläche, deren Regelung und Auslegung einen erheblichen Einfluß auf den Umfang der Energiemenge hat, die über die Nutzenanforderung hinaus dem Raum quasi aufgedrängt – und

damit eigentlich „vergeudet“ – wird. Die Relation zwischen dem tatsächlichen Aufwand und dem Nutzen wird mit der Aufwandszahl e_1 bezeichnet. Daß erst jetzt die Bedeutung der Aufwandszahlen erkannt wurde, liegt wesentlich daran, daß besonders hohe Aufwandszahlen in hochwärmegeprägten Gebäuden auftreten. In der VDI-Richtlinie 2067 Blatt 20 sind Aufwandszahlen für alle Nutzenübergabesysteme bei Warmwasserheizanlagen und den zugehörigen Bedingungen für die Planung und Berechnung des Energieaufwands angegeben. Im Gegensatz dazu dienen die Aufwandszahlen nach DIN 4701 Teil 10 – der relevanten

Norm für die Energieeinsparverordnung – lediglich für den baurechtlichen Nachweis. Die Botschaft der VDI 6030 besteht also darin, daß Raumheizflächen nicht allein auf ihre Leistung hin ausgelegt werden und ihre einzige Funktion nicht nur darin besteht, dem Raum Wärme zuzuführen. Vielmehr werden die Raumheizflächen für möglichst viele Funktionen ausgewählt und ausgelegt. Es wird dadurch die feste Kopplung zwischen Leistung und Preis aufgebrochen. Der Käufer kann aus einem Katalog von Funktionen auswählen, die einzeln konkret nachweisbar sind. Damit rückt das Preiskriterium in den Hintergrund, Qualität wird plan- und nachweisbar.

Zur Herstellung eines vollständigen Angebots der Funktionen wird zunächst ein Katalog der Anforderungen benötigt. Dieser wird als Pflichtenheft in der VDI 6030 eingeführt. Nur durch das Pflichtenheft können Planungsvarianten (Angebote) verglichen werden. Außerdem lassen sich nach der Errichtung der Heizanlage die Vollständigkeit und der Erfüllungsgrad der Funktionen überprüfen. Das Pflichtenheft ist Bestandteil des bei den Architekten üblichen Raumbuches und muß mindestens die in Tabelle 1 folgenden Angaben enthalten. Die Richtlinie liefert ein Beispiel für ein derartiges Pflichtenheft (Bild 6).

Auslegungsbeispiel

Schritt für Schritt erläutert

Der neue Auslegungsansatz ist am einfachsten anhand eines Beispiels zu verstehen. Hierbei wird die Auslegung für die höchste Anforderungsstufe 3 betrachtet. Bei den einfacheren Anforderungsstufen sind weniger Funktionen herzustellen, also auch weniger Bedingungen zu beachten. Für einen Aufenthaltsraum (Bild 7) soll die Raumheizfläche ausgelegt werden.

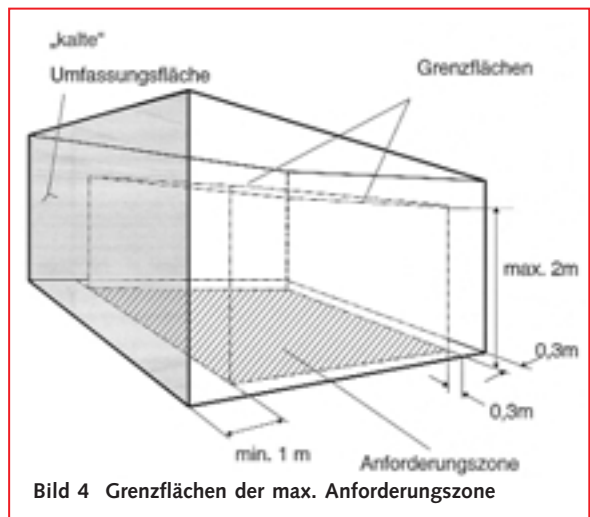


Bild 4 Grenzflächen der max. Anforderungszone

Heizung

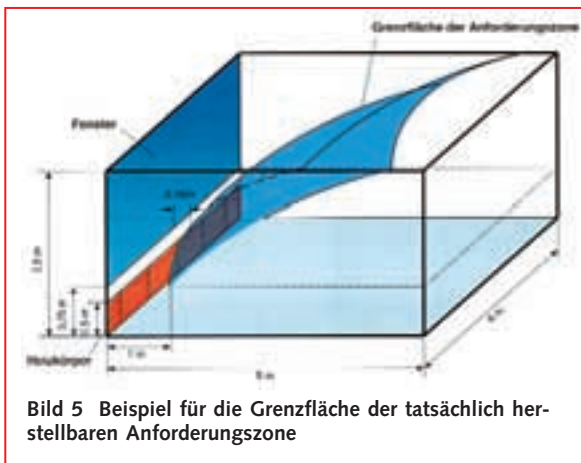


Bild 5 Beispiel für die Grenzfläche der tatsächlich herstellbaren Anforderungszone

2. Schritt

Der zweite Schritt gilt dem Strahlungsdefizit. Hier genügt es, den linearen Ansatz nach Gleichung (2) zu verwenden.

$$\Delta T_H \cdot L_H \cdot H_H \geq \Delta T_{Fe} \cdot L_{Fe} \cdot H_{Fe} \quad (2)$$

Vorausgesetzt wird dabei, daß der Heizkörper vor derselben Ebene angeordnet ist wie die „kalte“ Umfassungsfläche. Zunächst muß aber die strahlende Ansichtsfläche

$L_H \cdot H_H$ bekannt sein. Die Bedingung für die Heizkörperlänge erhält man aus der Anforderung, die Fallluftströmung zu beseitigen. Die vom Heizkörper hervorgerufene Konvektion kann generell als genügend stark zum Auffangen der Fallluft angesehen werden. Es reicht, den Heizkörper unterhalb der „kalten“ Umfassungsfläche in der Länge des Fensters ($L_H = L_{Fe}$) anzuordnen (Bild 8). Die Höhe des Raumheizkörpers wird frei nach ästhetischen und architektonischen Gesichtspunkten mit $H_H = 0,5$ m gewählt. Bei mehreren Heizkörpern und Räumen wird die Ausgleichs-Übertemperatur ΔT_H für alle von der Heizung versorgten Räume berechnet und der höch-

Pflichtenheft Heizung

Projekt: _____
Gebäude: _____

Raumbuch				Nutzung			Innentemperatur		Anforderungsstufe	Anforderungszone 4)	Aufheizreserve ϕ_{RH} 5)	Zusatznutzen	Aufwandszahl der Nutzenübergabe $e_{1,max}$ 6)
Ebene	Bezeichnung	Raumart	Normheizlast 1)	Heizzeiten	Innere Lasten 2)	Lüftungsart 3)							
-	-	-	in W	von bis	hoch/niedrig	m/F	$\theta_{i,A}$ in °C	θ_{Absent} in °C	-	in m	in W	-	-

- 1) Rechenwert der Transmissions- und Lüftungsheizlast nach DIN 4701 oder nach DIN pr EN 12831
- 2) Grenze zwischen niedrig und hoch : Innenlast/Normheizlast > 0.2
- 3) bei mech. Lüftung zusätzliche Informationen zum Zuluftstrom; sonst nur m (mechanisch) oder F (Fensterlüftung) angeben
- 4) Abstand zu kalter Umfassungsfläche in m
- 5) nach DIN pr EN 12831
- 6) Aufwandszahl der Nutzenübergabe nach VDI 2067 Bl. 20

Datum Auftraggeber

Datum Auftragnehmer

Bild 6 Beispielhafte Darstellung für ein Pflichtenheft

Die hierzu notwendigen Informationen können ebenfalls Bild 7 entnommen werden.

1. Schritt

Zunächst geht es um die Beseitigung der Behaglichkeitsdefizite. Dazu ist in einem ersten Schritt die Untertemperatur der „kalten“ Umfassungsfläche, in diesem Fall des Fensters, zu berechnen. Sie kann entweder nach Gleichung (1) oder unmittelbar aus Bild 2 entnommen werden.

$$\Delta T_{Fe} = \frac{U_{Fe}}{\alpha_i} (\vartheta_{i,A} - \vartheta_a) \rightarrow \Delta T_{Fe} = 6,1 \text{ K} \quad (1)$$

Auslegungsvorgaben

Auslegungs-Innentemperatur $\vartheta_{i,A}$	22 °C
Gewünschte Anforderungszone	maximal
Gewünschte Anforderungsstufe	Stufe 3
Aufheizreserve* $\Delta\phi_{RH}$ in W/m ²	30 W/m ²

Sonstige Vorgaben

Zusatznutzen	
Maximale Aufwandszahl $e_{1,max}$ **	1,15

* nach DIN pr EN 12831, ** nach VDI 2067-20

Tabelle Auslegungsvorgaben und sonstige Vorgaben im Pflichtenheft

Heizung

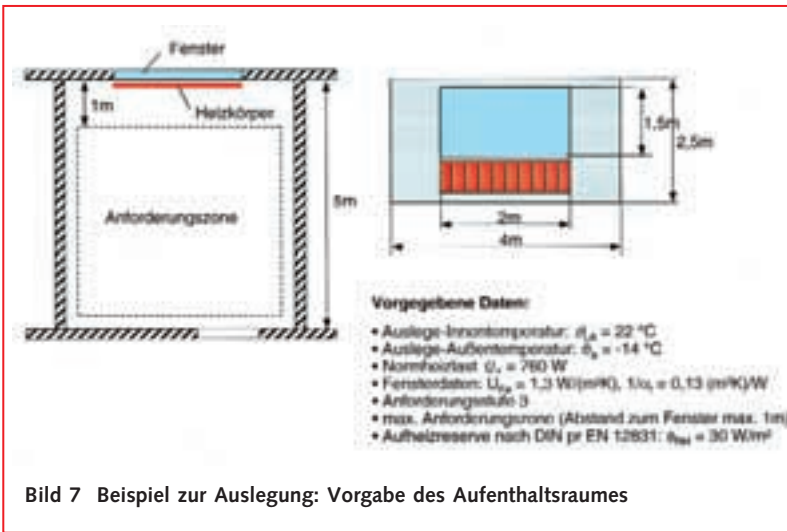


Bild 7 Beispiel zur Auslegung: Vorgabe des Aufenthaltsraumes

ogramm (Bild 10) die erforderliche relative Heizkörperleistung $\Phi_{S, \text{erf}}$ bestimmen. Dem Auslegungsdiagramm kann mit der Vor- und Rücklaufübertemperatur des Raumheizkörpers das Verhältnis $(\Phi/\Phi_{S, \text{erf}}) = 0,32$ entnommen werden (s. Punkt 1 in Bild 10). Mit Hilfe der Normheizlast \dot{Q}_N (bei mehreren Heizkörpern in einem Raum sollte die Normheizlast entsprechend der Ansichtsflächen der Heizkörper aufgeteilt werden) läßt sich dann die geforderte Norm-Wärmeleistung $\Phi_{S, \text{erf}}$ des Raumheizkörpers nach Gleichung 6 zu $\Phi_{S, \text{erf}} = 2375 \text{ W}$ bestimmen:

$$\Phi_{S, \text{erf}} = \frac{\dot{Q}_N}{\left(\frac{\Phi}{\Phi_{S, \text{erf}}}\right)} \quad (6)$$

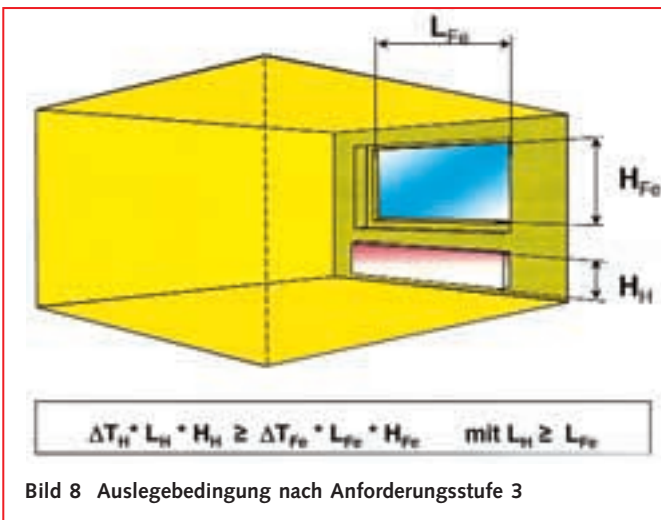


Bild 8 Auslegebedingung nach Anforderungsstufe 3

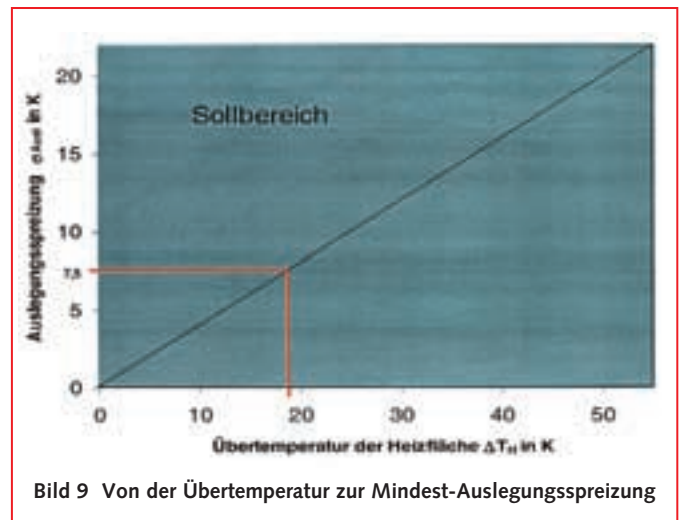


Bild 9 Von der Übertemperatur zur Mindest-Auslegungsspreizung

ste Wert ΔT_H bestimmt, siehe Gleichung (3).

$$\Delta T_H \geq \frac{L_{Fe} \cdot H_{Fe} \cdot \Delta T_{Fe}}{L_H \cdot H_H} \rightarrow \Delta T_H = 18,3 \text{ K} \quad (3)$$

3. Schritt

Die Auslegungs-Vorlaufübertemperatur ΔT_1 erhält man im 3. Schritt nach Gleichung (4) aus der Summe der Raumheizflächen-Übertemperatur ΔT_H und der halben Auslegungsspreizung σ_{Ausl} .

Die Auslegungs-Rücklaufübertemperatur ergibt sich aus der Differenz zwischen Auslegungs-Vorlaufübertemperatur ΔT_1 und Auslegungsspreizung σ_{Ausl} nach

$$\Delta T_{1, \text{Soll}} = \Delta T_{H, \text{max}} + \frac{\sigma_{Ausl}}{2} \quad (4)$$

$$\Delta T_{2, \text{Soll}} = \Delta T_1 - \sigma_{Ausl} \quad (5)$$

Gleichung (5).

Die Auslegespreizung σ_{Ausl} kann – abhängig von ΔT_H – Bild 9 entnommen werden. Sie beträgt in diesem Beispiel $\sigma_{Ausl} = 7,5 \text{ K}$. Der rechnerische Wert für die Vorlauf-übertemperatur ΔT_1 ist somit $\Delta T_1 = 22 \text{ K}$. Die Richtlinie empfiehlt jedoch für die Vorlauf-temperatur Grenzwerte: Als obere Grenze wird aus Gründen der Energieeinsparung und der Unfallsicherheit ein Maximalwert von 60 °C und als untere Grenze – aus psychologischen Überlegungen – ein Minimalwert von 45 °C empfohlen. Da dieser im Beispiel unterschritten würde, kann die Vorlauf-temperatur z. B. auf $t_1 = 47 \text{ °C}$ festgelegt werden. Die Auslegungs-Vorlauf-übertemperatur ΔT_1 beträgt damit $\Delta T_1 = 47 \text{ °C} - 22 \text{ °C} = 25 \text{ K}$, die Rücklauf-Übertemperatur beträgt nach Gleichung (5): $\Delta T_{2, \text{Soll}} = 25 \text{ K} - 7,5 \text{ K} = 17,5 \text{ K}$.

4. Schritt

Mit diesen beiden Übertemperaturen läßt sich im 4. Schritt aus dem Auslegungsdi-

5. Schritt

Nun wird der entsprechende Heizkörper in einem Heizkörperkatalog entsprechend seiner Normleistung $\Phi_{S, \text{ist}}$ gesucht. Fest vorgegeben sind seine Länge und Höhe, zur Wahl stehen Typ und Modell. Durch die Abstufung der Leistungsangaben im Katalog wird in der Regel eine gegenüber $\Phi_{S, \text{erf}}$ niedrigere Norm-Wärmeleistung $\Phi_{S, \text{ist}}$ ausgewählt, damit die mittlere Übertemperatur der Heizfläche nicht unter den nach Gleichung (3) errechneten Wert von ΔT_H sinkt. Dies führt bei festgehaltener Auslegungs-Vorlauf-temperatur zu einer Anhebung der Heizkörper-Rücklauf-temperatur und des Wasserstroms oder bei festgehaltener Spreizung zur Anhebung der Vor- und Rücklauf-temperatur.

Im Beispiel wird ein Flachheizkörper Typ 21 ausgewählt mit einer Länge von 2 m und einer Höhe von $0,5 \text{ m}$. Seine Normleistung beträgt 2310 W . Damit steigt das Verhältnis $(\Phi/\Phi_{S, \text{ist}})$ auf $0,33$ an, wodurch bei kon-

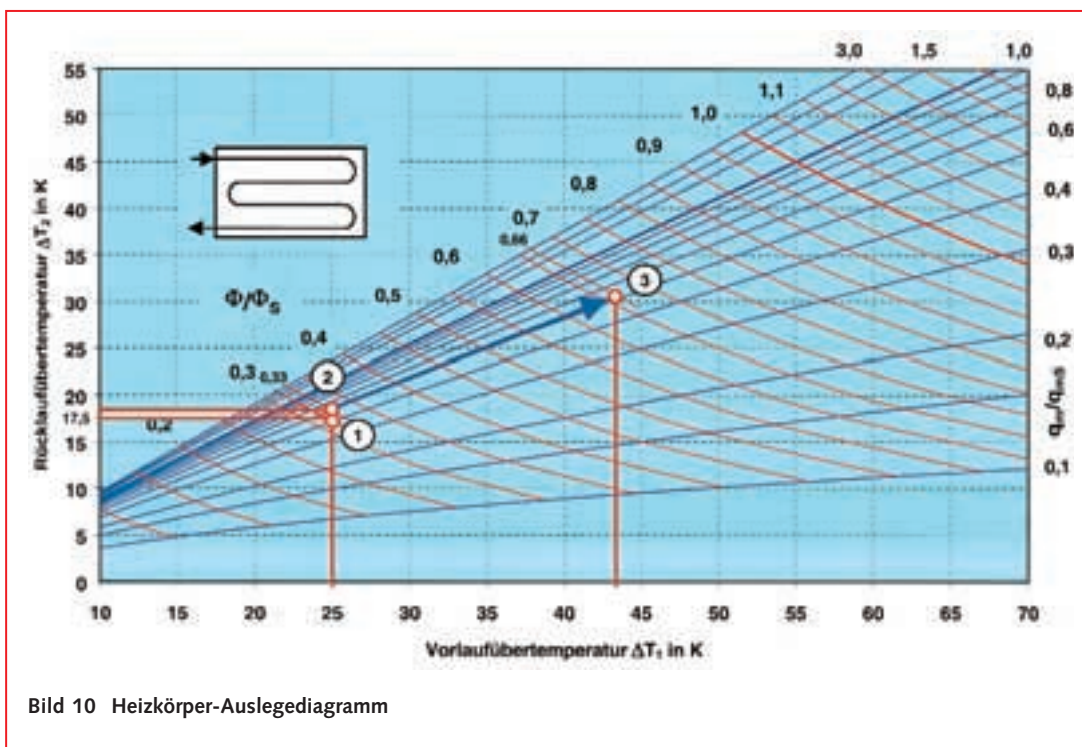


Bild 10 Heizkörper-Auslegediagramm

stanter Vorlauf-Übertemperatur $\Delta T_1 = 25 \text{ K}$ die Rücklauf-Übertemperatur leicht auf $\Delta T_2 = 18 \text{ K}$ ansteigt (Punkt 2).

6. Schritt

Zur Überprüfung der Kompensation der „kalten“ Abstrahlung der Umfassungsflächen muß Gleichung (7) erfüllt sein:

$$\Delta T_{H, \text{ist}} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_{2, \text{ist}}}{2} \geq \Delta T_H$$

$$\rightarrow \Delta T_{H, \text{ist}} = 21,5 \text{ K} > 18,3 \text{ K} \quad (7)$$

7. Schritt

Nach DIN pr EN 12831 wird eine Aufheizreserve empfohlen. Sie muß im Pflichtenheft vorgegeben sein. Ist für den Auslegungsfall die Vorlauftemperatur genügend niedrig angesetzt, was die Regel ist, genügt meist die dadurch gegebene Reserve. Die Aufheizreserve $\Delta \Phi_{RH,j}$ läßt sich aus dem Auslegungsdiagramm bei der maximalen Vorlauftemperatur (und dem maximalen Wasserstrom) ablesen. Im Beispiel wird davon ausgegangen, daß der Wärmeerzeuger im Aufheizfall eine Vorlauftemperaturanhebung auf $t_1 = 65 \text{ °C}$ erreicht. Im Heizkörperdiagramm (Bild 10) wird dafür $\Phi_{\text{max}}/\Phi_{S,\text{ist}}$ zu 0,66 bestimmt, indem der Schnittpunkt 2 nach rechts entlang der Massenstromlinie (q_m/q_{mS}) bis zur Vorlauf-Übertemperatur von 43 K ($65 \text{ °C} - 22 \text{ °C}$) verschoben wird (Punkt 3). Die maximale Heizleistung des ausgewählten Heiz-

körpers beträgt nun $\Phi_{\text{max}} = \Phi_{S,\text{ist}} \cdot 0,66 = 1525 \text{ W}$. Die Aufheizreserve $\Delta \Phi_{RH}$ wird bestimmt nach Gleichung (8):

$$\Delta \Phi_{RH} = \Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{erf}}$$

$$= 1525 \text{ W} - 760 \text{ W} = 765 \text{ W} \quad (8)$$

Die Aufheizreserve durch Vorlauf-temperaturanhebung ergibt 765 W, d. h. $\Delta \Phi_{RH} = 38 \text{ W/m}^2$. Damit ist die Anforderung erfüllt.

8. Schritt

Zum Abschluß des Beispiels wird noch der Auslegemassenstrom q_m nach Gleichung (9) bestimmt:

$$q_m = \frac{\Phi_{\text{erf}}}{\sigma_{\text{ist}} c_p} = \frac{760}{(25-18) 1,17}$$

$$\rightarrow q_m = 93 \text{ kg/h}$$

Ergänzende Hinweise

- Bei Anforderungsstufe 2 ist genau so vorzugehen wie beschrieben. Hier gibt es für die Heizkörperlänge keine Bedingung, sie ist also frei wählbar.
- Bei der Anforderungsstufe 1 gibt es keine Bedingungen für Übertemperatur, Anordnung und Abmessungen des Heizkörpers. Die Vorlauftemperatur richtet sich nach den Möglichkeiten der Wärmezeugung. Für die Spreizung gilt ebenfalls der beschriebene Mindestwert (Bild 9). Mit der

relativen Leistung aus dem Heizkörperdiagramm (Bild 10) erhält man über die Normheizlast die erforderliche Leistung. Die Ist-Leistung aus dem Heizkörperkatalog muß in diesem Fall größer sein. Für sie ist dann die Ist-Rücklauf-temperatur und daraus dann der Ist-Wasserstrom zu berechnen.

● Für Konvektoren gelten – wegen des fehlenden Strahlungsanteils und der Abdeckung der wasserführenden Heizfläche – naturgemäß besondere Bedingungen: Hier muß auf die Grenzwerte nicht geachtet werden. Auch läßt sich die Übertemperatur unter Beachtung der Wärmeerzeugerbedingungen frei wählen. Trotz des fehlenden Strahlungsanteils sind die Anforderungsstufen 3 und 2 herstellbar, wenn die Anforderungszone so festgelegt wird, daß ihr Abstand von der „kalten“ Umfassungsfläche groß genug ist.

Die VDI 6030, Blatt 1, dient der Auslegung von freien Raumheizkörpern für Warmwasserheizungen. Zweck der Richtlinie ist es, ein Anforderungsprofil aufzustellen, welches die Ansprüche an Komfort und sparsamen Energieeinsatz umfaßt und damit über den Einfachanspruch, nur die Normheizlast zu decken, hinausgeht. Sie präzisiert die Vorschriften zur Dimensionierung der Heizflächen nach DIN pr EN 12831 und stellt eine Anleitung dar, die Anforderungen dieser Norm für die Anwendung umzusetzen. In der Richtlinie vom Juli 2002 sind weitere Beispiele zur praktischen Vorgehensweise sowie eine Muster-Auslegungsrechnung abgedruckt.



Dipl.-Ing. Raphael Haller

ist Mitarbeiter an der Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Heiz- und Raumlufttechnik, 70550 Stuttgart, Telefon (07 11) 6 85 20 95, Telefax (07 11) 6 85 20 96, E-Mail: raphael.haller@po.uni-stuttgart.de