

Heizflächenauslegung bei Heizkörperheizungen

Grundlage für die Bemessung der Heizflächen ist der nach den geltenden Normen bestimmte Leistungsbedarf, seit 2004 die Raumheizlast \dot{Q}_{HL} nach DIN EN 12831¹.

Die Berechnung der Raumheizlast nach DIN EN 12831 enthält in der Regel bereits Sicherheiten. Ein Aufheizzuschlag f_{RH} kann ebenfalls vertraglich vereinbart sein und wurde bereits in die Raumheizlast einberechnet. Die Heizflächen selbst müssen daher nicht zusätzlich größer gewählt werden

Der nach früherer DIN 4701-3 mögliche zusätzliche Zuschlag von 15 % auf den berechneten Normwärmebedarf entfällt nach EN 12831.

Zu den Heizkörperheizungen zählen Systeme mit Gliederheizkörpern (Stahl, Guss), Radiatoren (Stahlrohr, Lamellen) sowie Plattenheizkörpern. Im weiteren Sinne sind die Aussagen auch auf Konvektoren und Sockelheizkörper übertragbar.

1. Grundlagen

Die im Raum aufgestellten Heizkörper übertragen die Wärme an die Raumluft durch Konvektion und Strahlung. Die Wärmeleistung wird durch genormte Versuche unter genormten Bedingungen ermittelt, wofür anerkannte Prüfstellen zur Verfügung stehen. Es gilt die EN 442².

Im Allgemeinen können Leistungen für spezielle Heizkörper aus Herstellerunterlagen entnommen werden. In Abschnitt 2.3.8 sind die Normwärmeleistungen verschiedener, ausgewählter Typen und Größen angegeben. Nach EN 442 werden Heizkörpernormleistungen bei 75/65/20°C angegeben, d.h. bei $t_V = 75$ °C (Vorlauf), $t_R = 65$ °C (Rücklauf) und $t_L = 20$ °C (Raumluft) und unter atmosphärischem Normaldruck (1013 mbar).

Hinweis: früher wurden Heizkörperleistungen auf die Bedingungen 90/70/20 °C normiert! Bei der Revision alter Herstellerunterlagen und Berechnungen ist dies zu beachten.

2. Heizkörpergleichungen, Heizkörperexponent, Heizkörperdiagramm

Die Leistungsänderung von Heizflächen kann durch Anpassung der Vorlauftemperatur und des Massenstroms, im weiteren Sinne auch durch Änderung des Konvektionsvolumenstrom (z.B. bei Klappenkonvektoren) und der wärmeabgebenden Fläche erfolgen. Für Heizkörper – als die am weitesten verbreiteten Heizflächen – kommen die ersten beiden Möglichkeiten in Frage.

¹ DIN EN 12831; Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; 2003. DIN EN 12831 Beiblatt 1, 2004. DIN EN 12831 Beiblatt 1/A1, Korrekturblatt, 2005.

² DIN EN 442-1, Ausgabe:2003-12; Radiatoren und Konvektoren - Teil 1: Technische Spezifikationen und Anforderungen und DIN EN 442-2, Ausgabe:2003-12; Radiatoren und Konvektoren - Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe. DIN EN 442-3, Ausgabe: 2003-12: Radiatoren und Konvektoren – Konformitätsbewertung.

Zur Bestimmung der Wärmeleistung der Heizflächen werden die drei Grundgleichungen für Heizkörper verwendet. Die erste Heizkörpergleichung beschreibt die Leistungsabgabe des Heizwassers im Heizkörper, die zweite Heizkörpergleichung die Leistungsabgabe von den Heizflächen an die Raumluft und die dritte Heizkörpergleichung die Leistungsabgabe des Raumes an die Umwelt.

$$1. \text{ Heizkörpergleichung } \frac{\dot{Q}_1}{\dot{Q}_2} = \frac{\dot{m}_1}{\dot{m}_2} \cdot \frac{t_{V,1} - t_{R,2}}{t_{V,2} - t_{R,2}}$$

$$2. \text{ Heizkörpergleichung } \frac{\dot{Q}_1}{\dot{Q}_2} = \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{\left[\frac{t_{V1} - t_{R1}}{\ln\left(\frac{t_{V1} - t_{L1}}{t_{R1} - t_{L1}}\right)} \right]^n}{\left[\frac{t_{V2} - t_{R2}}{\ln\left(\frac{t_{V2} - t_{L2}}{t_{R2} - t_{L2}}\right)} \right]^n} = \frac{A_1}{A_2} \cdot \left[\frac{\Delta t_{In,1}}{\Delta t_{In,2}} \right]^n$$

$$3. \text{ Heizkörpergleichung } \frac{\dot{Q}_1}{\dot{Q}_2} = \frac{t_{L1} - t_{a1}}{t_{L2} - t_{a2}} \text{ (vereinfacht)}$$

Soll die Normleistung des Heizkörpers (nach Herstellerangabe bei 75/65/20 °C) auf die realen Betriebsbedingungen umgerechnet werden, wird der Zusammenhang nach der 2. Heizkörpergleichung verwendet. In der Gleichung können alle mit dem Index "2" gekennzeichneten Größen mit den Herstellernormwerten belegt werden. Es gilt dann:

$$\dot{Q}_{\text{Betrieb}} = \dot{Q}_{\text{Norm}} \cdot \frac{\left[\frac{t_{V,\text{Betrieb}} - t_{R,\text{Betrieb}}}{\ln\left(\frac{t_{V,\text{Betrieb}} - t_{L,\text{Betrieb}}}{t_{R,\text{Betrieb}} - t_{L,\text{Betrieb}}\right)} \right]^n}{\left[\frac{75^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}}{\ln\left(\frac{75^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}}{65^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}}\right)} \right]^n} = \dot{Q}_{\text{Norm}} \cdot \left[\frac{\Delta t_{In,\text{Betrieb}}}{49,8\text{K}} \right]^n$$

Die aus Rücklauftemperatur t_R , Vorlauftemperatur t_V und Lufttemperatur t_L gebildete Größe Δt_{In} wird als logarithmische Übertemperatur des Heizkörpers bezeichnet. Unter Normbedingungen nach EN 442 beträgt sie 49,8 K. Das bedeutet: die repräsentative mittlere Heizkörpertemperatur liegt entsprechend bei 69,8 °C (49,8 K über der Raumtemperatur von 20 °C). Die zugehörige arithmetische Heizkörpertemperatur $(t_V + t_R)/2$ liegt in diesem Beispiel bei $(75 + 65)^\circ\text{C} / 2 = 70^\circ\text{C}$.

Logarithmische und arithmetische Übertemperatur eines Heizkörpers liegen in Systemen mit größeren Temperaturspreizungen (z.B. direkten Fernwärmesystemen) weiter auseinander. Aufgrund der Rechengenauigkeit ist daher die logarithmische Übertemperatur zu verwenden, wenn folgendes gilt (Rücklauftemperatur t_R , Vorlauftemperatur t_V , Lufttemperatur t_L):

$$\frac{t_R - t_L}{t_V - t_L} < 0,7 .$$

Der Exponent n ist der Heizkörperexponent. Er beschreibt den nicht linearen Zusammenhang zwischen der Leistungsabgabe und der mittleren Übertemperatur eines Heizkörpers (Verschiebung zwischen Strahlungs- und Konvektionsanteil der Leistungsabgabe bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen). Bei Heizsystemen mit großem Strahlungsanteil ist der Heizkörperexponent am geringsten. Der Heizkörperexponent n beträgt etwa:

- bei Fußbodenheizungen $n \approx 1,1$
- bei Plattenheizkörpern $n = 1,20 \dots 1,30$
- bei Rohren $n = 1,25$
- bei Rippenrohren $n = 1,25$
- bei Radiatoren $n = 1,30$
- bei Konvektoren $n = 1,25 \dots 1,45$

Der Heizkörperexponent ändert sich auch mit der Anschlussart eines Heizkörpers, mit dem Heizmittelstrom, mit der Bauhöhe und bei Plattenheizkörpern mit der Reihenzahl. Für den praktischen Anwendungsfall kann jedoch von einem konstanten Heizkörperexponenten ausgegangen werden.

Die drei Heizkörpergleichungen können graphisch als Heizkörperdiagramm dargestellt werden – siehe Bild 1. Die Auswirkungen zentraler (Vorlauftemperaturregelung) und dezentraler (Massenstromänderung) Regelung sowie des Fremdwärmeeinflusses auf die Leistung und die Rücklauftemperatur können mit dem Diagramm einfach nachvollzogen werden.

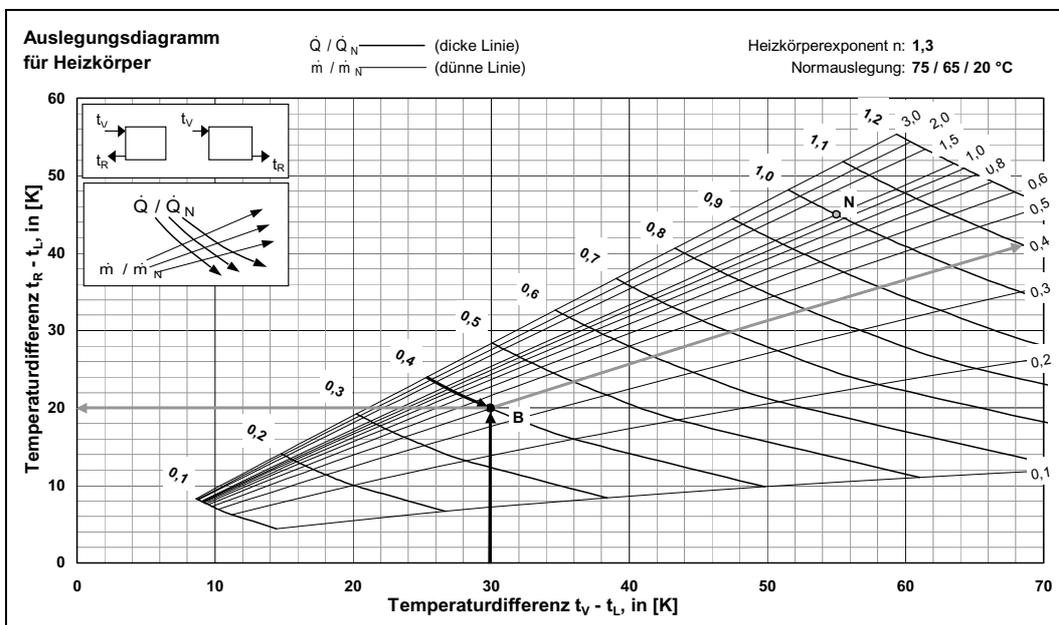


Bild 1 Heizkörperdiagramm 75/65/20 °C

Beispiel:

Die Leistung des Heizkörpers unter Normbetriebsbedingungen (75/65/20 °C) betrage $\dot{Q}_N = 2 \text{ kW}$. Es fließt bei diesen Bedingungen ein Normmassenstrom von:

$$\dot{m}_N = \frac{\dot{Q}_N}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta t} = \frac{2 \text{ kW}}{1,16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \text{K}} \cdot (75 - 65) \text{ K}} = 0,172 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Der Heizkörper wird nun in einem Raum installiert, in dem die Raumheizlast nur 800 W beträgt und er soll mit einer Vorlauftemperatur von 50 °C betrieben werden. Welche Rücklauftemperatur stellt sich ein? Welcher Massenstrom muss fließen?

Zusätzlich zum Punkt "N", der dem Normpunkt des Heizkörpers entspricht, wird ein zweiter Punkt "B" eingetragen. Für diesen gilt:

$$\frac{\dot{Q}_B}{\dot{Q}_N} = \frac{800W}{2000W} = 0,4 \quad \text{und} \quad t_V - t_L = (50 - 20) K = 30 K$$

Aus dem Diagramm können abgelesen und dann umgerechnet werden:

$$\frac{\dot{m}_B}{\dot{m}_N} = 0,4 \quad \Rightarrow \quad \dot{m}_B = 0,4 \cdot 0,172 m^3 / h = 0,069 m^3 / h$$

$$(t_R - t_L) = 20 K \quad \Rightarrow \quad t_R = 20 K + 20 \text{ °C} = 40 \text{ °C}.$$

Die Anwendung des Heizkörperdiagramms kann für beliebige Betriebsbedingungen erfolgen. Es ist zu beachten: das Diagramm ist erstellt für die Temperaturen 76/65/20 °C, das heißt alle Massenstrom- und Leistungsverhältnisse beziehen sich auf diesen Zustand.

3. Einflüsse auf die Leistungsabgabe von Raumheizkörpern

Einen wichtigen Einfluss auf die Leistungsabgabe von Raumheizkörpern haben der Heizmittelmassenstrom, die Übertemperatur über der Raumtemperatur sowie die Heizkörperfläche. Die Auswirkungen der genannten Randbedingungen werden nachfolgend erläutert.

Massenstromänderung

Die Leistungssteigerung durch Massenstromsteigerung macht sich bei Heizkörpern mit hohem Wärmeübertragerkennwert am stärksten bemerkbar. Der Wärmeübertragerkennwert a ist nach nachfolgender Gleichung definiert. Er wird groß, wenn die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur möglichst hoch wird und gleichzeitig die Rücklauftemperatur nahe der Raumtemperatur liegt (z.B. bei Auslegung auf 70/30 °C).

$$a = \frac{t_V - t_R}{t_V - t_L}$$

Der Wärmeübertragerkennwert ist ein Maß für die Regelbarkeit der Heizflächen. In Systemen mit geringem Wärmeübertragerkennwert (z. B. Auslegung auf 55/45 °C) bedeutet eine Massenstromänderung praktisch keine Leistungsänderung. Diese Heizflächen lassen sich daher durch Eingriff der Thermostatventile verhältnismäßig schlecht regeln.

Andererseits werden in Netzen mit geringen Wärmeübertragerkennwerten die Auswirkungen hydraulischer Fehler vermindert spürbar. Man spricht vom *Wunder der Heizungstechnik* bzw. von der *Gutmütigkeit der Heizungsanlage*. Auch bei großen

Volumenstromschwankungen (z.B. fehlender Hydraulischer Abgleich) geben Heizkörper annähernd die gleiche Leistung ab.

Übertemperatur und Selbstregeleffekt

Einen weiteren Einfluss auf die Wärmeabgabe hat die Übertemperatur der Heizflächen über der Raumtemperatur. Je geringer die Übertemperatur, desto geringer die Leistungsabgabe. Die Übertemperatur hängt nicht nur von der Vor- und Rücklauf-temperatur des Heizwassers, sondern auch von der Raumtemperatur ab. Steigt die Raumtemperatur, sinkt die Wärmeübertragung der Heizflächen. Der Effekt wird Selbstregeleffekt oder Eigenstabilität genannt.

Einen hohen Selbstregeleffekt z. B. bei Auftreten von Fremdwärme haben Fußbodenheizungen und andere Niedertemperaturheizungen mit geringen Auslegungs-übertemperaturen. Schon bei kleinen Raumtemperatursteigerungen sinken die Übertemperatur der Heizflächen und damit die Leistungsabgabe stark ab. Im umgekehrten Fall haben Systeme mit geringen Übertemperaturen aber auch ein erhöhtes Wärmeabgabepotential der Heizflächen bei verminderten Raumtemperaturen (keine Raumtemperaturabsenkung, z.B. Ablüften). Wird die Leistungsabgabe nicht begrenzt, besteht die Gefahr der Energieverschwendung durch den Nutzer.

Heizflächenüberdimensionierung

Die Leistungssteigerung durch Flächenüberdimensionierung macht sich bei Heizkörpern mit geringem Wärmeübertragerkennwert am stärksten bemerkbar.

Die Argumente für und gegen eine Überdimensionierung von Heizflächen sind vielfältig und in der Literatur umfassend diskutiert. Die Befürworter sehen darin eine Möglichkeit der Leistungssteigerung bei hoher dynamischer Beanspruchung, d. h. bei stark wechselnden Lasten. Gegen eine Überdimensionierung spricht die vorhandene Leistungsreserve allein über die Anhebung der Vorlauftemperatur. Regelungstechnische Lösungen für die bedarfsabhängige Vorlauftemperaturanhebung haben am Markt aber trotzdem praktisch noch keine Bedeutung.

Vorlauftemperaturanhebung

Die mögliche Leistungssteigerung durch eine Anhebung der Vorlauftemperatur ist größer in Netzen mit geringen Auslegungsvorlauftemperaturen und -spreizungen. Leistungssteigerungen siehe Bild 1. Die zeitweise Vorlauftemperaturanhebung lässt sich zur Schnellaufheizung von Räumen einsetzen. In praktischen Betrieb ist eine ständig überhöhte Vorlauftemperatur zu vermeiden, weil die Thermostatventile der erhöhten Leistungszufuhr in den Raum durch ständiges Drosseln begegnen müssen. Tritt zusätzlich Fremdwärme auf, arbeiten die Ventile im extremen unteren Hubbereich in Nähe des Schließpunktes und es kann zu einem Auf-Zu-Verhalten kommen. Des Weiteren bieten Heizkörper mit einem überhöhten Leistungsabgabepotential die Möglichkeit der (ungewollten) Energieverschwendung.

4. Korrekturen der Leistungsabgabe von Raumheizkörpern³

Die von Herstellern dokumentierten Leistungsangaben gelten unter bestimmten Randbedingungen, die in der Praxis oft nicht vorzufinden sind. Nachfolgende werden einige Einflüsse auf die Leistungsabgabe von Raumheizkörpern erläutert.

Anschlussart

Die Normheizkörperleistung wird ermittelt mit der Anschlussart: Vorlauf oben, Rücklauf unten. Für andere Anschlussarten des Heizkörpers als die im Bild 1 gezeigten, ergibt sich eine verminderte Wärmeleistung. Eine Korrektur kann mit Hilfe des Diagramms nach Bild 2 erfolgen.

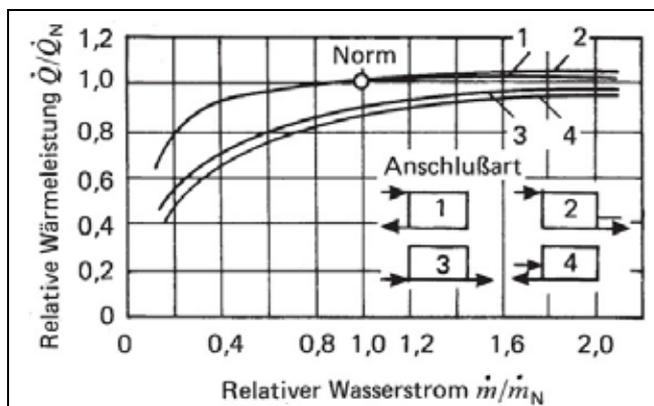


Bild 2 Korrektur der Heizkörperleistung aufgrund der Anschlussart

Luftdruck

Der Einfluss des Luftdrucks auf die Leistungsabgabe von Heizkörpern hängt von dessen Strahlungsanteil ab. Der Luftdruck wirkt sich nur auf den konvektiv übertragenen Leistungsanteil aus. Für Heizsysteme mit hohem Strahlungsanteil (z.B. 60 %) bedeutet beispielweise ein Luftdruckdruckabfall auf 940 mbar eine Leistungsminde- rung von maximal 4 %. Bei Systemen mit geringem Strahlungsanteil (z.B. 20 %) von max. 8 %.

Einbauart

Die Wärmeleistung von Heizkörpern in Nischen unter Fenstern ist geringer als auf dem Prüfstand, siehe Bild 3.

³ D. Schlapmann; Handbuch Heizung + Klima, Ausgabe 2003/2004

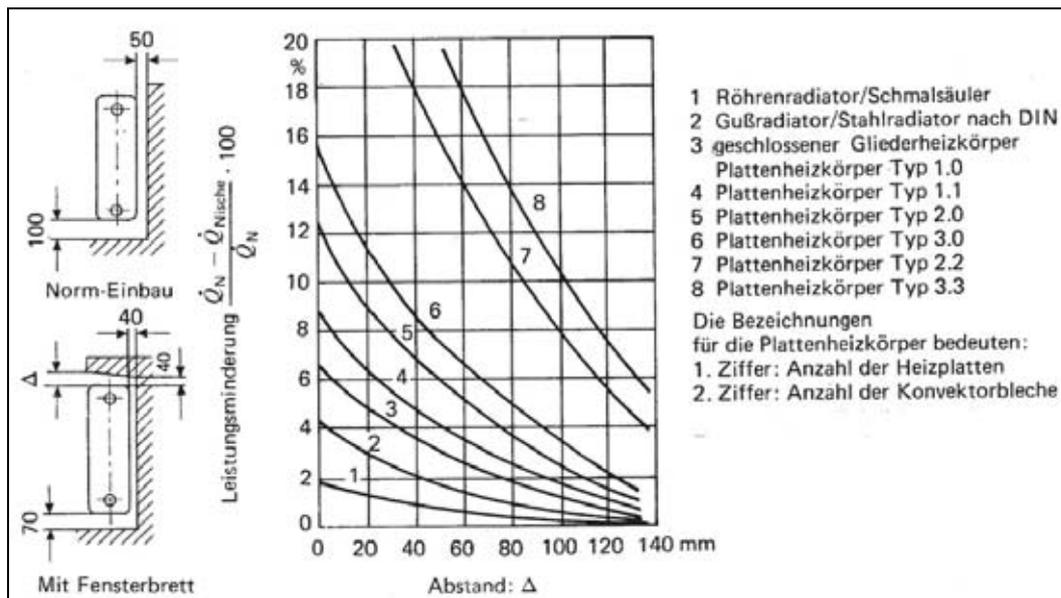


Bild 3 Minderung der Normwärmeleistung bei Einbau in Fensternischen⁴

Moderne Fertigheizkörper mit Seitenverkleidungen und passenden Abdeckgittern weisen bei Nischeneinbau geringere Leistungsminderungen auf als unverkleidete Plattenheizkörper, siehe Bild 4.

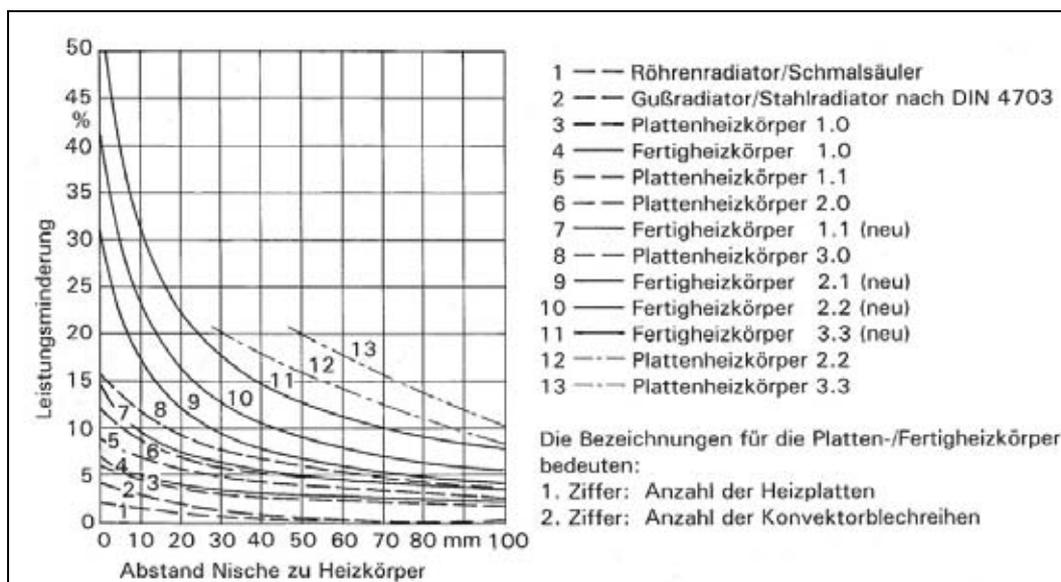


Bild 4 Prozentuale Leistungsminderung unterschiedlicher Heizkörper beim Nischeneinbau in Abhängigkeit des Abstandes Heizkörperoberkante zur oberen Nischenbegrenzung⁵

Zusätzlich treten Leistungsminderungen auf, je näher die Heizkörper an der Rückwand montiert werden, siehe Bild 5.

⁴ Schlapmann Heizungsjournal 2/95

⁵ Bodenstein und Schlapmann, HLH 3/95

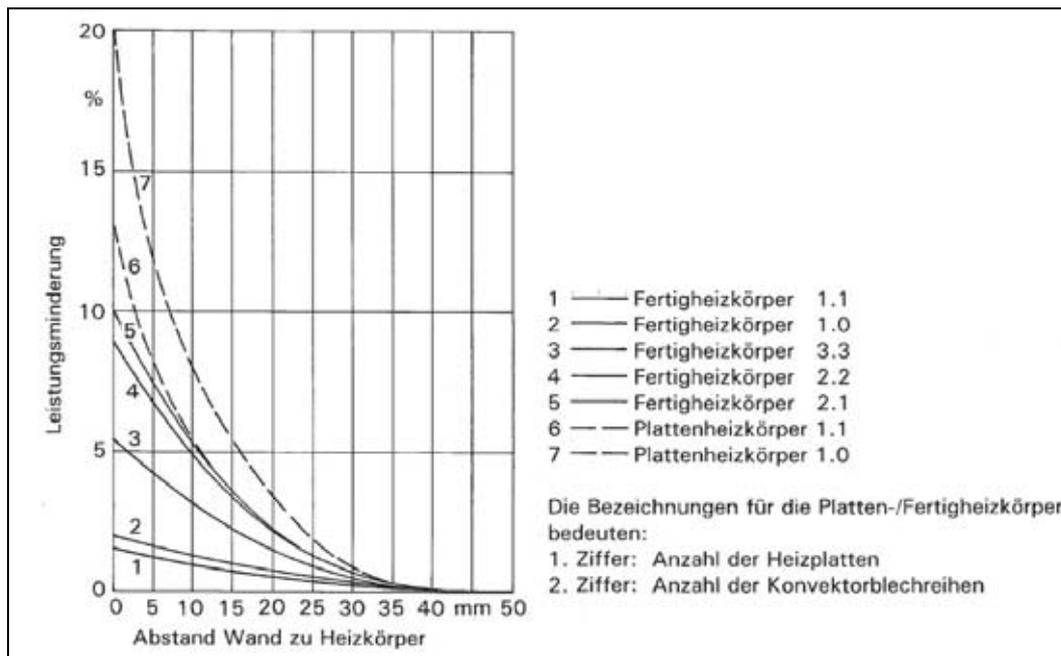


Bild 5 Prozentuale Leistungsminderung unterschiedlicher Fertigheizkörper in Abhängigkeit des Wandabstandes.

Als Leistungsminderung durch zu knappen Abstand vom Fußboden können Werte aus Bild 6 angesetzt werden.

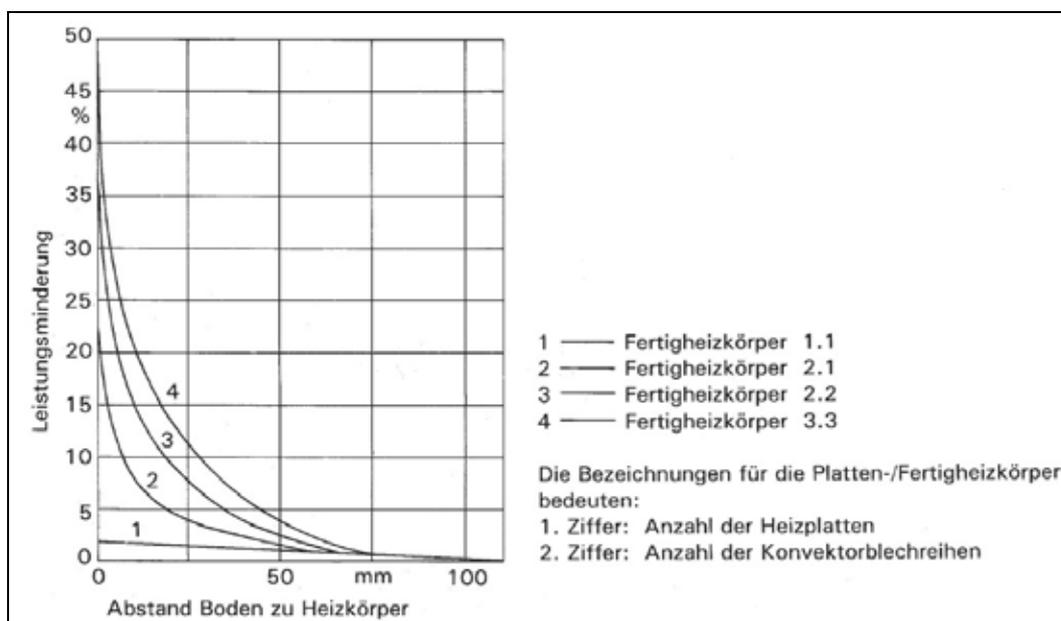


Bild 6 Prozentuale Leistungsminderung unterschiedlicher Fertigheizkörper in Abhängigkeit des Bodenabstandes.

Anstrich

Heizkörper geben ihre Leistung durch Konvektion und Strahlung ab. Wenn ein Heizkörper mit weniger gut wärmestrahrender Oberfläche als Heizkörperlack ($\epsilon = 0,92$) versehen wird, z. B. mit einem metallisch glänzenden Lack, entsteht eine Leistungsminderung – siehe Bild 7.

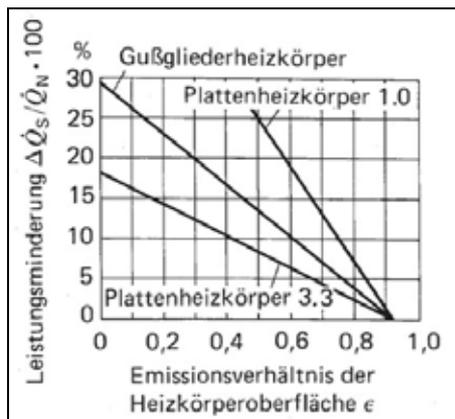


Bild 7 Leistungsminderung in Abhängigkeit des Emissionsverhältnisses der Heizkörperoberfläche

5. Anordnung von Heizflächen und Behaglichkeit

Die verschiedenen Heizflächenarten zeichnen sich durch unterschiedliche Komforteindrücke für den Nutzer sowie durch verschiedene Trägheiten und Selbstregelleffekte im Zusammenspiel mit der Raumheizlast aus.

In der Praxis erweisen sich Heizflächen mit geringem Wasserinhalt, d.h. mit geringer Wärmekapazität bei hoher Leistung, als vorteilhaft, weil sie für eine dynamische Leistungsanpassung besser geeignet sind.

Durch die Anordnung von Heizflächen soll in Gebäuden mit schlechten Wandaufbauten die Strahlungsasymmetrie durch unterschiedlich temperierte Oberflächen ausgeglichen werden. Im Neubau oder in nachträglich gedämmten Gebäuden ist die Strahlungsasymmetrie jedoch gering. Hier bestehen praktisch keine Probleme mit der thermischen Behaglichkeit, lediglich die Fallluftströme an hohen Fenstern sind kritisch.

Nach VDI 6030 sind Untertemperaturen gegenüber der Raumtemperatur von 3 K bei den Umfassungsflächen eines Raumes als unbehaglich anzusehen. Somit sind unbehagliche Zustände in Räumen mit U-Werten der Außenbauteile unter etwa 0,6 W/(m²·K) nicht zu erwarten. Bei heute üblichen Fenstern ergibt sich daraus aber die Notwendigkeit, Heizkörper unter dem Fenster anzuordnen, damit die kalte Abstrahlung kompensiert wird und den Fallluftströmungen entgegengewirkt wird.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Anordnung der Heizflächen im gut gedämmten Gebäude nur noch eine untergeordnete Rolle spielt, wenn normale Glasflächenanteile und übliche Lüftung vorliegen. Trotzdem ist die Anordnung an der Außenwand anzustreben.

6. Dimensionierung von Raumheizkörpern in Neuanlagen

Bei der Heizflächenwahl kann im Neubau verschieden vorgegangen werden. Die Auswahl kann mit einheitlicher, fest vorgegebener Spreizung für alle Heizkörper erfolgen, auch das Vorgehen nach VDI 6030⁶ mit fester Ansichtsfläche und Übertemperatur kommt in Frage. Die Wahl der Heizflächen ist an evtl. vorhandene Vorlauftemperaturen und einzuhaltende Rücklauftemperaturen geknüpft und wirkt sich auf den Heizmittelmassenstrom aus. Grundlage für die Bemessung der Heizflächen ist die nach den geltenden Normen bestimmte Raumheizlast. Für die Wahl des Temperaturniveaus und der Spreizung zwischen Vor- und Rücklaufemperatur gibt es keine verbindlichen Normen.

Die Empfehlungen der Vergangenheit gingen überwiegend von Herstellern der entsprechenden Komponenten aus. So verminderte sich die empfohlene Auslegungstemperaturpaarung für Heizkörperheizungen von 90/70 °C (etwa 1930 bis Mitte der 1970er Jahre) über 70/55 °C (Niedertemperaturtechnik) bis etwa 55/45 °C (Brennwerttechnik). Die zitierten Empfehlungen gehen von gleicher Spreizung für alle Heizflächen aus, so dass sich an jedem Heizkörper annähernd die gleiche Rücklaufemperatur einstellt. Es besteht freie Wahl der Breite, Höhe und Tiefe des Heizkörpers.

Nach VDI 6030 erfolgt die Heizkörperwahl nicht nach einheitlicher Spreizung. Hier liegt die Heizkörpergröße anhand der Fensterbreite und Brüstungshöhe fest. Die Übertemperatur des Heizkörpers wird durch eine Strahlungsbilanz bestimmt, wobei der "Strahlungsentzug" kalter Außenflächen durch die "Strahlungslieferung" des Heizkörpers kompensiert wird. Die raumweise unterschiedliche Rücklaufemperatur ergibt sich aus der geforderten Übertemperatur und der innerhalb einer Bandbreite festgelegten Vorlaufemperatur. Eine passende Bautiefe des Heizkörpers wird so gewählt, dass der Heizkörper die Raumheizlast deckt. Das Problem liegt in oft nicht verfügbaren verschiedenen Bautiefen (z.B. bei Radiatoren).

Die Auslegungsempfehlungen für das Temperaturniveau neuer Heizflächen sind vielfältig. Es gibt zwei Haupttendenzen: die Auslegung mit *großen Spreizungen und hohen Vorlauftemperaturen* (Resultat: kleine Heizflächen) und die Auslegung mit *geringen Spreizungen und niedrigen Vorlauftemperaturen* (Resultat: große Heizflächen).

Für den Einsatz kleiner Heizflächen bei hohen Vorlauftemperaturen spricht u.a. die an den Heizkörpern fühlbare Wärme, geringere Investitionskosten, bessere Temperaturregelbarkeit an den Heizflächen. Der Einsatz größerer Heizflächen auf geringerem Temperaturniveau führt z. B. zu einer gleichmäßigeren Temperaturverteilung im Raum, zu größeren Leistungssteigerungen durch Vorlaufemperaturanhebung. Weitere Randbedingungen siehe Tafel 6-1.

⁶ VDI 6030 Bl. 1; Auslegung von freien Raumheizflächen - Grundlagen - Auslegung von Raumheizkörpern; 2002.

Tafel 6-1 Wahl des Temperaturniveaus

Randbedingung	Forderung	Begründung
Nutzer	hohe Vorlauftemperatur	fühlbare Wärme am Heizkörper, auch in der Übergangszeit
Brennwertkessel	niedrige Rücklauftemperatur	hoher Brennwerteffekt
Wärmepumpe, Brennwertkessel mit Zwangsdurchlauf	niedrige mittlere Temperatur bzw. Vorlauftemperatur	gute Arbeitszahl, hoher Brennwerteffekt
Fernwärme	niedrige Rücklauftemperatur	gute Auskühlung (Vorgabe Versorger)
Konstanttemperaturkessel	hohe Vorlauftemperatur	Vermeidung von Kondensation
Hilfsenergie	hohe Spreizung	Verminderung der Pumpenstromkosten
THKV	geringe Spreizung	Verfügbarkeit von kleinen THKV
Wärmeübertragerkennwert	große Spreizung und/oder niedrige Vorlauftemperatur	gute Regelbarkeit der Heizflächen
Heizkostenerfassung	hohe Übertemperatur*	korrekte Funktion der Erfassungsgeräte
Verteilverluste	niedrige Übertemperatur*	Verminderung von Wärmeverlusten
Thermische Eigenstabilität (Selbstregелеffekt)	niedrige Übertemperatur*	Starkes Absinken der Wärmeabgabe bei Lufttemperaturanstieg (gute Fremdwärmenutzung)
* die Übertemperatur ist im Bestand durch Heizlast und Heizfläche festgelegt		

7. Raumheizkörper in bestehenden Anlagen⁷

Die Heizflächen sind in bestehenden Anlagen vorgegeben, ebenso die Vorlauftemperatur und der maximal erreichbare Massenstrom durch den Heizkörper. Letztere beiden Größen können (in Grenzen) angepasst werden, die Heizkörperflächen bleiben (aus wirtschaftlichen Gründen) oft bestehen. Auch in bestehenden Anlagen sollte jedoch die Heizkörperleistung an die Heizlast des Raumes angepasst werden.

Im Bestand liegen die Heizkörperflächen fest. Unabhängig davon, ob ursprünglich eine Heizlastberechnung und Heizkörperdimensionierung vorgelegen hat, muss hier in der Regel von einer uneinheitlichen Heizkörperdimensionierung ausgegangen werden – siehe Bild 8.

Dies bedeutet, dass von unterschiedlichen Verhältnissen der Heizkörpernormleistung zur Raumheizlast bzw. von uneinheitlichen Rücklauftemperaturen an den Heizkörpern auszugehen ist. Ein Grund dafür kann die nachträgliche Modernisierung sein, bei der sich die Transmissionswärmeverluste räumlich unterschiedlich vermindern. Ähnliches trifft auf die Umstellung von Ein- auf Zweirohrheizsysteme zu. Heizflächen am Ende eines Stranges sind nach der Umstellung teilweise entschieden zu groß. Auch der nachträgliche Einbau von Lüftungsanlagen verändert die Heizlast der Räume, da es je nach Lüftungssystem nun Zu-, Ab- und Überströmzonen gibt.

⁷ Jagnow, Kati / Halper, Christian / Timm, Tobias und Sobirey, Marco; Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand; Teile 1 bis 5; TGA Fachplaner; Nr. 5, 8 und 11/2003, 01 und 03/2004; Gentner; Stuttgart; 2003 und 2004.

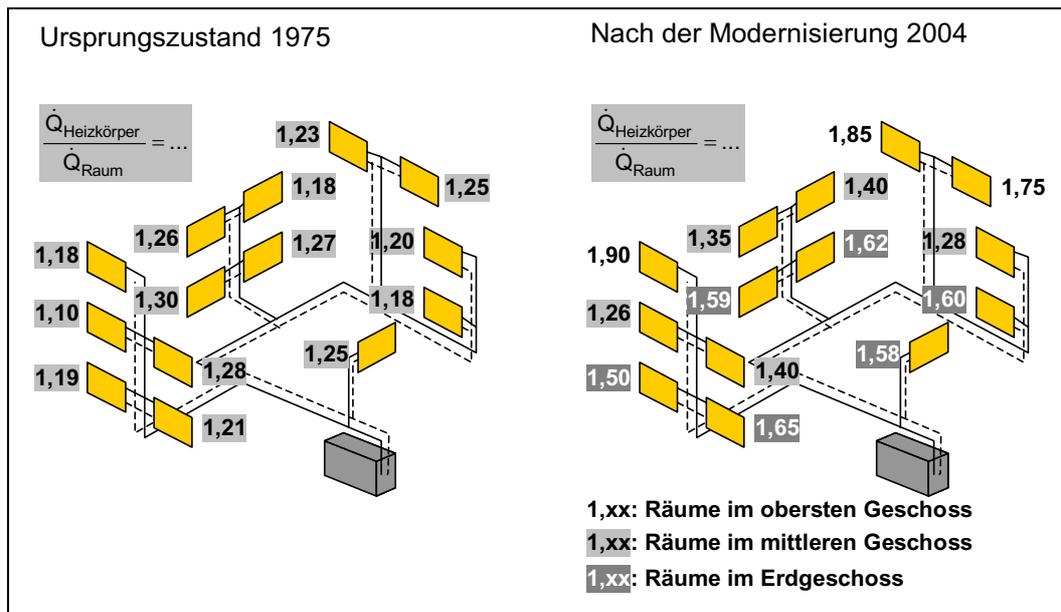


Bild 8 Heizkörperdimensionierung vor und nach einer Modernisierung

Erläuterung zu Bild 8: Im Ursprungszustand 1975 waren die Heizkörper etwa auf die Raumheizlast abgestimmt. Die Auslegung wurden mit etwa 70/55°C geplant (Übertemperatur ca. 42 K). Die Heizkörpernormleistungen bei 75/65/20°C (Übertemperatur ca. 50 K) waren daher etwa 1,2 mal so groß wie die erforderliche Raumheizlast, vgl. Heizkörperdiagramm in Bild 9. Nach der Modernisierung 2004 sinkt die Raumheizlast. Die Heizkörpernormleistung beträgt nun im Mittel das 1,55-fache der Raumheizlasten. Eine starke Ungleichverteilung der Dimensionierung ist festzustellen. Räume im obersten und mittleren Geschoss haben stark von der Dach- und Kellerdämmung profitiert, daher sanken die Heizlasten hier stärker als im Mittelgeschoss.

In modernisierten Gebäuden kann eine generelle Leistungsanpassung der Heizflächen an den Raum durch die Ansenkung der Vorlauftemperatur erfolgen (allgemeine Leistungsminderung). Die starken Dimensionierungsunterschiede lassen sich nur durch eine zusätzliche Massenstromverminderungen ausgleichen (nachträglicher hydraulischer Abgleich).

Als Vorbereitung für die Anpassung einer Heizungsanlage an den Bedarf des Gebäudes muss für jeden beheizten Raum die Raumheizlast und die installierte Heizkörperleistung (Normheizkörperleistung nach EN 442 bei 75/65/20°C) mindestens annähernd bekannt sein.

Im zweiten Schritt wird das Verhältnis der Raumheizlast zur Heizkörpernormheizlast für jeden Raum bestimmt und in ein Heizkörperdiagramm nach Bild 9 eingetragen. Der Raum mit dem größten Verhältnis von Raumheizlast zu Heizkörpernormleistung bestimmt (knappste Überdimensionierung) die mindestens notwendige Vorlauftemperatur. Liegt die Vorlauftemperatur fest, kann für jeden Heizkörper aus dem Heizkörperdiagramm die Rücklauftemperatur abgelesen werden. Der Massenstrom kann berechnet werden. Alternativ kann auch gleich das Massenstromverhältnis (bezogen auf den Normmassenstrom bei 75/65/20 °C) aus dem Bild bestimmt werden. Das Problem lässt sich selbstverständlich auch rechnerisch mit Hilfe der Heizkörpergleichungen nach Abschnitt 2.4.3 2 lösen.

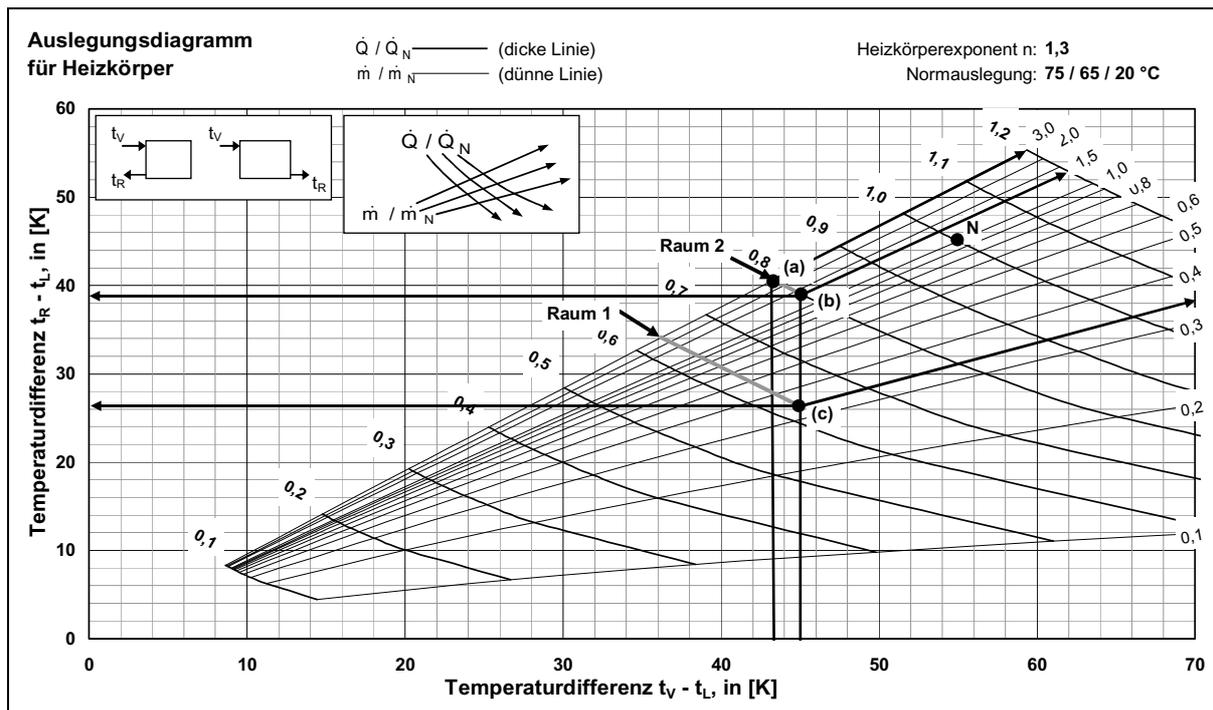


Bild 9 Beispielhafte Bestimmung der Auslegungsbedingungen zweier Heizkörper nach der Modernisierung

Erläuterung zu Bild 9: das Bild zeigt zunächst die eingetragenen berechneten Leistungsverhältnisse für zwei Räume. Für Raum 1 ergibt sich ein Leistungsverhältnis von etwa 0,64 (Raumheizlast bezogen auf Heizkörperrormleistung), für Raum 2 von 0,80. Damit bestimmt der Raum 2 die Vorlauftemperatur, auf die das Gesamtsystem eingestellt wird. Sie muss so hoch sein, dass dieser Raum auf jeden Fall warm wird.

(a) Würde eine Vorlauftemperatur von etwa 63 °C (43 K + 20 °C auf der x-Achse) eingestellt werden, dann müsste ein sehr hoher Massenstrom durch Heizkörper 2 fließen, etwa das 3-fache des Normmassenstroms. Um dies zu vermeiden, wird die Vorlauftemperatur etwas höher gewählt.

(b) Die Vorlauftemperatur wird auf 65 °C (45 K + 20 °C) festgelegt. Für Heizkörper 2 stellt sich eine Rücklauftemperatur von etwa 59 °C (39 K + 20 °C auf der y-Achse) ein. Der Massenstrom liegt bei etwa dem 1,4-fachen des Normmassenstroms.

(c) Die Vorlauftemperatur von 65 °C gilt auch für Heizkörper 1. Es stellt sich eine Rücklauftemperatur von etwa 46 °C (26 K + 20 °C) ein. Der Massenstrom beträgt nur noch etwa 35 % des Normmassenstroms.

Die Wahl der neuen Vorlauftemperatur richtet sich nach unterschiedlichsten Randbedingungen, siehe Tafel 6-1. Die ermittelte Vorlauftemperatur muss an der Regelung eingestellt werden. Die resultierenden Massenströme sind Grundlage für einen nachträglichen hydraulischen Abgleich, der in jedem Fall zu dokumentieren ist. Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs sollte in einer Fachunternehmereinklä rung schriftlich bestätigt werden.

Die nachträgliche Anpassung bestehender Heizkörper, Systemtemperaturen und Volumenströme an das vorhandene Gebäude ist zu empfehlen, weil u.a.

- damit ggf. eine unbemerkten Energieverschwendung verhindert wird, denn die Heizwassermengen je Heizkörper werden begrenzt
- die Thermostatventile entlastet werden, da sie die hohen verfügbaren Temperaturen und Massenströme nicht ständig ausgleichen müssen. Sie können ihre eigentliche Aufgabe erfüllen und den Fremdwärmeanfall ausregeln.
- insgesamt oft geringere Pumpvolumenströme erreichbar sind (elektrische Energiekosten).

Quelle: Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff, Wolfenbüttel
Dr.-Ing. Kati Jagnow, Wernigerode
Überarbeitung Recknagel/Sprenger/Schramek
(Ausgabe 2007)