

8. Auflage

Auszug

HANDBUCH

GEBÄUDEENERGIEBERATUNG

Grund- und Fachwissen zum Lernen und Nachschlagen



ENERGIEOPTIMIERTES BAUEN UND SANIEREN

Überarbeitete Grafiken, vertiefende Informationen und iSFP 2.5



Die bundesweite Interessenvertretung
für Energieberaterinnen und Energieberater

6.2.6 Wärmeabgabe

Die Wärmeabgabe im Raum erfolgt bei Wohn-, Büro und Gewerbebauten meist über **Heizflächen**. Dies können Einzelöfen, Radiatoren, Plattenheizkörper, Konvektoren oder Flächenheizungen wie Fußboden, Wand- oder Deckenheizungen sein. Eine optimale Wahl des Wärmeübergabesystems ermöglicht Einsparungen von bis zu über 50 % des Energiebedarfs. Die Wahl der richtigen ‚Heizkörper‘ ist einerseits abhängig von der Nutzung, andererseits auch vom Dämmstandard des Gebäudes.

Es gibt eine Reihe von Unterscheidungsmerkmalen für Heizkörper und Heizflächen. Das Wichtigste ist jedoch die Fähigkeit der Heizfläche, einen möglichst hohen Anteil an Strahlungswärme abzugeben.

HINWEIS

Das „Stefan-Boltzmann-Gesetz“ besagt, welche Flächenheizungen folgenden Anteile an Strahlungswärme haben:

Fußbodenheizung: 52,5 %

Wandheizung: 70,9 %

Deckenheizung: 87,5 %

Arten von konvektiven Heizkörpern



Die ersten **Gussradiatoren** stammen aus den USA und wurden um 1840 hergestellt. Sie bestehen – ebenso wie Stahlradiatoren – aus zusammengesetzten Gliedern und werden deshalb auch häufig als **Gliederheizkörper** bezeichnet.

Ein Radiator gibt ca. 70 % Konvektionswärme ab und wird heute nur noch sehr selten verbaut.

Moderne Stahlradiatoren sind gegen Korrosion durch eine Pulverbeschichtung geschützt.

Platten- und Röhrenheizkörper sind eine Weiterentwicklung der Gliederheizkörper und werden umgangssprachlich ebenfalls als Radiatoren bezeichnet. Bei ihnen ist der Anteil der Strahlungswärme jedoch geringer als bei den vorgenannten Rippenheizkörpern.



Plattenheizkörper (nach DIN EN 442-1) werden aus Stahlblech hergestellt, dessen Dicke mindestens 1,1 mm beträgt. Sie sind in verschiedensten Ausführungen und unterschiedlichsten Farben erhältlich und meist als Wandheizkörper ausgeführt.

Die Vorteile dieser Heizkörper sind die schnelle und einfache Regulierbarkeit über Thermostatventile sowie ein angenehmes Verhältnis von Konvektion und Strahlung.



Röhrenheizkörper sind aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt und so in unterschiedlichen Ausführungen erhältlich. In Bädern dienen sie als Handtuchtrockner. Sie verfügen über eine lange Lebensdauer, sind leicht zu pflegen und zu reinigen.

Abb. V-12:
Röhrenheizkörper im Bad

HINWEIS

Radiatoren haben bei einer Vorlauftemperatur von 60 °C einen Strahlungswärmeanteil von etwa 35-40 %, bei „reinen“ Konvektoren sinkt er noch weiter bis in den einstelligen Prozentbereich.

- ! Nach durchgeführten Dämmmaßnahmen entziehen die dann höheren Wandoberflächentemperaturen weniger Strahlungsenergie. Auch die Konvektionsströme nehmen ab und das Behaglichkeitsempfinden nimmt somit zu.

Häufig wird es möglich, die Vorlauftemperatur deutlich zu senken. Hierzu sind die vorhandenen Heizkörper aufzunehmen und entsprechende Berechnungen durchzuführen, um so die tiefste Vorlauftemperatur festzulegen. Unter Umständen sind einzelne Heizkörper auszutauschen.

➔ Konvektoren

Heizkörper, die vornehmlich Konvektionswärme abgeben, also vorrangig die Luftzirkulation zum Wärmetransport nutzen, werden als Konvektoren bezeichnet.

Bei ihnen vergrößern zahlreiche dünne, lamellenförmige Rippen die Heizfläche und verbessern so die Wärmeübertragung an die Luft. Je nach Einbau spricht man von:

- Konvektoren für Nischeneinbau
- Unterflur-Konvektoren
- Gebläse-Konvektoren

Mit geschlossener Verkleidung in Nischen oder Schächten eingebaute Konvektoren verhindern weitgehend eine Strahlungswärmeabgabe. Unterflurkonvektoren mit eingebauten Gebläsen erzwingen die Konvektion, womit die Wärmeleistung erheblich steigt.

Strahlungs-/Flächenheizungen

Flächenheizungen geben ihre Wärme überwiegend durch Wärmestrahlung an den Raum ab, weshalb sie auch als Strahlungsheizungen bezeichnet werden.

Eine Strahlungsheizung benötigt zum Wärmetransport nicht die Raumluft. Die Wärmeübertragung erfolgt vielmehr durch Infrarotstrahlung, analog zur Erwärmung durch die Sonne. Die Strahlungsheizung erwärmt alle Oberflächen sowie alle Gegenstände im Raum, die ihrerseits zu „Heizkörpern“ werden. Bei richtiger Auslegung und Montage geschieht dies sehr schnell, daher zählen Strahlungsheizungen zu den „schnellen“ Heizsystemen.

Die Wahl des Wärmeübergabesystems bestimmt in hohem Maße die Energieeffizienz und die mögliche Energieautarkie eines Gebäudes. Dies gilt sowohl für Neubauten als auch für bestehende Gebäude. Parallel zur Steigerung der Energieautarkie können durch den Einsatz von Niedertemperaturheizflächen CO₂-Emissionen deutlich gesenkt werden.

Die Vorteile der Strahlungsheizung sind vielfältig, weshalb sie zunehmend in den verschiedensten Gebäudetypen eingesetzt wird. Dies betrifft sowohl physikalische, gesundheitliche, wirtschaftliche, ökologische und soziale Aspekte.

HINWEIS

Mit zunehmendem Strahlungsanteil einer Heizung steigen Raumklimaqualität und die Behaglichkeit.

Flächenheizungen nutzen Teile der Raumbegrenzungsflächen zur Beheizung des Raumes.

- Fußbodenheizungen
- Rand-/Sockelleistenheizungen
- Wandheizungen
- Deckenheizungen/Klimadecken

Tabelle V-1: Oberflächentemperaturen von Flächenheizungen

Heizungsart	Bereich	Max. Oberflächentemperatur
Fußbodenheizung	Aufenthaltszonen	29°C
	Randzonen	35°C
Wandheizung	nach Bedarf	30 bis 40°C
Deckenheizung	Raumhöhe < 3,5 m	26 bis 40°C

➤ Fußbodenheizungen

Warmwasser-Fußbodenheizungen gibt es in zahlreichen Ausführungsarten. Details regelt die DIN EN 1264: 2021-08 Teil 1 bis 4 ‚Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung‘. Je nachdem, ob die Heizungsrohre in den Estrich verlegt oder darunter angeordnet sind, werden die Verlegungsarten als Nass- oder Trockensystem bezeichnet.



Fußbodenheizungen kommen im Vergleich zu Radiatoren mit niedrigeren Vorlauftemperaturen von ca. 35 bis 45 °C aus, da für die Beheizung des Raumes der ganze Boden als Heizfläche zur Verfügung steht.

Dies hängt von verschiedenen Faktoren wie z. B. dem Energiebedarf des Gebäudes ab.

Grundsätzlich gilt: Je größer die Heizfläche, desto niedriger kann die Vorlauftemperatur sein. Die Fußbodenheizung lässt sich gut mit einer Wärmepumpe als Wärmeerzeuger kombinieren, da deren Wirkungsgrad mit sinkender Vorlauftemperatur steigt.

Nachteilig wirkt sich hingegen die Trägheit der Fußbodenheizung aus, die durch die Masse des Estrichs bzw. eines alternativen Fußbodenaufbaus verursacht wird.

In schlecht gedämmten Gebäuden stößt die Fußbodenheizung an ihre Grenzen, da einerseits die Heizleistung nicht ausreicht und andererseits die Fußböden überhitzen und gesundheitliche Probleme verursachen würden. Abhilfe kann durch zusätzliche Heizkörper im Raum geschaffen werden, wobei die Fußbodenheizung dann nur die Grundlast übernimmt und die Wärmequelle parallel wieder hohe Vorlauftemperaturen für die zusätzlichen Heizkörper bereitstellen muss, um eine ausreichende Anpassung an den Wärmebedarf und den Tagesrhythmus zu gewährleisten.

Typische Schäden bei älteren Fußbodenheizungen

Bei Warmwasser-Fußbodenheizungen, die vor 1989 mit nicht diffusionsgeschützten Kunststoffrohren verlegt wurden, gelangt ständig Sauerstoff in das Heizungswasser.

Dies führt zu Korrosion und Verschlämmungen bis hin zu Verstopfungen in den Heizungsrohren. Bei Sanierungen sind daher unbedingt intermittierende Luft-Wasser-Spülungen durchzuführen.

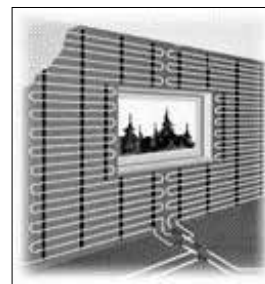
Um zukünftige Korrosionsschäden zu vermeiden, ist im Zuge der Heizungssanierung eine Systemtrennung der Fußbodenheizung vom übrigen Heizungssystem mit Hilfe von Wärmetauschern vorzunehmen.

➤ Rand-/Fuß- oder Sockelleistenheizung

Dieses Heizsystem besteht aus sehr kleinen Heizkörpern, die bevorzugt im Sockelbereich der Außenwände platziert werden. Sie geben zunächst konvektive Wärme ab, die an den Wänden entlang nach oben steigt und sich dabei so weit abkühlen soll, dass keine Luftwalze im Raum verursacht wird. Zunächst wird also lediglich die Wand erwärmt und die abgekühlte Luft fällt an der Wand wieder ab. Dadurch wird die Wand zum Heizkörper und gibt Strahlungswärme in den Raum ab.

➤ Wandheizungen

Auch Wandheizungen sind träge reagierende Heizsysteme. Sie zeichnen sich allerdings durch angenehme Strahlungswärme aus. In der Regel werden die Heizleitungen auf die Rohbauwand aufgebracht und verputzt. Inzwischen gibt es auch verschiedene Trockenbausysteme.



Wandheizungen erzeugen im Raum eine Art Kachelofeneffekt und machen in der Regel weitere Heizkörper überflüssig. Die Wandheizung erreicht einen Strahlungsanteil von ca. 71 % und führt damit auch zu einer Luftwalze im Raum mit der Folge eines erhöhten Energiebedarfs.

In kleinen Wohnräumen finden sie kaum Einsatz, da die Wandflächen auch zum Aufstellen von Möbeln (Schränken, Sofas etc.) benötigt werden.

➤ Deckenheizung

Deckenheizungen kommen vor allem in neuen Wohnbauten, zunehmend aber auch bei Sanierungen zum Einsatz. Voraussetzung ist stets, dass ein Betrieb mit geringen Vorlauftemperaturen möglich ist. Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung bieten eine ideale Kombination.

Deckenheizungen geben vorwiegend Strahlungswärme an Gegenstände und Wände ab, die dann gleichzeitig selbst als Heizkörper wirken.

Ein Vorteil von Deckenheizungen ist die Platzersparnis, da Raumheizkörper entfallen. Als Nachteil werden oft sogenannte „Wärmekissen“ angeführt, die sich aufgrund aufsteigender Warmluft unter der Decke bilden können.

Physikalisch ist es jedoch so, dass leichte warme Luft (Gewicht bei 20 °C = 1,204 kg/m³) nicht nach oben steigt,

sondern von kälterer und somit schwererer Luft (Gewicht bei $15\text{ }^{\circ}\text{C} = 1,225\text{ kg/m}^3$) nach oben gedrückt wird. Wenn also keine kühlere Luft mehr vorhanden ist, kann sich auch kein Wärmekissen mehr unter der Decke bilden.



Grundsätzlich lassen sich Deckenheizungen unterscheiden in **elektrische Deckenheizstrahler** und **wassergeführte Deckenheizungen**. Erstere werden meist in Aufputzmontage unter der Decke angebracht. Diese ist zwar kostengünstig, jedoch im Betrieb wegen der höheren Stromkosten deutlich teurer als die wassergeführte.

Bei wassergeführten Deckenheizungen kommen bei Neubauten entsprechende Rohrleitungen direkt in die Rohdecke.

Bei Sanierungen erfolgt die Montage darunter, bevor eine Beplankung zu einer abgehängten Decke erfolgt.

Wassergeführte Deckenheizungen können prinzipiell mit jeder Wärmequelle betrieben werden, sind aber bei der Nutzung regenerativer Energiequellen allen anderen Systemen überlegen. Voraussetzung ist, dass die Deckenheizung vollflächig zu mindestens 70 % aktiviert wird und so ihre physikalische Überlegenheit ausspielen kann.

Vollflächig wassergeführte Deckenheizungen werden auch als „Klimadecken“ bezeichnet, da sie in den Sommermonaten, z. B. in Verbindung mit einer Wärmepumpe, auch zur Kühlung eingesetzt werden können.

! Nach DIN 18599 darf die ermittelte Heizlast mit dem Faktor 0,85 verkleinert werden.

Daraus ergeben sich zwei enorme Vorteile. Zum einen führt die Absenkung der Vorlauftemperatur um 1 K zu einer Energieeinsparung von 2,5 % und zum anderen kann die Raumlufttemperatur bei gleicher Behaglichkeit

um ca. $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ niedriger gefahren werden. Die Absenkung der Raumlufttemperatur um 1 K bedeutet weitere 6,0 % weniger Heizkosten.

HINWEIS

Bei vollflächig aktivierten Klimadecken liegen die Vorlauftemperaturen um bis zu 10 Kelvin niedriger als bei herkömmlichen Fußbodenheizungen.

Niedrige Vorlauftemperaturen ermöglichen zudem eine maximale Nutzung regenerativer Energiequellen und eine enorme Steigerung der Leistungszahl von Wärmepumpen. Dies wiederum führt zu einer enormen CO_2 -Einsparung und ermöglicht einen Autarkiegrad von bis zu 95 %.

Luftheizungen

Luftheizungen, auch Warmluftheizung genannt, nutzen im Gegensatz zu Wasserheizungen Luft als Wärmeträger. Da Luft deutlich weniger Energie speichern kann als Wasser, hängt die Eignung im Wohnungsbau vom Dämmstandard ab. Vorteile sind kurze Aufheizzeiten und der Entfall von Heizkörpern, also Platzersparnis.

Luftheizungen verteilen warme Luft, die beispielsweise über Luft-Luft-Wärmepumpen oder solare Warmluftkollektoren erzeugt wird, über Kanäle und Öffnungen im Gebäude.

In ungedämmten Gebäuden ist zur Raumerwärmung ein sehr hoher Luftdurchsatz erforderlich. Im Betrieb lassen sich jedoch starke Zugerscheinungen, Kältezonen, Überhitzung im Lufteintrittsbereich und unangenehme Strömungsgeräusche oft nicht oder nur bedingt vermeiden.

HINWEIS

Luftströmungen werden bereits ab einer Geschwindigkeit von $0,08\text{ m/s}$ als unbehaglich empfunden (EN ISO 7730).

Niedrigstenergie- oder Passivhäuser hingegen eignen sich sehr gut für den Einsatz einer Warmluftheizung, da nur relativ geringe Luftmengen erforderlich sind. Ebenso sind bei zu Effizienzhäusern sanierten Gebäuden Luftheizungen ideal einsetzbar, da sich der Wärmebedarf auf etwa 20 bis 30 % des vorherigen Wertes reduzieren lässt.

Ergänzend zum Hauptheizsystem können Warmluftheizungen vorwiegend in der Übergangszeit einen nennenswerten Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Voraussetzung ist, dass bei der Planung auf ausreichend dimensionierte Solar-Luft-Kollektoren geachtet wird.

3 Thermische Bauteilaktivierung

Thermische Bauteilaktivierung bezeichnet Systeme, die Gebäudemassen zur Temperaturregulierung nutzen. Diese Systeme dienen zur alleinigen oder ergänzenden Raumheizung. Sie sind bei Bedarf aber auch für eine Raumkühlung nutzbar.

Bei Neubauten können solche Systeme direkt in Fundamente, Decken oder Wände integriert werden, bei Sanierungsobjekten erfolgt ein nachträglicher Einbau auf den vorhandenen Wänden oder unter den Decken.

Das Heiz-/Kühlsystem besteht aus wasserführenden Kunststoff-/Aluverbundrohren, die schlangenförmig in das zu aktivierende Bauteil verlegt werden.

Wassertemperaturen

Die Heizwassertemperaturen sollten im Heizfall nicht über 28 °C und im Kühlfall die Kaltwassertemperaturen nicht unter 18 °C liegen.

Wärmeübertragung

Je nach Heiz- oder Kühlperiode geben die temperierten Bauteile über ihre gesamte Oberfläche Wärme an den Raum ab oder nehmen Wärme aus dem Raum auf und führen diese ab. Die sehr großen Übertragungsflächen ermöglichen sehr geringe Systemtemperaturdifferenzen zwischen Vor- und Rücklauf. Während der Heizperiode reicht bereits eine geringe Erwärmung des Heizwassers aus, um das Gebäude behaglich zu beheizen.

Die thermische Aktivierung verwandelt Massivdecken (meist aus Beton) oder schweres Mauerwerk (z. B. Kalksandstein) in hocheffiziente Wärmespeicher mit sehr großem Speichervermögen.

3.1 Thermoaktive Betondecken

Bei **Neubauten** bieten sich zwei Möglichkeiten an, eine thermoaktive Betondecke (Klimadecke) auszuführen:

1. Fertigteil-Decken: Die Kunststoffrohre werden im Fertigteilwerk unterhalb der unteren Bewehrungslage eingelegt und mit einem Anschlusskasten versehen.



2. Ortbeton-Decken: Die Rohrleitungen werden auf der Baustelle unterhalb der unteren Bewehrungslage verlegt und anschließend mit Beton vergossen.

Bei beiden Varianten ist wichtig, dass alle stromführenden Kabel ebenfalls verlegt werden, um Beschädigungen der wasserführenden Leitungen bei späteren Bohrungen zu vermeiden.

Bei bestehenden Betondecken wird das Rohrleitungssystem unterhalb der Decke angebracht und die Decke anschließend als abgehängte Decke ausgebildet.

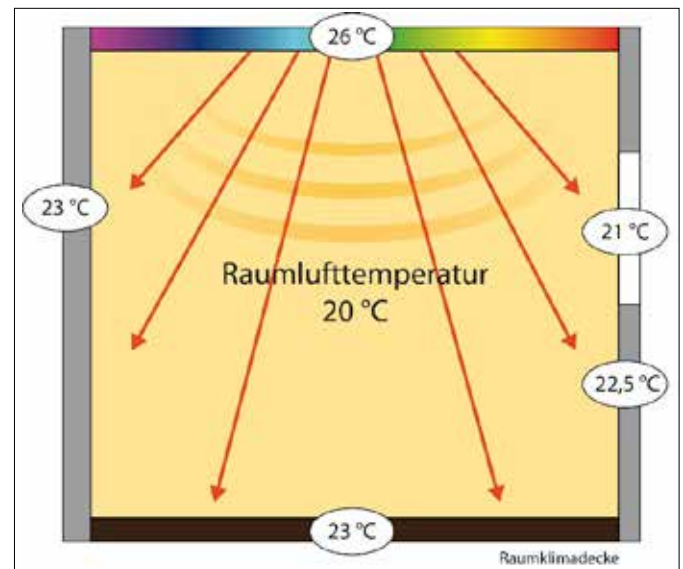


Abb. XI-1: Raumtemperaturen bei einer Klimadecke

3.2 Thermoaktive Wände

Für Wände gelten die gleichen Ausführungsmöglichkeiten: Bei Beton-Fertigteilwänden wird das Wärmeleitungssystem im Werk eingebaut, bei Mauerwerkswänden auf der Baustelle innenseitig aufgebracht. Hierfür bietet der Handel erprobte Lösungen auch für die Montage im Do-it-yourself-Verfahren.

Sinnvoll ist es, keine Heizschlangen in Bereichen zu verlegen, wo eine Möblierung vorgesehen ist.



Bei vielen Öffnungen und zahlreichen Freiflächen für eine spätere Möblierung ist zu prüfen, ob ausreichend beheizte Flächen verbleiben, um die erforderliche Heizleistung zu garantieren.

3.3 Vor- und Nachteile

Zu den wichtigsten Vorteilen temperierter Bauteile zählt ein sehr angenehmes, da gleichmäßig temperiertes Raumklima.

Als Hauptnachteil gilt die Trägheit des Systems und dass Nachrüstungen sehr aufwändig sind. Auch Nachtabsenkungen oder ähnliche Steuerungen sind kaum möglich.

Tabelle XI-1: Vor- und Nachteile von temperierten Bauteilen

Vorteile	Nachteile
Klimaschonendes Heiz- und Kühlsystem.	Voraussetzung ist ein hoher Gebäudewärmeschutz.
Niedrige Heizwassertemperaturen ermöglichen einen effektiven Einsatz regenerativer Energien.	Träges Gesamtsystem. Sehr schnelles Beheizen oder Kühlen ist nicht möglich, sofern keine vollflächige
Niedrige Kühlwassertemperaturen ermöglichen passive Kühlung, z. B. mit Grundwasser oder Sole.	Begrenzte Möglichkeiten der Möblierung bei Wandheizungen.
Speicherfähigkeit der Massivbauteile kann Schwankungen im Energieangebot ausgleichen und Kosten senken.	Erhöhtes Risiko für Beschädigungen, wenn Borarbeiten im Gebäude notwendig sind.
Bei Deckenheizungen: bessere Raumflächennutzung, da Heizkörper entfallen.	Eventuell sind weitere Heizsysteme erforderlich (elektrische Zusatzheizung), um Spitzenlasten abzudecken.
Keine Warmluftwalzen, die auch (Fein-)Staub transportieren. Insbesondere für Allergiker sehr angenehm.	
In Niedrigstenergiegebäuden volle Abdeckung des Wärmebedarfs (Ausnahme: extrem kalte Außentemperaturen).	
Geringere Heizkosten, da eine um bis zu 2 °C geringere effektive Raumtemperatur ausreicht, um ‚Wohlfühltemperatur‘ zu erreichen.	
Sehr lange Lebensdauer	
Vorteile bei vollflächig aktivierten Heiz-/ Klimadecken	
Sehr hohe Behaglichkeit und gute Raumklimaqualität	Hervorragende Eignung im Denkmalschutz
Reaktionsschnelles Heizen und Kühlen	Sehr hohe passive solare Gewinn
Sehr hohe Reduzierung der CO ₂ -Belastung	Sehr hohe Autarkie
Unmittelbare Erwärmung der Bauteiloberflächen.	Flexibilität bei der Vorlauftemperatur
Hohe Flexibilität und Montagefreundlichkeit	Attraktive Investitionskosten
Gut geeignet für Sanierungsobjekte, sofern genügend Raumhöhe vorhanden.	

3.4 Zusammenfassung

Wand- und Deckenheizungen sind in der Installation zwar kostenintensiver, jedoch im Betrieb dafür umso günstiger im Vergleich zu klassischen Heizkörpern. Über die gesamte Nutzungszeit betrachtet liegen die Kosten etwa gleich hoch, eher geringer.

Durch die dreifache Nutzung als Heizungs-, Kühlungs- und Speichersystem entstehen jedoch enorme Vorteile bei der Investitionssumme. Hinzu kommen geringere Energieverbräuche, geringe Betriebskosten und eine hohe Lebensdauer.