

Entwurf Fachbeitrag:

Aktuelle Kostenanalyse von Fußboden- und Radiator- heizungssystemen

Autor:

Dipl.-Ing. Joachim Plate

Bundesverband Flächenheizungen e.V.

Hochstr. 113

D-58095 Hagen

Tel: 02331 200850

Fax 02331 200817

e-mail: flaechenheizung@t-online.de

www.flaechenheizung.de

Kurzfassung

Mit der vorliegenden Studie wird ein unabhängiger und belastbarer Kostenvergleich von Fußboden- und Radiatorheizungen zur Verfügung gestellt. Die Studie basiert auf bundesweit eingeholten Angeboten für die Installation von Fußbodenheizungen und Radiatorheizungen. Die den Angeboten zugrunde liegenden Leistungsverzeichnisse für das Gewerk Heizungsbau enthalten für die Fußboden- und die Radiatorheizung systembedingt eine unterschiedliche Wärme- und Trittschalldämmung. Für die Auswertung wurde für beide Systeme eine gleichwertige Wärme- und Trittschalldämmung zugrunde gelegt.

Wesentliche Ergebnisse sind:

- Bei Angebotsabgabe durch verschiedene Firmen weist die Fußbodenheizung im Vergleich zur Radiatorheizung im Mittel ca. 500,- DM geringere Kosten auf.
- Werden beide Systeme durch dieselbe Firma angeboten, liegen die Kosten der Fußbodenheizung im Mittel ca. 1300,- DM über denen der Radiatorheizung.

Regionale Preisunterschiede konnten mit Ausnahme der Region Dresden nicht ermittelt werden.

Die systembedingten Vorteile der Fußbodenheizung, wie z.B. Raumgewinn durch Wegfall der Radiatoren, niedrigere Raumtemperatur bei gleicher thermischer Behaglichkeit und gleichmäßiges Temperaturprofil, waren nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Zusammenfassend kann anhand des Beispielgebäudes festgestellt werden, dass in der Praxis die Fußbodenheizung und die Radiatorheizung bei Berücksichtigung gleicher Systemgrenzen etwa gleiche Kosten aufweisen, wenn die Angebote unabhängig voneinander eingeholt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einführung und Aufgabenstellung</i>	4
2	<i>Datenbasis</i>	4
3	<i>Literaturrecherche</i>	5
3.1	Allgemeines	5
3.2	Kosten und Energiebedarf bzw. -verbrauch	5
4	<i>Methodisches Vorgehen</i>	6
4.1	Leistungsverzeichnisse und Einholung der Angebote	6
4.2	Auswertung der Angebote für die Fußboden- und die Radiatorheizung	9
4.3	Heizenergiebedarf und Verbrauchskosten	10
5	<i>Ergebnisse</i>	11
5.1	Gesamtsysteme Fußboden- und Radiatorheizung	11
5.2	Energiebedarf und Verbrauchskosten	13
6	<i>Zusammenfassung</i>	16
7	<i>Quellen</i>	18

1 Einführung und Aufgabenstellung

In Einfamilienhäusern werden Heizungssysteme im Neubaubereich bereits zu fast 50% als Fußbodenheizungen ausgeführt [1]. Dabei werden die Kosten für Fußbodenheizungen im Vergleich zur Beheizung mit (Radiatoren oder Platten-) Heizkörpern von unterschiedlichen Stellen verschieden bewertet. Mit einer Studie, die der Bundesverband Flächenheizungen e.V. (BVF) beim Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB) an der TU Berlin in Auftrag gegeben hat, ist eine unabhängige und belastbare Basis für eine aktuelle Kostendiskussion geschaffen worden.

Anhand eines Beispielgebäudes ist für den Einsatz von

- Fußbodenheizungen mit Heizrohren und
- Heizkörpern (Radiatoren oder Plattenheizkörpern)

ein Kosten-Vergleich durchgeführt worden, der sowohl Investitionskosten als auch Verbrauchskosten berücksichtigt. Die Ermittlung der Investitionskosten erfolgte auf Basis eines baulichen Wärmeschutzes entsprechend der gültigen Wärmeschutzverordnung. Für die Bestimmung der Verbrauchskosten wurde das im Zusammenhang mit der geplanten Energieeinsparverordnung (EnEV) zu erwartende Regelwerk zugrunde gelegt.

Auswirkungen der geplanten Energieeinsparverordnung wurden qualitativ diskutiert.

Im folgenden wird der Begriff "Radiatorheizung" synonym für die Wärmeübergabe durch Heizkörper, d.h. durch Radiatoren oder Plattenheizkörper, verwendet.

2 Datenbasis

Die Bearbeitung erfolgte anhand eines Beispielgebäudes. Für das zu betrachtende Einfamilienhaus wurde ein baulicher Wärmeschutz entsprechend Wärmeschutzverordnung '95 zugrunde gelegt.

Grundlage für die Untersuchung der Investitionen waren einzuholende Angebote.

Die der Ausschreibung zugrundeliegende Planung erfolgte über den BVF. Die verbrauchsgebundenen Kosten wurden über die Berechnung des Jahres-Heizenergiebedarfs nach DIN V 4108-6 unter Zugrundelegung mittlerer Energiepreise ermittelt. Die Ermittlung der Anlagenverluste erfolgte auf Basis der DIN V 4701-10.

3 Literaturrecherche

3.1 Allgemeines

Die Auswertung des Synergiehausprojektes [2] bestätigt, dass in fast der Hälfte der neugebauten Ein- und Zweifamilienhäuser eine Fußbodenheizung zum Einsatz kommt.

3.2 Kosten und Energiebedarf bzw. -verbrauch

Die Kosten für eine Flächenheizung werden in der Literatur unterschiedlich bewertet. In einer Veröffentlichung von 1990 [3] wird für ein Sechsfamilienhaus als Beispielgebäude festgestellt, dass die Investitionskosten für die Fußbodenheizung etwa denen für die Zweirohr-Radiatorheizung mit Auslegungstemperaturen von 60°C/50°C entsprachen, während die Einrohrheizung und die Radiatorheizung mit Auslegungstemperaturen von 90°C/70°C kostengünstiger waren.

In einem Artikel von 1996 heißt es [4]: "Hohe Installationskosten (für die Fußbodenheizung) gehören der Vergangenheit an. Das arbeitsaufwendige Biegen und Zusammenschweißen von Stahlrohren wurde durch das zeitsparende Verlegen von flexiblen Endlos-Kunststoffrohren abgelöst."

An anderer Stelle [5] wird 2000 angegeben, dass eine Flächenheizung teurer als eine herkömmliche Heizung mit Heizkörpern ist und die Einbaukosten um 20...25% höher liegen. Der Betrieb sei jedoch günstiger, da ein Niedertemperatursystem ausreicht und die Raumtemperatur um 1 bis 2 K wärmer empfunden wird. Für 20m² Fußbodenheizung werden Kosten von 1600,-...2000,- DM inklusive Thermostatregelung und Hausanschluss angegeben.

In der Literatur wird für die Fußbodenheizung ein etwas geringerer bzw. gleich großer Heiz-Energiebedarf bzw. -verbrauch im Vergleich zur Radiatorheizung ausgewiesen.

In [6] werden verschiedene Untersuchungen zitiert, die der Fußbodenheizung einen wärme-physiologisch bedingten energetischen Vorteil zuschreiben von:

0...3% (messtechnische Untersuchung im Labor) [7],

1...2% (Modellbetrachtungen) [8] bzw.

0...1% (theoretische Untersuchung) [9].

Im Ergebnis einer experimentellen Untersuchung konstatiert [10] für den instationären Betrieb (Raumtemperaturregelung mit Fremdwärmeeinwirkung und Heizunterbrechung) keinen Unterschied im Wärmeverbrauch von Fußboden- und Radiatorheizung.

In der gewiplan-Studie von 1985 [11] zeigte sich, dass in allen 18 untersuchten Fällen das Verhältnis Wärmebedarf zu Brennstoffaufwand bei Fußbodenheizungen günstiger war. Die

Unterschiede für die Vergleichsfälle schwankten zwischen 3% und 33%, bei Ölheizungen traten die größten Abweichungen auf. In Stufe 2 der Untersuchung [12] wurde 1987 das Ergebnis bestätigt, allerdings fielen bei den 25 untersuchten Vergleichsfällen die Unterschiede nicht so extrem aus: im Mittel lagen Fußbodenheizungen 4 Prozentpunkte günstiger als Radiatorheizungen.

In einer neuen Studie [13] untersucht Richter den Energiebedarf verschiedener Heizungssysteme mit unterschiedlichen Berechnungsmethoden:

- vereinfachte Simulation mit vollständig durchmischter Raumluft und
- gekoppelte Simulation unter Berücksichtigung des Raumströmungsverlaufes.

Die Unterschiede der Mittelwerte für den Energiebedarf sind nach Richter praktisch vernachlässigbar.

4 Methodisches Vorgehen

4.1 Leistungsverzeichnisse und Einholung der Angebote

Die Heizlastberechnung und die darauf basierenden Leistungsverzeichnisse für die Fußbodenheizung, und die Radiatorheizung wurden vom Auftraggeber bereitgestellt. Gemischte Systeme wurden nicht betrachtet.

Die Leistungsverzeichnisse basieren auf einem freistehenden Einfamilienhaus als Beispielgebäude.

Tabelle 1: Auslegung des baulichen Wärmeschutzes für das Beispielgebäude zur Einhaltung der WSchV

Bauteil		Fläche	k-Wert
		m ²	W/m ² K
Kellerdecke		90,09	0,27
Fußboden auf Erdreich		16,86	0,27
Wand gegen Keller		49,46	0,52
Tür gegen Keller		8,89	2,00
Wand gegen Erdreich		5,77	0,39
Decke Vorbau		4,57	0,25
Decke zum Spitzboden		56,35	0,25
Dach		73,19	0,25
Wand	N	33,17	0,45
	O	38,63	0,45
	S	27,00	0,45
	W	42,52	0,45
Wand gegen unbeheizt	N	2,78	0,45
Fenster	N	5,36	1,50
	O	11,13	1,50
	S	19,27	1,50
	W	7,25	1,50
Tür	N	2,93	2,00
Tür gegen unbeheizt	N	2,03	2,00
Volumen in m ³		578	
A/V _e in m ⁻¹		0,86	

Die Angebote wurden aus den fünf Regionen Raum Dresden, Raum Hamburg, Raum München, Ruhrgebiet und Raum Stuttgart eingeholt. Aus jeder Region waren

- zwei Angebote für die Fußbodenheizung,
- zwei Angebote für die Radiatorheizung,
- zwei Angebote für die Fußboden- und die Radiatorheizung,

einzuholen.

Für die Wärmeübergabesysteme wurden in den Leistungsverzeichnissen die nachfolgend dargestellten Daten zugrundegelegt. In den Abbildungen 1 bis 3 ist schematisch der Aufbau der Geschossdecken dargestellt.

Fußbodenheizung:

max. Vorlauf-/ Rücklauftemperatur 35°C/28°C, Einzelraumtemperaturregelung, Systemplatte, Randdämmstreifen, Estrichzusatzmittel, Zusatzwärmedämmung 20 mm im Erdgeschoss.

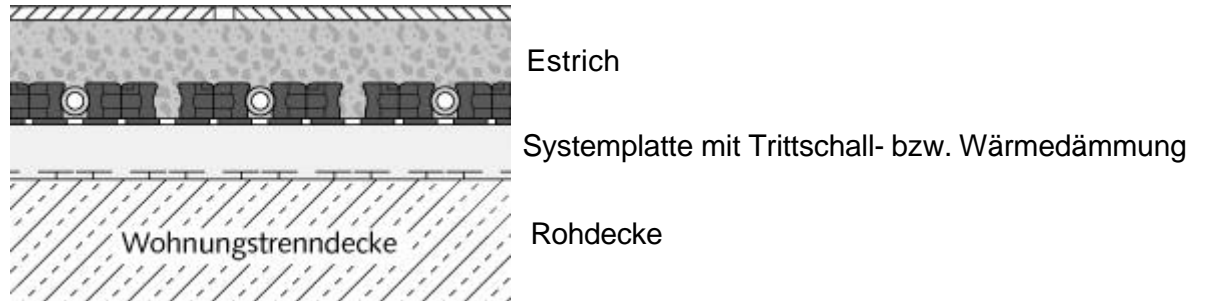


Abb. 1: Schematischer Deckenaufbau der Geschossdecke mit Fußbodenheizung. Im Leistungsverzeichnis nicht enthalten: Estrich.

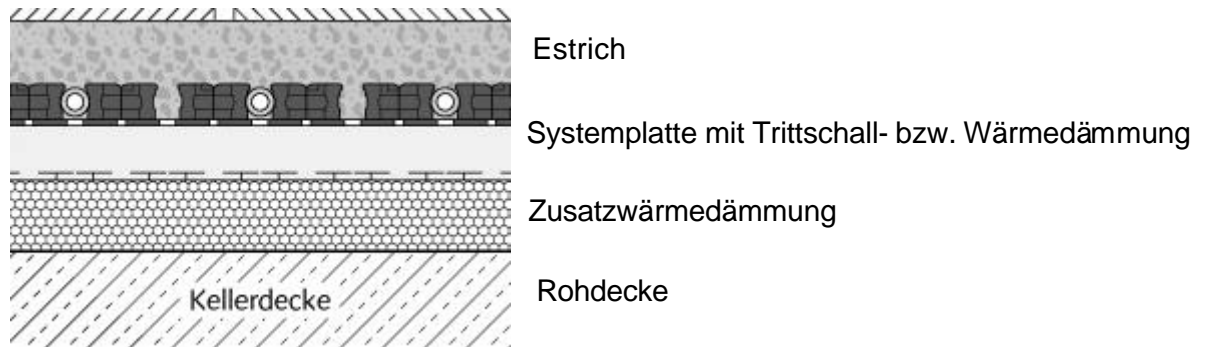


Abb. 2: Schematischer Deckenaufbau der Kellerdecke mit Fußbodenheizung. Im Leistungsverzeichnis nicht enthalten: Estrich, über 2 cm hinausgehende Zusatzwärmedämmung.

Radiatorheizung:

max. Vorlauf-/ Rücklauftemperatur 55°C/45°C, Profil-Ventilheizkörper, Einzelraumregelung durch Thermostatventile, 2-Rohr-Heizungssystem, etagenweise Verteilung über Ringleitung, Cu- Installationsrohr, Verlegung auf der Rohdecke mit Dämmhüllen.

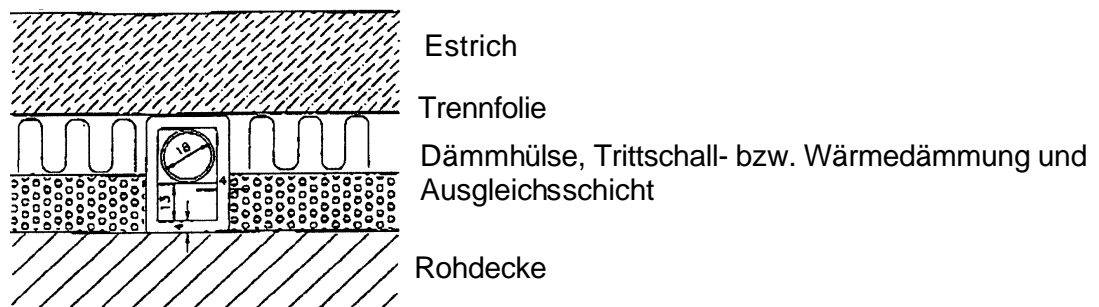


Abb. 3: Schematischer Deckenaufbau der Geschossdecke mit Radiatorheizung. Im Leistungsverzeichnis nicht enthalten: Estrich, Trennfolie, Trittschalldämmung, Ausgleichsschicht..

Die Heizungsbaubetriebe wurden nach dem Zufallsprinzip aus einer größeren Liste ausgewählt und telefonisch angesprochen. Für die Erstellung der Angebote erhielten die Heizungsbaubetriebe eine Aufwandsentschädigung. Die Angebote wurden im Zeitraum November 2000 bis Januar 2001 eingeholt.

4.2 Auswertung der Angebote für die Fußboden- und die Radiatorheizung

Die Angebote der ausführenden Firmen enthalten jeweils das Wärmeverteilungs- und -übergabesystem für eine Fußboden- bzw. eine Radiatorheizung. Diese Angebote wurden wie üblich beim entsprechenden Gewerk - dem Heizungsbauer - eingeholt. Sie beziehen sich jedoch auf unterschiedliche Systemgrenzen bei der Wärme- und Trittschalldämmung und sind daher nicht direkt vergleichbar (Tabelle 2).

Tabelle 2: Wärme- und Trittschalldämmung in den Angeboten

	Fußbodenheizung	Radiatorheizung
Wärmedämmung Erdgeschoss 92 m ²	3 cm + 2 cm	-
Trittschalldämmung Obergeschoss 81 m ²	Trittschallverbesserungsmaß 26 dB	-

Für den Aufbau einer Fußbodenheizung ist eine um 2 cm größere Estrichdicke erforderlich. Die Kosten dafür wurden den Angeboten hinzugerechnet. Das im Leistungsverzeichnis enthaltene Estrichzusatzmittel ist in den Kosten für die Fußbodenheizung bereits enthalten.

In den Angeboten für die Fußbodenheizung ist bereits eine in den Systemplatten enthaltene Dämmschicht von 30 mm berücksichtigt. Diese Dämmschicht wirkt sowohl als Wärme- als auch als Trittschalldämmung.

Im Erdgeschoss über dem unbeheizten Keller ist die Funktion Wärmedämmung wesentlich. Die notwendige Gesamtdämmschichtdicke beträgt allerdings bei beiden Wärmeübergabesystemen mehr als 30 mm. Zum Vergleich werden daher den Angeboten für die Radiatorheizung nur Materialkosten für 30 mm Dämmmaterial hinzugerechnet.

Im Obergeschoss ist die Trittschallverbesserung maßgeblich. Das Trittschallverbesserungsmaß von Fußbodenheizungs-Systemplatten beträgt auf Vollbetondecken üblicherweise 26 dB. Um eine gleichwertige Trittschalldämmung ohne Fußbodenheizung zu erreichen, wird die Ausgleichsschicht neben den Dämmhülsen als Trittschalldämmung ausgeführt. Eine zusätzliche Trittschalldämmung über der Dämmhülse ist nicht notwendig. Diese Kosten werden bei der Radiatorheizung hinzugerechnet.

Die Kosten für die auf der Decke zum Keller eingeplante Zusatzdämmung von 20 mm bei der Fußbodenheizung werden nicht bei der Radiatorheizung hinzugerechnet. Damit wird berücksichtigt, dass entsprechend Wärmeschutz-Verordnung bei Einsatz einer Fußbodenheizung der Wärmedurchgangskoeffizient der Kellerdecke $k \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ betragen muss. Im Vergleich dazu ist ohne Fußbodenheizung bei Nachweis nach Bilanzierungsverfahren im Einzelfall auch ein größerer Wärmedurchgangskoeffizient (d.h. eine geringere Dämmschichtdicke) realisierbar.

Folgende Preise wurden ermittelt:

Fußbodenheizung:

- Erhöhung der Estrichdicke um 20 mm: Zusatzkosten 3 DM/m² [14]:

Radiatorheizung:

- Erdgeschoss:

Anteil der Wärmedämmung, der bei der Fußbodenheizung bereits im Angebot enthalten ist: Polystyrol, Dicke $d = 30 \text{ mm}$, Zusatzkosten 6 DM/m² [14] sowie Trennfolie PE-Folie, $d = 0,2 \text{ mm}$ zwischen Dämmung und Estrich, Zusatzkosten 2,27 DM/m² [15]

- Obergeschoss:

Einbau einer Trittschalldämmung, die bei der Fußbodenheizung bereits im Angebot enthalten ist sowie der notwendigen Ausgleichsschicht, Polystyrol PST, Dicke $d = 43/40 \text{ mm}$: Zusatzkosten von 14,98 DM/m² [16] sowie Trennfolie zwischen Dämmung und Nassestrich, Zusatzkosten 2,27 DM/m² [15]

4.3 Heizenergiebedarf und Verbrauchskosten

Die Berechnung des zu erwartenden Jahres-Heizenergiebedarfs erfolgt nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10. Für die Anlagentechnik wurde angesetzt:

Einsatz einer Brennwerttherme mit Warmwasserbereitung, Aufstellung innerhalb der beheizten Hülle und Verteilung innerhalb der beheizten Hülle, maximale Vor- und Rücklauftemperatur Fußbodenheizung: 35°C/28°C, Radiatorheizung: 55°C/45°C, Regelabweichung bei der Wärmeübergabe 2 K.

Für beide Normen liegen die Endfassungen vor. Für die drei betrachteten Systeme werden die jährlichen Energieverbrauchskosten auf Basis der Energiebedarfsberechnung ausgewiesen. Folgende spezifischen Verbrauchskosten wurden angesetzt:

Gas: 0,09 DM/kWh,

Elektroenergie Normaltarif: 0,24 DM/kWh.

Alle angegebenen Kosten enthalten 16% MWSt.

5 Ergebnisse

5.1 Gesamtsysteme Fußboden- und Radiatorheizung

Die Angebote wurden so eingeholt, dass die Firmen zum Teil nur ein Angebot - für Fußboden- oder Radiatorheizung - und zum Teil beide Angebote gleichzeitig abgaben. Aus Abb. 4 ist ersichtlich, dass die Art der Abgabe der Angebote von großem Einfluss ist. Werden die Angebote unabhängig voneinander abgegeben, liegt die Fußbodenheizung im Mittel nur noch ca. 1200 DM über der Radiatorheizung. Gibt eine Firma beide Angebote ab, sozusagen in Konkurrenz zu sich selbst, so beträgt die Differenz im Mittel fast 2.800 DM (und im Einzelfall bis zu 6.000 DM). Bei der Radiatorheizung ist keine deutliche Abhängigkeit von der Art der Angebotsabgabe zu sehen.

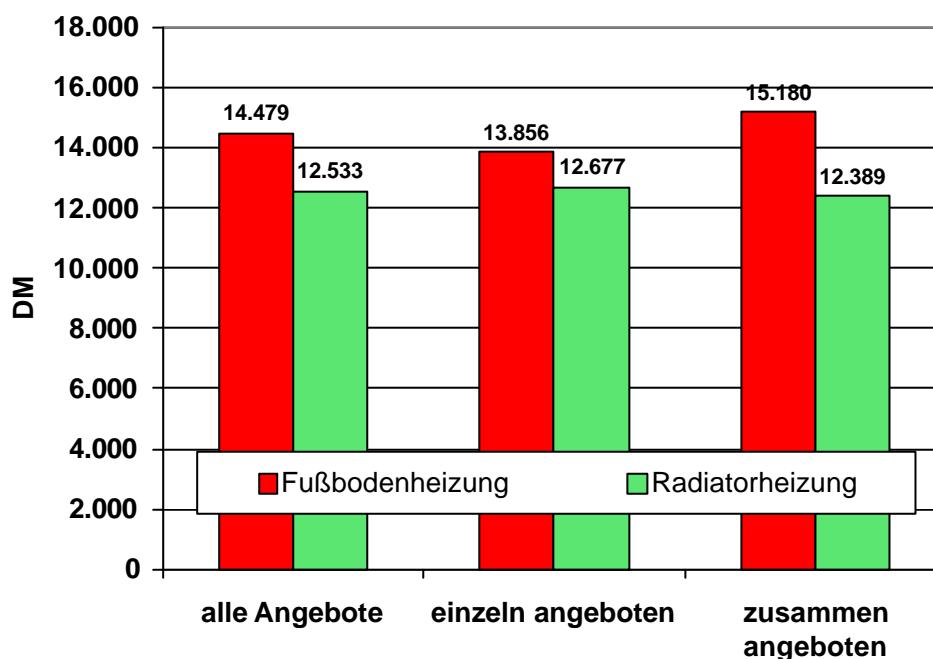


Abb. 4: Einfluss der Art der Angebotsabgabe auf den Preis - unterschiedliche Systemgrenzen

In der Einzeldarstellung der Angebote wird sichtbar, dass sich bei gemeinsamer Angebotserstellung die Differenzen zwischen Fußboden- und Radiatorheizung zwei Gruppen zuordnen lassen: Differenzen bis zu 2.000 DM und Differenzen von 5.000 DM bis 6.000 DM (Abb. 5). Einzeln angeboten kann dagegen das Angebot für die Fußbodenheizung durchaus unter dem Angebot für die Radiatorheizung liegen.

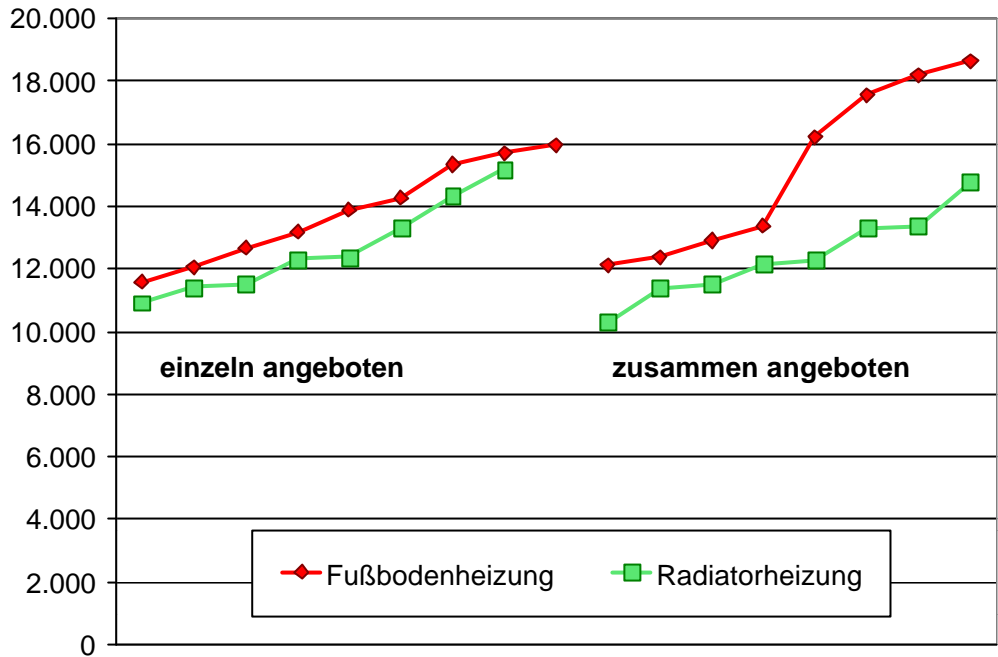


Abb. 5: Preise der einzelnen Angebote

In Abb. 6 ist ersichtlich, wie sich die Mittelwerte durch die Berücksichtigung gleicher Systemgrenzen verschieben. Die Wärme- bzw. Trittschalldämmung und die Estrichdicke sind jetzt gleichwertig. Die Fußbodenheizung ist im Mittel nur noch ca. 300,- DM teurer als die Radiatorheizung.

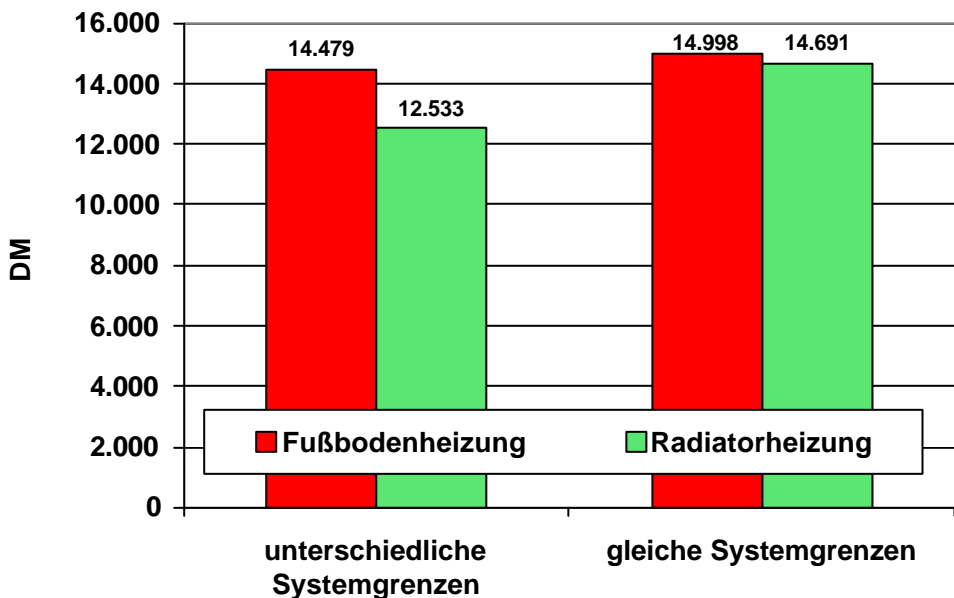


Abb. 6: Mittlere Angebotspreise: Angebote wie abgegeben (unterschiedliche Systemgrenzen) und Einrechnung gleicher Randbedingungen für Wärme- und Trittschalldämmung (gleiche Systemgrenzen)

Wird der Vergleich nach Art des Angebotes mit gleichen Systemgrenzen durchgeführt, so ergeben sich bei getrennter Abgabe der Angebote sogar etwas geringere Kosten für die Fußbodenheizung (Abb. 7).

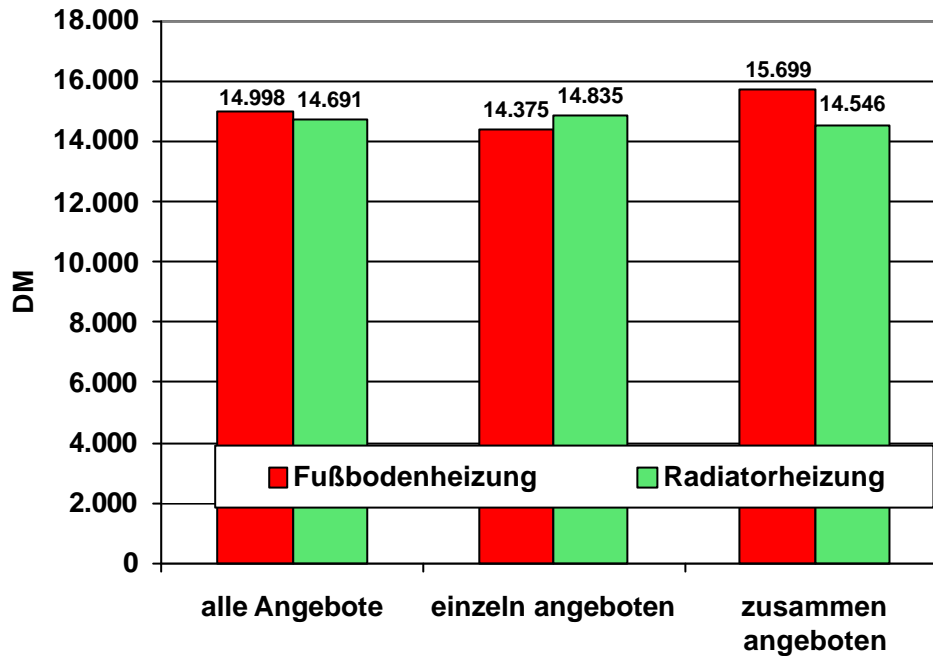


Abb. 7: Einfluss der Art der Angebotsabgabe auf den Preis - gleiche Systemgrenzen

5.2 Energiebedarf und Verbrauchskosten

Das Beispielgebäude wurde so ausgelegt, dass der bauliche Wärmeschutz die Anforderungen der WSchV 95 erfüllt (Tabelle 1). Die Berechnung nach DIN V 4108-6 (Heizperiodenbilanz entsprechend EnEV) ergibt aus methodischen Gründen einen geringfügig niedrigeren Heizwärmebedarf als die Berechnung nach WSchV. In diesem Ergebnis ist berücksichtigt, dass die Anschlüsse wärmebrückenarm entsprechend DIN 4108 Beiblatt 2 zu planen sind.

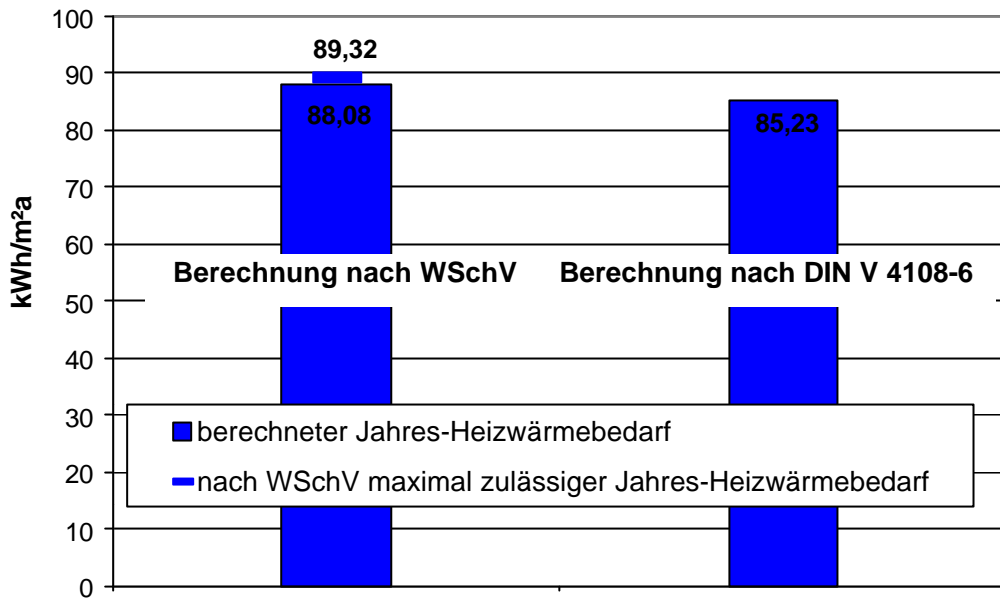


Abb. 8: Jahresheizwärmebedarf entsprechend WSchV und DIN V 4108-6 bzw. EnEV

Ausgehend von einem Jahresheizwärmebedarf entsprechend DIN V 4108-6 von $Q_{h} = 85,23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ wird der Jahres-Heizenergiebedarf entsprechend DIN V 4701-10 bestimmt. Durch die geringere Vorlauf- und Rücklauftemperatur bei der Fußbodenheizung im Vergleich zur Radiatorheizung entstehen zum einen weniger Verteilverluste und zum anderen ist der Kesselnutzungsgrad etwas höher bzw. die Aufwandszahl geringer (Tabelle 3). Die Übergabeverluste werden durch DIN V 4701-10 für beide Systemen bei gleicher Regelabweichung gleich bewertet. Damit weist das System Fußbodenheizung einen um ca. 4% geringeren rechnerischen Endenergiebedarf auf als die Radiatorheizung (Abb. 8). Demgegenüber steht ein höherer Hilfsenergiebedarf durch eine größere Pumpenleistung bei der Fußbodenheizung (Tabelle 3).

Tabelle 3: End- und Hilfs-Energiebedarf für Fußboden- und Radiatorheizung

	Fußboden- heizung	Radiator- heizung
	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	85,23	85,23
Übergabeverluste	3,30	3,30
Verteilverluste	0,55	1,67
Summe Heizarbeit	89,09	90,21
Erzeuger-Aufwandszahl	0,99	1,01
Endenergie	87,90	91,30
el. Hilfsenergie	2,60	1,73

kWh/m²a

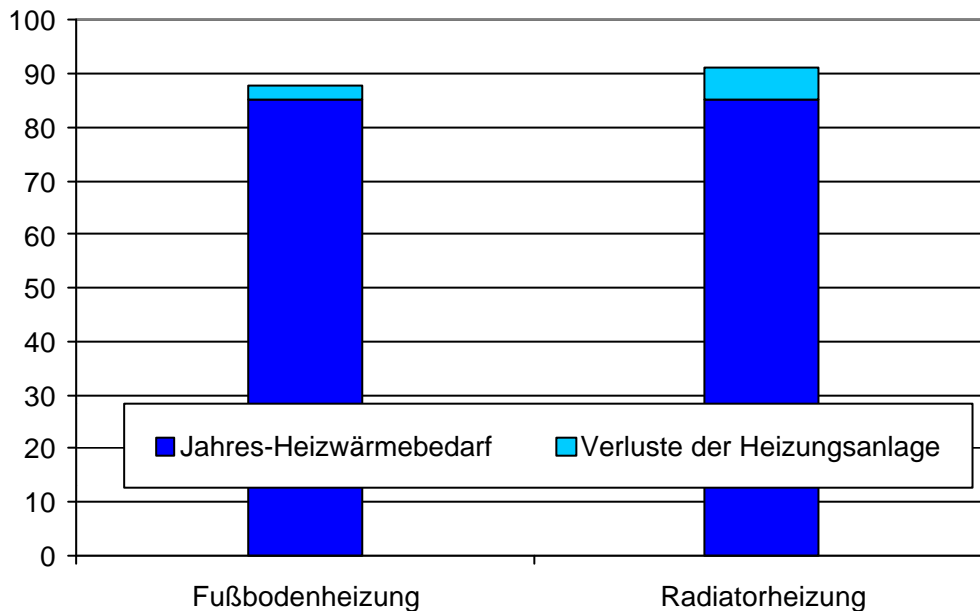


Abb. 9: Endenergiebedarf als Summe von Jahres -Heizwärmebedarf und Verlusten der Anlagentechnik

Die rechnerischen Energie-Bedarfskosten für die Fußbodenheizung liegen unter Berücksichtigung der elektrischen Hilfsenergie ca. 1% unter den Bedarfskosten bei Einsatz der Radiatorheizung (Tabelle 4). Mittleren Investitionsmehrkosten von ca. 300 DM stehen damit jährliche Energie-Minderkosten von ca. 20 DM gegenüber.

Tabelle 4: Investitions- und Verbrauchskosten für die Fußboden- und Radiatorheizung

	Fußboden- heizung	Radiator- heizung
Endenergie in kWh/m ² a	87,90	91,30
Endenergie in kWh/a	16.261	16.890
Gaspreis in DM/kWh	0,09	0,09
Energiekosten in DM/a	1.463	1.520
el. Hilfsenergie in kWh/m ² a	2,60	1,73
el. Hilfsenergie in kWh/a	481	319
Kosten el. Hilfsenergie in DM/a	115	77
Summe Kosten in DM/a	1.579	1.597
Investitionskosten in DM	14.998	14.530
Mehrkosten Investition in DM	468	
jährliche Energie-Minderkosten in DM/a	18	

6 Zusammenfassung

Im Ergebnis der Auswertung von 39 Angeboten aus fünf verschiedenen Regionen und weiterführenden Untersuchungen lässt sich für das Beispielgebäude zusammenfassen:

- Leistungsverzeichnisse und damit Angebote für verschiedene Heizungsanlagen beinhalten unterschiedliche Systemgrenzen in Bezug auf Wärme- und Trittschalldämmung. Fußbodenheizungs-Systemplatten beinhalten z.B. bereits ein Trittschallverbesserungsmaß von ca. 26 dB. Für die Auswertung wurde für beide Systeme eine gleichwertige Wärme- und Trittschalldämmung zugrunde gelegt
- Für die Kosten der Fußbodenheizung im Vergleich zur Radiatorheizung wurde ein deutlicher Unterschied bei Angebotsabgabe durch verschiedene Firmen sowie bei gleichzeitiger Angebotsabgabe durch dieselbe Firma festgestellt.
- Bei Angebotsabgabe durch verschiedene Firmen weist die Fußbodenheizung im Vergleich zur Radiatorheizung im Mittel ca. 500,- DM geringere Kosten auf.
- Werden beide Systeme durch dieselbe Firma angeboten, liegen die Kosten der Fußbodenheizung im Mittel ca. 1300,- DM über denen der Radiatorheizung.
- Regionale Preisunterschiede konnten mit Ausnahme der Region Dresden nicht ermittelt werden. In der Region Dresden lagen alle abgegebenen Angebote unter dem Mittelwert aller Angebote.

- Die Angebotspreise weisen eine große Streuung auf. Ohne Berücksichtigung von Ausreißern lag das höchste Angebot für die Fußbodenheizung ca. 60% über den niedrigsten und das höchste Angebot für die Radiatorheizung ca. 45% über dem niedrigsten.
- Die große Streuung der Angebotspreise findet sich in allen Regionen. Im Einzelfall können die Kosten für die Fußbodenheizung durchaus ca. 2.000 DM unter, aber auch über den Kosten für die Radiatorheizung liegen.
- Der rechnerische Jahres-Heizenergiebedarf des Beispielgebäudes liegt bei Einsatz einer Fußbodenheizung ca. 4% unter dem berechneten Bedarf bei Einsatz einer Radiatorheizung. Demgegenüber besteht bei der Fußbodenheizung nach EnEV ein höherer Hilfsenergiebedarf. Die rechnerischen Energie-Bedarfskosten für die Fußbodenheizung liegen unter Berücksichtigung der elektrischen Hilfsenergie ca. 1% unter den Bedarfskosten bei Einsatz der Radiatorheizung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in der Praxis die Fußbodenheizung und die Radiatorheizung bei Berücksichtigung gleicher Systemgrenzen etwa gleiche Kosten aufweisen, wenn die Angebote unabhängig voneinander eingeholt werden. Die rechnerischen jährlichen Energie-Bedarfskosten sind für die Fußbodenheizung und für die Radiatorheizung praktisch gleich. Mit Nachweis nach EnEV hat die Fußbodenheizung einen geringfügigen energetischen Vorteil.

Die Quantifizierung der systembedingten Vorteile der Fußbodenheizung, wie z.B. Raumgewinn durch Wegfall der Radiatoren, niedrigere Raumtemperatur bei gleicher thermischer Behaglichkeit und gleichmäßiges Temperaturprofil, waren nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

7 Quellen

Normen und Richtlinien

Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV) vom 16.08.1994 (BGBl. I S. 2121)

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) - Referentenentwurf vom 29.11.00

DIN V 4108-6: 2000-11

Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 6: Berechnung des Jahresheizenergiebedarfs

DIN 4108 Beiblatt 2: 1998-08

Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele

DIN V 4701-10: 2001-02

Energetische Bewertung von heiz- und raumluftechnischen Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung

Literatur

[1] Angabe des Bundesverbandes Flächenheizungen e.V. (BVF)

[2] Das SynergieHaus-Projekt der PreussenElektra mit Partnern – Energetische Analyse und Bewertung – Abschlussbericht, Universität - Gesamthochschule Kassel, Dezember 1999

[3] Heizkörper oder Fußbodenheizung - Vergleich unterschiedlicher Systeme. sbz 5/1990, S. 336 ff.

[4] Fellingner, Herbert: Wärme, die aus dem Boden kommt. IKZ-Haustechnik 6/1996, S. 57ff.

[5] Südwestrundfunk Infomarkt,
www.suedwest3.de/infomarkt/lexikon/1999/beitrag/t_wandheizung.html, 10.10.00

[6] Fohry, Roland: Helfen Warmwasser-Fußbodenheizungen Energie sparen? Stadt- und Gebäudetechnik 43(1989) 6 S. 172-174

[7] Olesen, B.W.: Energieverbrauch und thermischer Komfort in einem durch unterschiedliche Methoden erwärmten Raum. 2. Internationaler velta-Kongress 1980, St. Christoph, Tirol

[8] Erhorn, H., Szerman, M., Gertis, K.: Wie beeinflusst die Heizflächenanordnung im Raum die thermische Behaglichkeit und den Wärmeverlust? Bauphysik 1986, H. 5, S. 146-153

[9] Glück, B.: Heizenergiebedarf im Wohnungs- und Gesellschaftsbau in Abhängigkeit vom Heizungssystem. Stadt- und Gebäudetechnik 42 (1988) 1, S. 7-11

[10] Zöllner, G.: Wärmetechnisches Verhalten von Fußbodenheizungen . Wärmetechnik 33/1988 6, S. 257 ff.

[11] gewiplan: Flächenheizungen - Analyse der Auswirkungen auf den Energieverbrauch Stufe 1, Frankfurt am Main 1985

[12] gewiplan: Flächenheizungen - Analyse der Auswirkungen auf den Energieverbrauch Stufe 2, Frankfurt am Main 1987

-
- [13] Richter, W.: Zu den Konsequenzen der Niedrigenergiebauweise auf die Wärmeübergabe im Raum bei verschiedenen Heizungssystemen, in: Bewertung von kostengünstigen anlagentechnischen Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand. Abschlussbericht. Dresden, Januar 1999
- [14] Schmitz, Heinz; Gerlach, Reinhard; Meisel, Ulli: Baukosten 2000, Band 2, Preiswerter Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern, Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen, Essen 1999
- [15] Mittag, Martin: Kostenplanung mit Bauelementen nach DIN 276. WEKA BAUFACHVERLAGE GmbH, 1999
- [16] Materialpreis: Baustoffhandel, Arbeitspreis: [16]