

N. König

Rechnergestützte Optimierung einer Fußbodenheizung

Energie in Form von Wärme ist in den letzten Jahren teuer geworden, jedoch für den Verbraucher jederzeit verfügbar gewesen. Für den wärmetechnischen Experimentator, der Wärmeübertragungsvorgänge durch Strahlung, Konvektion und Leitung an und durch massive, gut gedämmte Bauteile des Hochbaus bestimmen will, ist „Wärme“ ebenfalls nur mit großem Aufwand verfügbar. Denn diese Wärmeübertragungsvorgänge gehen i. a. langsam vor sich. Experimente dauern bis zum Erreichen eines thermisch eingeschwungenen Zustands mit definierten Randbedingungen oftmals 4 bis 7 Tage. Am Beispiel einer Fußbodenheizung wird gezeigt, daß die für die Praxis benötigten Auslegungsrichtlinien für die Wärmeabgabe durch sich ergänzende experimentelle und rechnerische Untersuchungen zeit- und kostengünstiger erhalten werden.

Für die Bestimmung der Wärmeleistung eines Fußbodenheizsystems ist die Wärmeabgabe nach oben in den Nutzraum und nach unten in den Verlustraum (z. B. Keller) zu betrachten. Hierfür sind mehrere Parametergruppen der Bauteile zu untersuchen wie Stoffwerte (u. a. Wärmeleitfähigkeit, -kapazität, Rohdichte), Dimensionierung (u. a. Heizrohrlage, Dämmschicht, Oberbelag) und die Randbedingungen der Wärmeübertragung (u. a. Wärmeübergangskoeffizient, Raumtemperatur). Die bei Neukonstruktionen unbekanntes Stoffwerte des Bodenaufbaus (Wärmeleitfähigkeit, Rohdichte etc.) werden experimentell bestimmt und bildeten zusammen mit den Meßwerten eines Modells dieser Fußbodenheizung (Fläche 4 m²) die Eckwerte der rechnerischen Parametervariation.

Mit den Rechenprogrammen der Finite-Elemente-Methode, die den Wärmetransport in Bauteilen zwei- oder dreidimensional nachbilden, sind dann die Temperaturverhältnisse und die Wärmeleitung dieser Fußbodenheizung bestimmt worden (Bild 1).

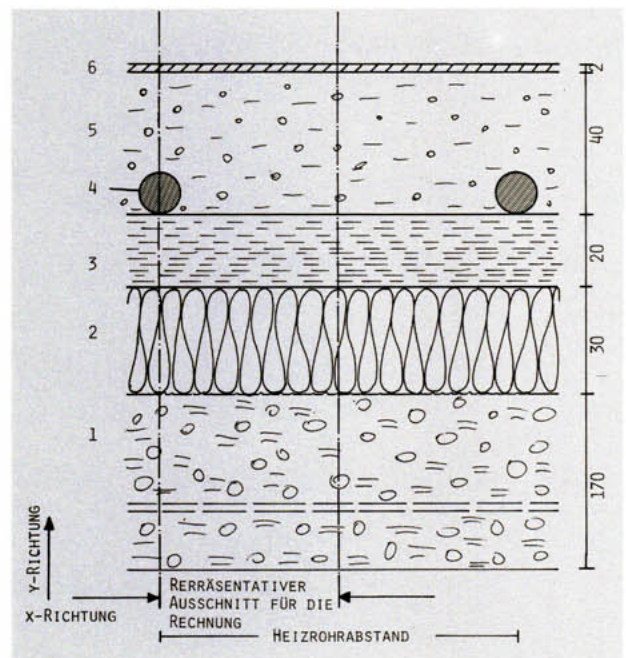


Bild 1

Schemaskizze des Fußbodenaufbaus (Angaben in mm).

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 Stahlbetondecke | 4 Kupferrohr |
| 2 Perlite-Schüttung | 5 Spezialgußasphalt |
| 3 Holzfaserschicht | 6 Fußbodenbelag |

Die Übereinstimmung der Ergebnisse aus den Experimenten und den Rechnungen dazu ermöglichte dann eine weitere schnelle Parametervariation. U. a. sollte die Verlust-Wärmemenge zu unbeheizten Kellerräumen für verschiedene Heizrohrabstände minimiert werden (Bild 2). Bei 100 mm Heizrohrabstand in Zwischengeschoßlage führte eine zusätzliche Dämmschicht von 10 mm Dicke zum experimentell untersuchten Standardaufbau, d. h. eine Gesamtdämmschichtdicke von 60 mm zu Verlusten nach unten von ca. 9 %.

Befinden sich aber unter der Fußbodenheizung Keller-
räume, so betragen diese Verluste über 14 %. Vielfach
ist jedoch eine solche Gesamtbauhöhe der Fußboden-
heizung vom Planer gar nicht vorgesehen!

Mit Hilfe dieser Rechenprogramme konnten so Diagram-
me erstellt werden, die eine Optimierung der Fußboden-
heizung ermöglichen nach den Kriterien

- geringste Bauhöhe
- zulässige Oberflächentemperatur
am unterschiedlichen Oberbelag
- notwendige Wärmeabgabe
in den zu beheizenden Raum
- geringe Wärmeverluste nach unten
in anders genutzte Räume
(Keller, fremde Mieträume).

Eine nach diesen Auslegungsrichtlinien erstellte Fuß-
bodenheizung in einem Einfamilienhaus konnte an-
schließend während mehrerer Wochen im Winterbetrieb
überprüft werden. In den für dieses Haus zutreffenden
Bereichen der Randbedingungen und Heizmitteltempe-
raturen war die Übereinstimmung der gemessenen und
berechneten Ergebnisse ausreichend.

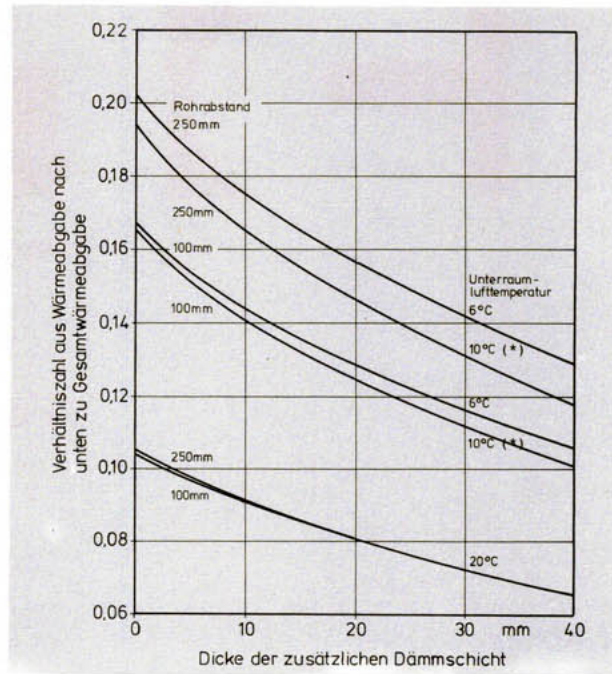


Bild 2
Abhängigkeit des Verhältnisses der Wärmeabgabe nach unten zur Gesamtwärme-
abgabe von der Dicke der zusätzlichen Dämmschicht zwischen Normalaufbau¹⁾
und Betondecke bei unterschiedlichen Rohrabständen und Unterraumtempera-
turen (Lufttemperatur 20 °C und 6 °C, Erdoberflächentemperatur 10 °C (*)).
¹⁾ 50 mm Dämmschicht