

Energieeffiziente Hallenbeheizung

Entwicklung einer Energie sparenden Deckenstrahlplatte mit Strahlungsregelung

Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach; Dipl.-Ing. Klaus Menge

Seit einigen Jahren entstehen verstärkt politische Vorgaben, die zu vernünftigem Umgang mit Energie und Ressourcen aufrufen. Maßnahmen, um diesen Vorgaben gerecht zu werden, werden selbstverständlich zuerst in jenen Bereichen ergriffen, die große Einsparpotenziale bieten. Hierzu zählt in Deutschland der Bereich Raumheizung, auf den ca. 35 Prozent des Gesamtenergiebedarfs entfallen. Der Anteil für die Beheizung von Industrie- und Produktionshallen hieran beträgt 50 Prozent und bietet somit Potenzial für weitere Reduktionen. Hier setzt das Forschungsvorhaben Enwedens der Universität Stuttgart zusammen mit FRENGER Systemen an.

Grundlegende physikalische und bauliche Rahmenbedingungen

In jeder Halle stellt sich ein vom Heizsystem abhängiger Temperaturgradient für den Anstieg der Lufttemperatur bei steigender Raumhöhe ein. Dies bedeutet, dass sich die wärmste Luft am höchsten Punkt des Gebäudes befindet. Dort wird sie nicht benötigt und verursacht zusätzlich hohe Wärmeverluste, die durch Oberlichte und Rauch-Wärme-Abzüge noch verstärkt werden. Die Verwendung von Deckenstrahlplatten stellt heute bereits die Energie sparendste Form der Beheizung dar, da gegenüber konvektiven Heizsystemen dieser Temperaturgradient schon reduziert ist.

Für die Entwicklung Energie sparender Heizsysteme im Bereich Deckenstrahlplatten muss zuerst die Art der Wärmeabgabe untersucht werden. An gegenüber der Umgebung wärmeren Flächen befindet sich ein Wärmeübergang, der sich aus Strahlung

und Konvektion zusammensetzt, wobei das Verhältnis von der Flächenlage und der Oberflächenbeschaffenheit abhängt. Dies gilt auch für die Strahlbleche und Rohre von Deckenstrahlplatten, bei denen der Strahlungsanteil bei



Abb.1 Neu entwickelte Deckenstrahlplatte (FRENGER Systemen)

durchschnittlichen Breiten von ca. 1000 mm nur 69% beträgt. 10% der Energie werden über die rückseitige Isolation und 21% der Gesamtleistung über Konvektion an die Raumluft abgegeben. Da warme Luft aufgrund der Dichteunterschiede immer nach oben steigt und sich

dadurch im Dachbereich erhöhte Wärmeverluste einstellen, sind Forderungen nach einer Deckenstrahlplatte berechtigt, bei der diese Konvektion bereits durch den Aufbau minimiert wird.

Ausgangspunkt der Entwicklung

Die Möglichkeit zur Konvektionsverringering an Deckenstrahlplatten mit Strahlblechen (Abb.1) bildet die Grundlage für das Konzept der gebogenen Ausführung einer Strahlplatte. Die Form

eines U mit kurzem Schenkel dient konstruktiv als Grundidee. Warme, seitlich senkrecht nach oben gekantete Abschlussbleche sind als zusätzliche Entstehungsquellen für Konvektion bekannt. Hier muss eine thermische Trennung stattfinden. Um die Idee des Auffangens der Konvektion in einer Wanne konsequent fortzusetzen, ist ein dichter Abschluss an beiden Stirnseiten einer Deckenstrahlplatte unumgänglich.

CFD-unterstützte Entwicklung

Produkt-Neuentwicklungen im Bereich Deckenstrahlplatten wurden bisher durch Erstellung eines Prototyps mit anschließender Leistungsmessung auf dem Prüfstand vorangetrieben. Dies ist ein aufwändiges und kostspieliges Verfahren, da konstruktive Veränderungen am Prototyp für die Bewertung des daraus entstehenden Einflusses erneute Messungen auf dem Prüfstand mit sich bringen. Alternativ bietet sich die nu-

merische Simulation an. Nach Erstellung eines Rechenmodells und Durchführung einer Simulation mit geeigneter Software können Parametervariationen, z. B. Modifikationen von Einzelkomponenten nach Dicke, Materialart oder nach anderen Über-temperaturen, in wenigen Arbeitsschritten ausgeführt werden. Ebenso bietet sich die Möglichkeit, noch in der Entwicklung begriffene Komponenten zu verwenden.

Aufgrund der derzeit technisch realisierbaren Genauigkeiten von numerischen Simulationen und den verwendeten Turbulenzmodellen bei freier Konvektion muss mit Abweichungen gegenüber der Messung gerechnet werden. Der Einsatz dieser Simulationstechnik kann zwar grundlegende Unterschiede oder Tendenzen auch für Parametervariationen, aber kein definitives Ergebnis aufzeigen.

Basis für alle Simulationen waren die vorgegebenen Randbedingungen. Die mittlere Wassertemperatur wurde in allen Rohren als gleich angesetzt. Ebenso war die Temperatur der Außenwände fest vorgegeben. Die Wärmeleitkoeffizienten der Strahlbleche sowie der Isolation wurden entsprechend der verwendeten bzw. in Zukunft einzusetzenden Werkstoffe angesetzt. Die Simulation setzte sich dementsprechend aus Wärmeleitung und freier Konvektion zusammen.

Numerische Simulation unter Prüfstands- und Praxisbedingungen

Die unter Prüfstandsbedingungen erhaltenen Simulationsergebnisse ließen weitreichende Schlüsse zu. Ein Vergleich der beiden Decken-

strahlplatten-Simulationen zeigte deutliche Unterschiede zwischen den beiden Systemen bei Strömungsgeschwindigkeiten und Lufttemperaturen auf. Die herkömmliche Deckenstrahlplatte hat – gemäß vorangegangenen Messungen – einen Strahlungsanteil von 69%; das neu entwickelte System erreicht hier 80%. Bei einem Vergleich der Simulationsergebnisse mit den Lufttemperaturgradienten erkannte man deutlich den geringeren Anstieg der Lufttemperatur oberhalb der Aufenthaltzone bei einer Deckenstrahlplatte mit erhöhtem Strahlungsanteil.

Ob dies direkt auf die Praxis übertragbar ist, wurde anhand der Simulation einer Industriehalle erforscht.

Durch die Simulation eines Hallenausschnitts mit Shed-Dächern prüfte man den Einfluss des Konvektivanteils auf die Raumlufttemperatur und auf die sich einstellenden Luftbewegungen sowie die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse. Diese Simulation bietet eine Grundlage für die Auslegung von Hallen mit dem neuen Deckenstrahlplattensystem.

Ein Vergleich der beiden Deckenstrahlplattensysteme zeigte, dass der Konvektivanteil einer Strahlplatte keinerlei Einfluss auf die Aufenthaltzone am Hallenboden hat und sich bei der Lufttemperatur gleiche Werte einstellen. Es wurde auch ersichtlich, dass die Lufttemperatur im Shed, wo naturgemäß die höchsten Wärmeverluste auftreten, bei im Konvektivanteil reduzierten Deckenstrahlplatten auf einem wesentlich tieferen Niveau liegt und deshalb niedrigere Verluste in diesem Bereich erreicht werden. Ein weiterer Effekt des erhöhten

Das neue Pelletskesselprogramm von FRÖLING Deutschland vom vollautomatischen Kleinkessel bis zur kompletten Großanlage



Pelletsheizkessel
EuroPellet®
4,4 – 30 kW

NEU
bei FRÖLING
Deutschland

Vorteile des EuroPellet®:

- ◆ selbstreinigendes Walzenrost
- ◆ automatische Wärmetauscherreinigung
- ◆ höchste Wirkungsgrade – in allen Lastbereichen bis 93 %



Pelletsheizkessel
EuroBioTec®
149 – 2.100 kW

NEU
bei FRÖLING
Deutschland

Vorteile des EuroBioTec®:

- ◆ lange Ausbrandzeit durch mehrfache Umlenkung der Flamme
- ◆ stufenlose Leistungsregelung
- ◆ niedrigste Emissionswerte durch computergesteuerte Feuerung



FRÖLING

HEIZSYSTEME

FRÖLING GmbH & Co. • Hoffnungsthaler Str. 41 • 51491 Overath

Tel.: 0 22 04 - 7 20 - 0 • Fax: 7 20 - 3 38

Internet: <http://www.froeling.de>

e-mail: info@froeling.de



Die flexiblen Verteilersysteme aus Kunststoff für Sanitär und Heizung

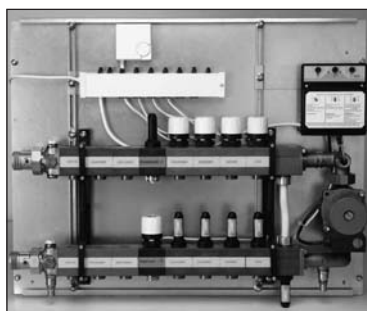
TwinCo 3000 Verteilerstation

Ihre Visitenkarte.

Hinterlassen Sie bei Ihrem Kunden einen guten Eindruck!

kompakt und vielseitig

Die Lösung für alle, die den Komfort der Fußbodenheizung mit der Flexibilität der Heizkörperwärme nutzen wollen. Als Komplettstation im Verteilerschrank oder als Anbausatz lieferbar.



Siegfried Böhnisch Kunststofftechnik GmbH
 Telefon: +49 (0) 79 42 - 20 85 / Fax: +49 (0) 79 42 - 20 87
 D - 74632 Neuenstein, Maybachstraße 1
 info@SBK-Neuenstein.de / www.SBK-Neuenstein.de

Strahlungsanteils liegt in der Möglichkeit, mit der gestiegenen mittleren Strahlungstemperatur die Lufttemperatur in der Aufenthaltszone und somit im gesamten Gebäude genau um diesen Wert abzusinken.

Die in der Simulation des Hallenausschnitts gewonnenen Erkenntnisse bestätigten die Ergebnisse der Prüfstandssimulation bezüglich der Lufttemperaturgradienten und damit die Vorteile dieser neuartigen Deckenstrahlplatte. Die vermeidbare Konvektion an Deckenstrahlplatten führte zu unnötigen Wärmeverlusten im Dachbereich. Angesichts dieser sowie der Erkenntnis, dass der Konvektivanteil keinen Einfluss auf die Behaglichkeit in der Aufenthaltszone hat, werden Forderungen nach anderen Aus-

legungen und Bewertungen der einzelnen Bautypen von Deckenstrahlplatten laut.

Implikationen für die Planung

Durch den nun bekannten Anteil der Restkonvektion müssen eine Wärmebedarfsberechnung sowie eine Auslegung in zwei Schritten erfolgen, wobei die Halle in zwei Zonen – unter und über der Deckenstrahlplatte – eingeteilt wird. Mit der noch verbleibenden Konvektion der Strahlplatte wird im Dachbereich über ihr der Wärmeverlust durch die Dachfläche gedeckt – mehr Konvektion als hierzu benötigt darf von der Deckenstrahlplatte nicht abgegeben werden, da dies wieder einen unnötigen Verlust darstellen würde. Mit der erhöhten Strahlungsleistung der Deckenstrahlplatte wird nun der Transmissionswärmeverlust durch die restlichen Gebäudeflächen (Wände, Fußboden) sowie der in heutigen Hallen durch geringe Luftwechsel sehr kleine Lüftungswärmebedarf gedeckt.

Ein weiterer Vorteil einer Deckenstrahlplatte mit erhöhtem Strahlungsanteil ist die

schnellere Wiedererwärmung einer Halle nach einer gewissen Zeit mit offenen Toren. Gegenüber Luftheizungen und konvektiv arbeitenden Systemen wird durch die nochmals erhöhten Umschließungsflächen-Temperaturen ein großes Energiesparpotential erreicht. Dies resultiert aus der bei strahlenden Heizsystemen gegenüber konvektiven Systemen geringeren Lufttemperatur sowie der höheren Umschließungsflächen-Temperatur und dem entsprechend geringeren möglichen Verlust an erwärmter Luft.

Die **VDI 6030 Blatt 2** soll zukünftig Berechnungsgrundlagen und Normen für Auslegungen schaffen, um das Energiesparpotential von Deckenstrahlplatten im Allgemeinen und Deckenstrahlplatten mit erhöhtem Strahlungsanteil im Besonderen ausnutzen zu können.

Aus Abb.2a und 2b wird ersichtlich, dass bei einer konventionellen Deckenstrahlplatte ein wesentlich höherer Temperaturgradient (Lufttem-

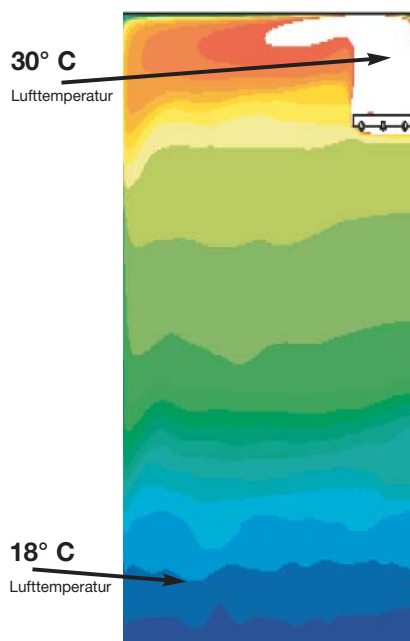


Abb.2a Konventionelle Deckenstrahlplatte

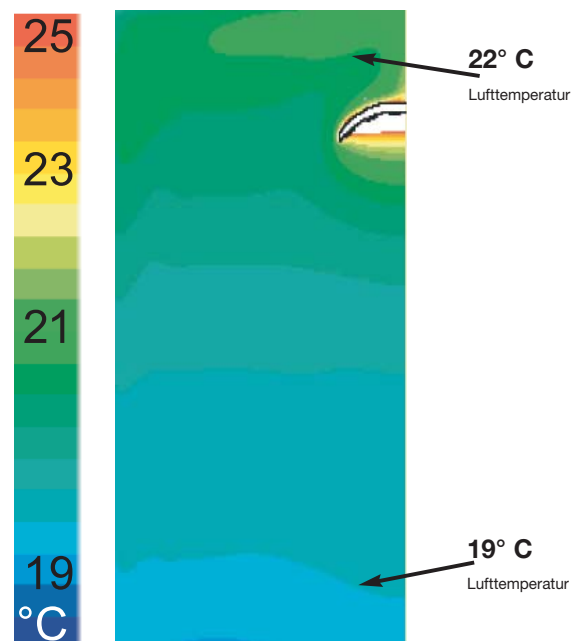


Abb.2b Deckenstrahlplatte „80plus“ (FRENGER)

peratur) im Raum vorliegt; dies hat ebenfalls mit dem dort niedrigen Strahlungsanteil zu tun (Prüfungsstandsbedingungen).

Optimierte Regelungen

Um die Vorteile dieser und bereits langjährig bewährter, bekannter Deckenstrahlungsheizungen und Deckenstrahlplatten optimal nutzen zu können, sind neue Konzepte für die Regelung gefordert, die nicht nur die Luft-, sondern auch die mittlere Strahlungstemperatur berücksichtigen. Herkömmliche Regelungen (elektronisch oder mechanisch in Form von Thermostatventilen) erfüllen die Anforderungen an die

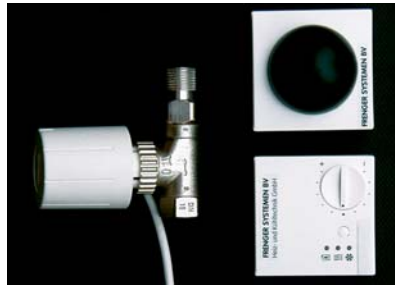


Abb.3 Strahlungsregelung SR-3000

hohen Ansprüche der Nutzer hinsichtlich möglicher Energieeffizienz nicht mehr.

Auch die **DIN 1946** verwendet die operative Temperatur, also den Mittelwert aus Lufttemperatur und mittlerer Umschließungsflächen-temperatur, und nicht die Lufttemperatur, da erstere ein wichtiges Kriterium für

Behaglichkeit darstellt. Gerade die auch in der Simulation erzielten Erkenntnisse fordern zur sinnvollen und Energie sparenden Regelung des Heizsystems die Berücksichtigung der mittleren Strahlungs-

temperatur, da die Erwärmung in der Aufenthaltszone fast nur durch Strahlung und die Erhöhung der mittleren Oberflächentemperaturen erzeugt wird. Die Messung der relevanten Temperatur erfolgt durch eine dem Globe-Thermometer nachempfunden schwarze Halbkugel, die auf einen elektronischen Regler aufgeschaltet ist (Abb.3). Dieser ist nun in der Lage, die

operative Raumtemperatur als Führungsgröße zu verwenden.

Die oben dargelegten wissenschaftlichen Ergebnisse kommen bei FRENGER zur Realisierung und wurden bereits in einigen Objekten mit großem Erfolg eingesetzt (Abb.2a und 2b).

Autoren:

*Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach,
Lehrstuhl für Heiz- und
Raumluftheiztechnik,
Universität Stuttgart*

*Dipl.-Ing. Klaus Menge, Prokurist,
FRENGER Systemen,
Groß-Umstadt*

Ultraschall-Wärmezähler

CF Echo – einfach ultrastark!



- Das ist bewegend, nichts bewegt sich und trotzdem höchste Messgenauigkeit
- Q_n 0,6 bis 60,0 m³/h
- Wahlweise Gewinde- oder Flanschanschluss
- Rechtzeitige Alarmmeldung bei Verschmutzung
- Ständige Referenzmessung zur Selbstkontrolle

Allmess GmbH · Am Voßberg 11 · 23758 Oldenburg i.H.
Telefon 0 43 61 / 6 25 - 0 · Fax 0 43 61 / 6 25 - 2 50
info@allmess.de · www.allmess.de



Ihr Erfolg zählt

Bitte senden Sie mir weitere Informationen zu:

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne