

Projektbeschreibung des DBU-Projektes:

„Ermittlung von Leistungsdaten für Wandheizungs- und Flächenkühlsysteme unter Berücksichtigung der Wärmestrahlung“

Wandheizungen bieten gegenüber konventionellen (Konvektions-) Heizkörpern und Fussbodenheizungen eine Reihe von Vorteilen, besonders unter gesundheitlichen, umweltverträglichen und bauwerkserhaltenden Gesichtspunkten (siehe z.B. www.wem-wandheizung.de).

Die Verbreitung von Wandheizungen ist momentan noch sehr gering aber stark zunehmend. Dementsprechend gibt es bis heute noch keine einheitlichen (z.B. genormten) Berechnungsverfahren zur Leistungsermittlung von Wandflächenheizungen.

Die (genormte) Leistungsbestimmung, für konventionelle Heizkörper gedacht, erfolgt nach thermodynamischen Grundsätzen. Diese sind für Wandheizungen aber wenig sinnvoll, da die Wärmeübertragung durch Wärmestrahlung erfolgt und damit quantenmechanischen Gesetzen folgt. In der Praxis führt die Anwendung eines thermodynamischen Berechnungsverfahrens auf Wandheizungen zu geringen Leistungsdaten. Die Folge daraus ist, dass Wandheizungen in der Regel stark überdimensioniert werden was sowohl die Kosten, als auch den Stoffverbrauch unsinnigerweise in die Höhe treibt

In Zusammenarbeit mit Ingenieurbüros und anerkannten Prüfinstituten wurden die Heiz- und Kühlleistung unserer Wandheizungssysteme rechnerisch und prüftechnisch ermittelt. Die Anwendbarkeit der so ermittelten Leistungsdaten wurde an einem realen Objekt überprüft und bewertet. Auf der Grundlage dieser Leistungsdaten wurde ein Auslegungs- und Kalkulationsprogramm für Planer, Architekten und Heizungsbauer erstellt.

Im ersten Schritt dieses Projektes wurden die Heiz- und Kühlleistung des WEM®-



Abb. 1: Prüfaufbau WEM® Klimatelemente beim HLK in Stuttgart

Klimaelementes MV 200 durch ein akkreditiertes Prüfinstitut (HLK-Stuttgart) nach EN 442 ermittelt. Die Messung der Heizleistung [$P_{\text{thermodyn.}}$] erfolgte anhand von drei Messpunkten und ergab folgende Leistungen in Abhängigkeit der entsprechenden mittleren Übertemperaturen [$T_{\text{ü}}$].

$$P_{\text{thermodyn.}} = 246 \text{ W/m}^2 \text{ bei } T_{\text{ü}} = 31,25^\circ\text{C},$$

$$P_{\text{thermodyn.}} = 165 \text{ W/m}^2 \text{ bei } T_{\text{ü}} = 22,31^\circ\text{C},$$

$$P_{\text{thermodyn.}} = 92 \text{ W/m}^2 \text{ bei } T_{\text{ü}} = 13,53^\circ\text{C}.$$

Das Prüfinstitut lieferte uns Thermografieaufnahmen und damit mittlere Oberflächentemperaturen zu den einzelnen Messpunkten aus denen die Strahlungsleistung [$P_{\text{strahlung}}$] in den Halbraum nach der Stefan Boltzmann Gleichung errechnet werden konnten. Somit ergab sich folgende Strahlungsleistung in Abhängigkeit der mittleren Übertemperaturen.

$$P_{\text{strahlung}} = 466 \text{ W/m}^2 \text{ bei } T_{\text{ü}} = 31,25^\circ\text{C},$$

$$P_{\text{strahlung}} = 454 \text{ W/m}^2 \text{ bei } T_{\text{ü}} = 22,31^\circ\text{C},$$

$$P_{\text{strahlung}} = 422 \text{ W/m}^2 \text{ bei } T_{\text{ü}} = 13,53^\circ\text{C}.$$

Die durch die verschiedene Betrachtungsweisen entstehenden Diskrepanzen in der Heizleistungen wurden durch eine subjektive Bewertung im Feldversuch näher beleuchtet.

Ein mit Heizkörpern beheizter Raum wurde so eingestellt, dass in der Mitte des Raumes in einer Höhe von 1,5m eine Temperatur von 20°C herrschte.

Vergleich der Oberflächen-Temperaturen

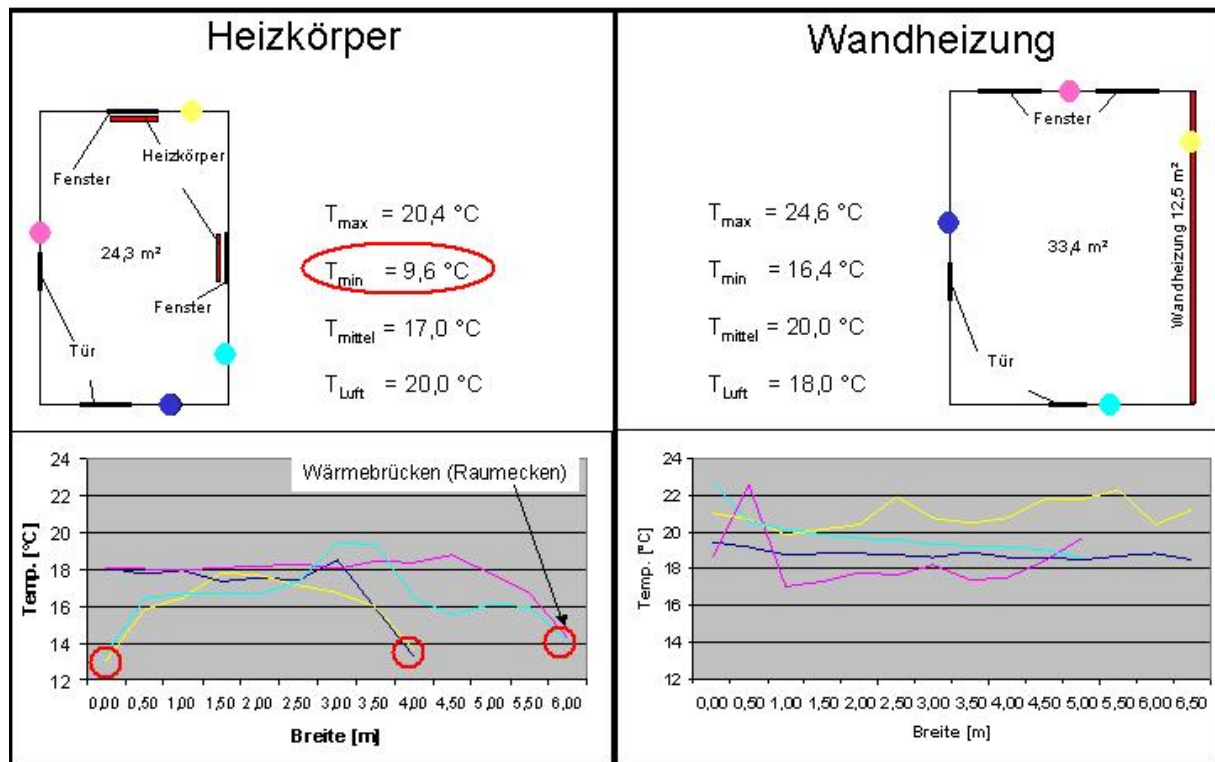


Abb. 2: Temperaturverteilung in den Versuchsräumen

Ein zweiter, mit Wandheizung ausgestatteter Raum wurde ca. 2°C kälter einreguliert. Bedingt durch die Wandheizung stellte sich eine um 3 °C höhere mittlere Temperatur der Wandflächen ein. Interessant war bei dieser Untersuchung, dass auch die nicht beheizten Wände und gerade die Raumecken eine sehr gleichmässige Temperaturverteilung aufwiesen. Der bei Heizkörpern typische Temperaturabfall in den Raumecken und Fensterlaibungen (mit der Konsequenz von Kondenswasser-Ausfall und Schimmelbildung) war bei dem durch Wandheizung beheizten Raum nicht zu beobachten (siehe Abb. 2).

In einem Blindversuch wurden 30 Probanden in die beiden Räume geführt und unter anderem zu Ihrem Temperaturempfinden befragt (siehe Abb. 3 und 4).



Abb. 3: Befragung eines Probanden, Raum mit Heizkörper



Abb. 4: Befragung eines Probanden, Raum mit Wandheizung

Die Auswertung der Befragungen zeigt, dass die subjektiv empfundenen Temperaturen in beiden Räumen in etwa gleich waren. Im direkten Vergleich der beiden Räume fühlten sich 60% der Befragten in dem mit Wandheizung beheizten Raum behaglicher, 20% sahen es anders herum und weitere 20% konnten keine Unterschiede feststellen.

Insgesamt entsprachen die Ergebnisse des Feldversuches den durch die vorher gemachten theoretischen Betrachtungen. Der mit Wandheizungen ausgestattete Raum wurde in etwa als gleich warm wie der mit Heizkörpern beheiztem Raum empfunden, obwohl dieser tatsächlich eine höhere Raumtemperatur hatte. Das unterstützt die Vermutung, dass eine nach thermodynamischen Grundsätzen ermittelte Heizleistung bei Flächenheizsystemen nicht greift und zu zu geringen Leistungsdaten führt.

Die Ergebnisse der Befragung sind allerdings auch nicht so signifikant, als dass man die nach der Stefan Boltzmann Gleichung rechnerisch ermittelte Strahlungsleistung der tatsächlichen Heizleistung gleichsetzen könnte. In diesem Fall hätte der mit Wandheizung ausgestattete Raum nämlich als wesentlich wärmer empfunden werden müssen. Die tatsächliche anzusetzende Leistung wird irgendwo dazwischen liegen, ist für uns im Rahmen dieses Projektes aber nicht konkret greifbar geworden.

Die Berechnung der Strahlungsleistung, die von sämtlichen Körpern eines Raumes ausgeht, erfordert einen streng wissenschaftlichen Versuchsaufbau. Die Vielschichtigkeit der

Prozesse in einem Raum mit einer Strahlungsheizung ist von den Wechselwirkungen sämtlicher Oberflächen geprägt. Das Absorptionsverhalten der Raumluft stellt einen weiteren wesentlichen Faktor auf das Strahlungsverhalten einer Wand dar. Die Luft nimmt die abgestrahlte Energie durch Absorption auf und transportiert diese an die Oberflächen der Körper, wo besonders im Grenzschichtbereich Luft-Körperoberfläche die Energie durch Konvektion an den Körper abgegeben wird.

Weiterhin spielt für das menschliche Empfinden Intensität und Entfernung der Strahlungsquelle eine entscheidende Rolle und gibt letztlich den Ausschlag für die Dimensionierung eines an der thermischen Behaglichkeit ausgerichteten Heizsystems. So wird bereits von der VDI 6030 – Auslegung von freien Raumheizflächen – das Ziel wie folgt formuliert: *Mehr Behaglichkeit mit weniger Energie*. Das Bemerkenswerte an diesem Text ist, dass es sich hierbei um Vorgaben für die Auslegung von konventionellen Raumheizkörpern handelt.

Die in diesem Grundlagen-Text gemachten Aussagen gehen in die richtige Richtung, erfordern aber auch den Blick auf das Potential von Strahlungsheizungen. Der Markt beginnt dies zu erkennen; es werden bereits vorgefertigte Bauteile bei großen öffentlichen Bauvorhaben verbaut, die über die Bauteiltemperierung die Vorzüge einer Strahlungsheizung zu nutzen wissen. Umso mehr erstaunt es, dass es bis heute keine geeignete Norm der Prüfung und Auslegung gibt. Um dem Strahlungsheizungssystem einen weiteren Durchbruch in den Markt zu verschaffen, wären eine wirtschaftliche Auslegung und damit ein kostengünstiger Erwerb dieser zwingend notwendig. Dies lässt sich nur durch eine fundierte Forschung auf dem Gebiet der Strahlungsprozesse im Raum ermöglichen.

Bis dahin bleibt den Herstellern von Wandheizungssystemen nichts anderes übrig, als weiterhin auf der sicheren Seite zu bleiben und mit den Leistungsangaben nach der Prüfnorm für Deckenstrahlplatten EN 442 zu arbeiten.