

**„Untersuchung vorhandener Heizflächen wie Radiatoren,
Konvektoren und Plattenheizkörper auf ihre
Verwendbarkeit zur sommerlichen Kühlung im
Wohnungsbau“**

Untersuchung vorhandener Heizflächen für die sommerliche
Kühlung im Wohnungsbau

Forschende Stelle:

Fachhochschule Dortmund
University of Applied Sciences and Arts
Fachbereich Architektur
Emil-Figge-Str. 40
44227 Dortmund

Projektleitung:

Prof. Dipl.-Ing. Arch. Armin D. Rogall

Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. Manuel Pampuch
Dipl.-Ing. Daniel Horn

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung
gefördert. Aktenzeichen: Z6 – 10.07.03-06.15 / II 2 - 80 01 06 - 15
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

Kurzbericht

In diesem vom Bundesbauministerium geförderten Forschungsvorhaben: „**Untersuchung vorhandener Heizflächen wie Radiatoren, Konvektoren und Plattenheizkörpern auf ihre Verwendbarkeit zur sommerlichen Kühlung im Wohnungsbau**“ unter der Projektleitung von Herrn Prof. Rogall wurden vorhandene Plattenheizkörper eines Zweirohrsystems mit Kaltwasser beschickt um den sich einstellenden, realen Kühleffekt zu messen. Dabei ging es grundsätzlich um die Frage: „Kann man mit Heizkörpern temporär auch Kühlen?“ Vor dem Hintergrund des Jahrhundertsommers 2003 in dem besonders ältere und pflegebedürftige Menschen unter der enormen Hitze litten und in Paris viele Hitzeopfer zu beklagen waren, sollte geklärt werden, ob mit Kälte aktivierten Heizkörpern Überhitzungen von Räumen, wie sie durch den Klimawandel zukünftig zu erwarten sind, vermieden werden können. Im Gebäude der Fachhochschule Dortmund im Ostflügel des Fachbereiches Architektur wurde ein Heizkreislauf über das Fernkältesystem mit Kälte beschickt. In zwei Versuchsräumen und einem Referenzraum ohne Kühlung wurde das Temperatur- und Feuchteverhalten in den Sommerphasen von Juli bis September untersucht. In allen durchgeführten Messreihen stellte sich nach kurzem Betrieb der Kühlkörper (umfunktionierte Plattenheizkörper) eine Temperaturschichtung in den nach DIN EN ISO 7726 gemessenen Höhen ein. Die durchschnittliche Temperaturspreizung zwischen Knöchel- und Kopfhöhe lag bei 5 Kelvin. Dies wurde an warmen Sommertagen von allen Probanden als sehr angenehm empfunden. Besonders im unteren Bereich eines Raumes, in dem in Büros die Arbeitsplätze und in Pflegeeinrichtungen wie Krankenhäuser und Pflegeheime die Betten angeordnet sind, ist diese Temperaturschichtung von großem Nutzen. Auch an heißen Sommertagen lagen die maximalen gemessenen Raumtemperaturen in Kopfhöhe lediglich bei etwa 26 °C und somit noch am Rande des Behaglichkeitsfeldes. Anzumerken ist hierbei, dass der außen liegende Sonnenschutz nicht betätigt wurde, um eine natürliche Wärmebelastung durch die morgendliche Sonneneinstrahlung zu haben. In allen Versuchen stellte sich heraus, dass diese Wärmebelastung durch die Kühlflächen kompensiert wurde. Aus den gemessenen Werten konnte eine Kühlleistung von rund 180 Watt pro Kühlfläche (ca. 0,59 m²) ermittelt werden. Allgemein kann festgestellt werden, dass je höher die Tageshöchsttemperaturen mit direkter Sonneneinstrahlung waren, desto größer war auch die Kühlleistung des umgebauten Heizkörpers. Der sich einstellende Kühleffekt wurde zwar von allen Probanden als positiv dargestellt, jedoch konnten einige der geplanten Messungen in beiden Sommerperioden 2008 und 2009 nicht wie geplant durchgeführt werden, da eben diese Probanden durch ihr Verhalten zum Scheitern einiger der Experimente beitrugen. Auf das Verhalten der Büronutzer im Hinblick auf Lüftungsgewohnheiten konnte kein Einfluss genommen werden. Auch durch Aufklärung mit Messergebnissen, wobei gezeigt wurde, dass die Raumluft durch Lüftung über geöffnete Fenster und Türen durch die Außenluft an heißen Sommertagen aufgeheizt und befeuchtet, anstatt abgekühlt wurde, gab es kein anderes Nutzerverhalten. So wurde zwar die Nähe zu den kalten Flächen in Schreibtischnähe gesucht, aber die sich einstellende, als angenehm empfundene Temperaturschichtung wurde bei falsch betriebener Lüftung durch Turbulenzen zerstört. Die Büronutzer meinten wenn das Fenster oder die Tür geöffnet wurde sei die Luft „angenehmer und frischer“. Das sog. „Frischegefühl“ war bei allen Nutzern ausgeprägter als das Behaglichkeits-Temperaturempfinden. Auch bei Kühlbetrieb war eindeutig festzustellen, dass eine kurzzeitige Querlüftung wesentlich effektiver und energiesparender ist und besser funktioniert als eine Dauerlüftung über ein gekipptes Fenster. Bei Kippstellung egal ob mit oder ohne Kühlung fühlten sich die Nutzer wohler. Um reale Bedingungen ähnlich wie im Wohnungsbau, messen zu können, wurde der Sonnenschutz bewusst nicht betätigt um eine Aufheizung der Räume zu erzwingen. Es wurden zwei Büroräume Raum 2.05 und 2.06 in der zweiten Etage des Gebäudes ausgewählt, die nur temporär genutzt wurden. In diesen

Räumen und in einem weiteren Vergleichsraum ist eine Messdatenerfassungsanlage mit Temperatur- und Feuchtesensoren nach DIN EN ISO 7726 und auf dem Dach eine Wetterstation installiert worden. Insgesamt wurden neun Messphasen durchgeführt. In Messphase 1 wurden Vorabmessungen mit Hygro-Thermographen gemacht, die einen Überblick über das Temperatur- und Feuchteverhalten des Gebäudes gaben. Eine natürliche, sommerliche Aufheizung über die Ostfassade wurde in Messphase 2 messtechnisch in einem gekühlten (Vorlauftemperatur konstant 13 °C) und einem ungekühlten Raum festgehalten. In Messphase 3 wurde zunächst die Vorlauftemperatur des Kühlsystems auf 16 °C erhöht, um Kondensat am System zu vermeiden. Im weiteren Verlauf dieser Messphase wurde die Kühlung im Raum 2.05 wieder ausgestellt, um die natürliche Wiedererwärmung des zuvor gekühlten Raumes festzuhalten. Der Sommer 2008 zeichnete sich zwar durch eine um 1 K höhere Durchschnittstemperatur gegenüber dem Vorjahr aus, aber eine heiße Sommerperiode mit Tageshöchsttemperaturen oberhalb von 30 °C und so genannte Tropennächte, bei der die Außentemperatur nicht unter 20 °C sinkt, waren nicht zu verzeichnen. Daraufhin wurden einige der in 2008 durchgeführten Messreihen im Sommer 2009 wiederholt. Um eine heiße Sommerphase simulieren zu können, sind die Räume 2.05 und 2.06 in Messphase 4 durch Luftheritzer künstlich aufgeheizt worden. Eine Kühlung mit und ohne Ventilatorunterstützung über dem Kühlkörper erfolgte in den Versuchen der Messphase 5. Um ein Feuchteniveau analog zum Wohnungsbau, wo durch Pflanzen, Badnutzung, Kochen und dem Nutzer selbst eine höhere Luftfeuchtigkeit in Räumen entsteht, simulieren zu können, wurde in der letzten Messphase im Jahr 2008 eine Befeuchtung über einen Ultraschall-Luftbefeuchter vorgenommen. Einige Versuchsreihen wurden in Verlängerung dieses Forschungsvorhabens in der Hoffnung auf heißere Sommerperioden im Jahr 2009 wiederholt, aber nicht weiter ausgewertet, da sich keine anderen Messergebnisse bei idealeren sommerlichen Bedingungen eingestellt haben. In allen Messreihen stellte sich heraus, dass durchaus mit Heizkörpern gekühlt werden kann, wenngleich eine höhere Kühlleistung

bei höheren Temperaturdifferenzen zwischen Außen- und Innentemperatur zu erwarten ist (vgl. Sommertag 31.07.08). Nach Beginn des Kühlbetriebs stellte sich relativ schnell in allen Versuchen eine Temperaturschichtung über die Raumhöhe ein, die im unteren Bereich, wo sich der Mensch aufhält, als angenehm behaglich erwies. Es ist durchaus möglich, bei niedrigen Vorlauftemperaturen von 13 °C und weniger, bei einer Oberflächentemperatur des Heizkörpers von 15 – 16 °C, in den Bereich der feuchten Kühlung mit Tauwasseranfall zu kommen. Es hat sich herausgestellt, dass die aufgefangenen Kondensattropfen zum Teil sofort wieder verdunsteten, da die relative Feuchte in den Räumen immer sehr niedrig war. Vom 2. bis 3.07.09 konnten etwa 500 ml Kondensat pro Kühlfläche innerhalb von 24 Stunden gemessen werden. Bei den Versuchen mit künstlicher Erwärmung konnte ein absoluter Feuchteanstieg erfasst werden, der sich aus der Nutzung des Gebäudes nicht eindeutig erklären lässt. Bei dem durchgeführten Befeuchtungsversuch stellte sich heraus, dass zwischen den beiden Versuchsräumen ein Dampfausgleich und Feuchteausgleich über die leichte Trennwand stattfand. Die Ventilatorunterstützung über die Kühlfläche brachte keine signifikante Erhöhung der Kühlleistung. Dies ist durch die geringe Temperaturdifferenz zwischen der Oberflächentemperatur und der Lufttemperatur und den Wärmeübergangswiderständen an den Oberflächen zu erklären. Als Ergebnis kann gesagt werden, die vom Heizbetrieb bekannten, negativen Auswirkungen des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch werden sich bei Kühlbetrieb, wenn in Deutschland durch die Klimaveränderung immer mehr Immobilien aktiv gekühlt werden sollten, noch drastischer auswirken, da sich positiv einstellende Parameter hierbei noch sensibler auf Störgrößen reagieren. Es hat sich herausgestellt, dass ein zur Kühlung umfunktioniertes Heizsystem sich temporär auch zur Kühlung eignet, wobei die Leistung von der Größe der Heizfläche abhängt. Eine Klimaanlage kann so ein System nicht ersetzen, da die Leistung zu schwach ist. Durch den Kältebetrieb von Heizkörpern ist man durchaus in der Lage kürzere

Hitzeperioden zu überbrücken. Bei Bereitstellung von Kälte wie zum Beispiel durch umweltfreundliche Wärmepumpensysteme, solarer Kälteanlagen oder Fernkälte kann ein behaglicheres Raumklima geschaffen werden, dass gerade im Aufenthaltsbereich im unteren Bereich der Räume und in der Nähe der kalten Flächen als besonders angenehm empfunden wird und alte und pflegebedürftige Menschen nicht mehr gesundheitsgefährdet sind. Die in den Hinweisen für Pflegekräfte, Heimleitungen und Hausärzte 2004 herausgebrachten Leitfaden: "Gesundheitsrisiken bei Sommerhitze für ältere und pflegebedürftige Menschen vom Landesgesundheitsamt Baden- Württemberg herausgegebener Vorschlag „feuchte Tücher in den Räumen“ aufzuhängen ist keine gute Lösung, da der Kühleffekt gering und die als sehr unangenehm und belastende relative Feuchte erhöht wird. Bei dem Betrieb der Heizanlage zur aktiven Kühlung kann es unterhalb von 16 °C zu Kondensationsbildung kommen, die durch Taupunktwärter vermieden werden könnte. Normalerweise sind alle Rohrleitungen und Heizflächen gut beschichtet oder aus nicht rostenden Materialien, so dass es nicht zu Korrosionsschäden kommen kann. In unseren Versuchen rosteten die nicht gestrichenen Stellen der Rückseiten der Heizungsrohre. Innerhalb der Trennwände, an den Armaturen und an den Heizflächen konnten keine Roststellen verzeichnet werden. Auch an den Deckendurchbrüchen, wo keine Rohrdämmung vorhanden war haben sich ebenfalls keine Roststellen gezeigt. Es wird empfohlen wenn die Heizleitungen nicht gedämmt sind, diese mit einer dampfdichten Isolierung, wie es sie für Kälteleitungen gibt, zu versehen. Um die Leistung und den Kühleffekt zu vergrößern könnten Wasser durchspülte, mobile Kühlkörper mit großer Oberfläche über flexible Schläuche an der Heizfläche zusätzlich angeschlossen werden.