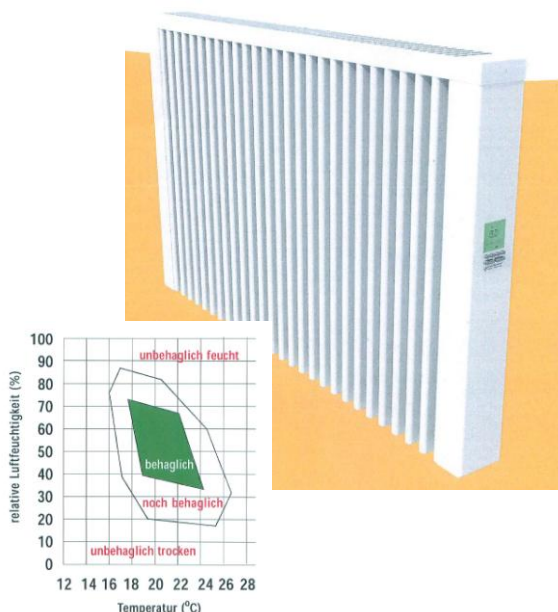




Dipl.-Ing. Peter vom Ort
SACHVERSTÄNDIGER



Technischer Prüfbericht -2016/TP-020-

Thema: *Eignungsprüfung des Heizkörpersystems*
“Aeroflow -Infrarot- und Speicherheizung-“

Anwendungsfall: *Sanierung und Neubau von Wohngebäuden mit Heizenergie Strom*

Auftraggeber: VKM Ingenieursozietät GmbH
Ramsdorfer Postweg 40
46325 Borken

*für das Produkt **Aeroflow-Heizkörper**
Hersteller **Thermotec AG**
Arnsdorf 26
02894 Vierkirchen*

**Sachverständige
Prüfer:**

- **Erstprüfer:** *Herr Dipl.-Ing. Peter vom Ort
(SV für Schäden an Gebäuden und
Gebäudeinstandsetzung (TÜV))*
- **Zweitprüfer:** *Herr B. Eng. Timo Michallik
(Sachkundiger für Schimmel-
sanierung (TÜV))*

Textseiten: Seite 1 bis 14

Gutachten-Nr.: 2016/TP-020

Abb. u. Tab.: Nr. 1 bis 4

Datum des Berichtes: 28.09.2016



INHALTSVERZEICHNIS

- 1.0 Einleitung**

- 2.0 Aufgabenstellung und Zielsetzung**

- 3.0 Prüfungs- und Beurteilungspunkte**
 - 3.1** Größe der Heizfläche im Vergleich zur Wärmeleistung

 - 3.2** Aufheizzeiten und Regelung

 - 3.3** Beurteilung der Behaglichkeit
 - 3.3.1 Raumlufttemperatur
 - 3.3.2 Wandoberflächentemperatur
 - 3.3.3 relative Luftfeuchtigkeit
 - 3.3.4 Schimmelpilzverhinderung

 - 3.4** Wirtschaftlichkeit und Amortisation
 - 3.4.1 Investitionskosten
 - 3.4.2 Betriebskosten

- 4.0 Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse**

- 5.0 Regelwerke und Literaturquellen**



1.0 Einleitung

Im Rahmen einer gewöhnlichen Sanierungsmaßnahme von Bestands-Wohngebäuden war zu prüfen, welche alternativen Möglichkeiten bei der Auswahl von Heizkörpersystemen zur Zeit auf dem Markt zur Verfügung stehen.

Anlass war die Renovierung eines Mehrfamilienwohnhauses mit 6 Wohneinheiten im Kreis 46325 Borken.

Nachdem sich die Objekteigentümer bereits im Vorfeld auf die marktgängigen sogen. Infrarotheizkörpersysteme verständigt hatten, sollte der Markt alternativ auf gleich- oder höherwertigere Heizflächen untersucht werden mit einer anschließenden Beurteilung auf gesamtheitliche Vor- und Nachteile gegenüber ausschließlichen Infrarotsystemen.

Recherchen im Internet sowie in einschlägiger Fachliteratur haben gezeigt, dass zur Zeit ein vergleichswürdiges Produkt des Herstellers Thermotec AG zur Verfügung steht, welches den sogen. **Aeroflow-Heizkörper** anbietet.

Dieser formal gestaltete Flachheizkörper, der seine Heizleistung aus Infrarotstrahlung und schamottierter Speicherleistung abgibt, war Untersuchungsgegenstand dieses Prüfberichtes.

2.0 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die definierte Aufgabenstellung der Prüfung des Aeroflow-Heizkörpersystems wurde schwerpunktmäßig auf die Themen Heizkörpergröße im Verhältnis zur Wärmeleistung sowie auf die Behaglichkeitsfaktoren der Nutzung untersucht, welche letztendlich bei angemessenen Betriebskosten die spätere entscheidende Zufriedenheit oder Unzufriedenheit des Endkunden als Nutzer ausmachen.

Die Zielsetzung der Prüfparameter war die Erstellung einer Entscheidungshilfe zur Auswahl von Heizkörpersystemen für den aktuellen Anwendungsfall.



3.0 Prüfungs- und Beurteilungspunkte

3.1 Größe der Heizfläche im Vergleich zur Wärmeleistung

Die üblichen Wohnungsgrößen der zur Zeit und auch mittelfristig durchgeführten Wohnraumsanierungen liegen statistisch zwischen 50 und 90 m² Nettoraumfläche, sodass der freie Raum zur Aufstellung der Heizkörper durchaus begrenzt ist.

Zudem werden Wohnobjekte teilweise nur in sogen. energetischen Einzelmaßnahmen saniert, was auch nach Durchführung der Sanierung im Vergleich zu Neubauten noch merklich höhere Heizlasten bedingt, als die EnEV sie zulässt.

Aus diesem Grund ist es die Aufgabe des Sanierungsplaners, möglichst kleine Heizflächen mit großer Leistung zu projektieren, damit die verfügbaren Platzverhältnisse so wenig wie möglich in Anspruch genommen werden bzw. eine effektive Ausnutzung der Raumressourcen erfolgt.

Zur Veranschaulichung und Prüfung dieser umzusetzenden Vorgabe wurde der Platzbedarf von Heizkörpern in einer zu sanierenden Wohnung von 87 m² Wohnfläche untersucht, sodass die Heizfläche von ausschließlichen Infrarotheizkörpern sowie die Heizfläche von Aeroflow-Heizkörpern gegenübergestellt wurden.

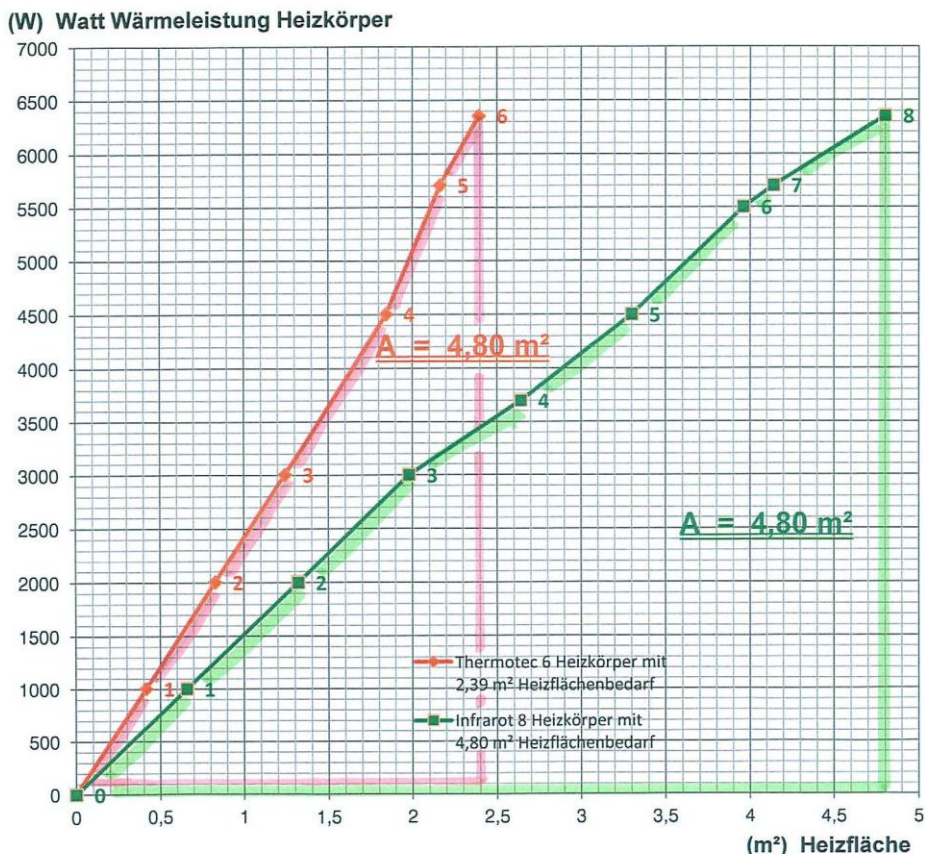
Das Ergebnis ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Wohnung mit 2 Kinderzimmern Größe ca. 87 m²

- mittlerer energetischer Standard
- Heizlast 4.880 W insgesamt 56 W/m² (Transmission A Flächen)
- 6 beheizte Zimmer

• Heizflächen Thermotec Aeroflow:						
Menge in Stck.:	Typ:	Leistung in W:	Thermotec 6 Heizkörper mit 2,39 m ² Heizflächenbedarf	Berechnung der Heizfläche:	Heizfläche in m ²	
			summierte Leistung			
1	Compact	1000	1000	0,68 x 0,61	0,4148	
2	Compact	1000	2000	0,68 x 0,62	0,8296	
3	Compact	1000	3000	0,68 x 0,63	1,2444	
1	Midi	1500	4500	0,98 x 0,61	1,8444	
1	Slim	1200	5700	0,98 x 0,325	2,1634	
1	Mini	650	6350	0,38 x 0,61	2,3934	
		Σ	6350 W		A =	2,39 m ²

• Heizflächen Infrarot:						
Menge in Stck.:	Typ:	Leistung in W:	Infrarot 8 Heizkörper mit 4,80 m ² Heizflächenbedarf	Berechnung der Heizfläche:	Heizfläche in m ²	
			summierte Leistung			
1	Compact	1000	1000	0,60 x 1,1	0,66	
2	Compact	1000	2000	0,60 x 1,1	1,32	
3	Compact	1000	3000	0,60 x 1,1	1,98	
1	Midi	700	3700	0,98 x 0,61	2,64	
1	Slim	800	4500	0,98 x 0,325	3,3	
1	Mini	1000	5500	0,38 x 0,61	3,96	
1	Slim	200	5700	0,98 x 0,325	4,14	
1	Mini	650	6350	0,38 x 0,61	4,8	
		Σ	6350 W		A =	4,80 m ²



Die erforderliche Wärmeleistung konnte mit Infrarotheizkörpern mit 8 Heizkörpereinheiten mit insgesamt **4,80 m²** Heizfläche sichergestellt werden.

Hingegen mussten zur Aufwendung der gleichen Heizleistung nur 6 Aeroflow-Heizkörper mit einem Platzbedarf von **2,39 m²** Heizkörperfläche geplant werden.

Das Ergebnis entspricht einer spezifischen Wärmeleistung von **2.656 W/m²** bei dem Aeroflow-Heizkörpersystem, hingegen im Mittel die Fläche von einem Quadratmeter eines Infrarotheizkörpers im Vergleich nur **1.320 W/m²** Wärmeleistung abgibt.

Im Leistungsvergleich liegt Aeroflow bei gleicher Wärmeleistung nur bei der halben geometrischen Baugröße, was gleichermaßen im Umkehrschluss heißt, dass das Aeroflowsystem bei gleicher Baugröße eine doppelt so große Leistung aufbringt.

3.2 Aufheizzeiten und Regelung

Die Aufheizzeiten von Räumlichkeiten sind von unterschiedlichen Randparametern abhängig, sodass die vorliegende Untersuchung auf die Aufheizzeit des Heizkörpersystems im Hinblick auf Raumlufttemperatur und Wandoberflächentemperatur reduziert wurde, weil dies die entscheidenden Eingangsvoraussetzungen für die Beurteilung der Behaglichkeit sind und letztendlich das Wohlbefinden des Nutzers wesentlich beeinflussen.



Der physikalische Unterschied in den Heizkörpersystemen "Aeroflow" sowie "reiner Infrarotheizkörper" liegt in der Bauweise. Der Aeroflow-Heizkörper erbringt seine Wärmeleistung durch einen Infrarot-Strahlungsanteil sowie durch einen Konvektionsanteil, der eine Raumlufthalze in Bewegung setzt. Zusätzlich ist im Heizkörper eine Teil-Schamottierung vorhanden, sodass auch der Effekt einer Speicherheizung umgesetzt wird.

Im Gegensatz hierzu erbringt der Infrarotheizkörper seine Heizleistung ausschließlich auf Basis seiner Strahlungswärmeabgabe, sodass der Konvektionsanteil kaum merklich vorhanden ist und bauartbedingt auch keine Speichermöglichkeit aufgrund der einfachen Blechkonstruktion mit innenliegender Dämmung gegeben ist.

Aufgrund der vorbeschriebenen Bauweise ist es dem Aeroflow-Heizkörpersystem möglich, in kürzester Zeit die Raumlufthalze über die Konvektionswärmeleistung auf Normtemperatur zu bringen. Im weiteren Verlauf wird dann durch den Strahlungsanteil des Heizkörpers sowie durch die bereits erwärmte Raumlufthalze die Wandoberflächentemperatur wärmetechnisch nachgezogen bzw. nacherwärmt.

Der Infrarotstrahler erwärmt in der Aufheizphase die Raumlufthalze nicht nennenswert, da vorrangig über die Infrarotstrahlung die Raummasse d.h. die Wände aufgeheizt werden. Die Umschließungsflächen bestehen aus schweren mineralischen Baustoffen und verhalten sich in der Aufheizzeit äußerst träge und zeitversetzt, was wiederum zu einer sekundären Aufheizung der Raumlufthalze führt, sodann sich die Wandoberflächentemperaturen merklich erwärmt haben.

Das Aeroflowsystem nutzt zusätzlich die Wärmespeicherung einer eingebauten Schamottierung, was zu kürzeren thermostatischen Schaltdifferenzen führt aufgrund der Restwärmeausnutzung der erwärmten Speichermasse.

Im Gegensatz hierzu kühlt der Infrarotstrahler aufgrund seiner einfachen Blechkonstruktion nach jedem Abschaltvorgang vollständig bis auf Raumtemperatur zurück, sodass er bei thermostatischer Temperaturanforderung jeweils vollständig auf Betriebstemperatur aufheizen muss, ohne eine Speicherkapazität nutzen zu können.

3.3 Beurteilung der Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit ist im europäischen Regelwerk definiert als das Gefühl, dass Zufriedenheit mit dem Umgebungsklima ausdrückt **(DIN EN ISO 7730)**.

Die Einflussgrößen, die die thermische Behaglichkeit bestimmen, sind äußerst vielfältig und werden nach dem Regelwerk in primäre und dominierende Faktoren, in zusätzliche Faktoren sowie in sekundäre und vermutete Faktoren eingeteilt.



Zur Untersuchung des vorliegenden Heizkörpersystems werden nur die wesentlichen Einflussparameter

- Lufttemperatur
- Umschließungsflächentemperatur
- relative Luftfeuchtigkeit
sowie
- Schimmelpilzverhinderung

in ihren Einflussgrößen der thermischen Behaglichkeit untersucht.

3.3.1 Raumlufttemperatur

Die Raumlufttemperatur stellt die wichtigste Größe für die Behaglichkeit dar. Erst ab einer Normtemperatur von **+ 20°C**, bedarfsweise je nach Raumanordnung auch bereits ab + 18°C, kann sich überhaupt eine Behaglichkeit einstellen; unabhängig davon, wie schnell sich die Wandoberflächentemperatur aufheizt bzw. wieviel Kelvin sie noch hinter der Raumtemperatur zurückliegt.

=> **Fazit: Priorität 1 des Heizkörpers ist die schnelle Aufheizung der Raumluft.**

3.3.2 Wandoberflächentemperatur

Die Behaglichkeit und damit die empfundene Temperatur ist im weiteren Verlauf von der mittleren umgebenden Wandoberflächentemperatur (Umschließungsflächentemperatur) abhängig.

Nur für den Fall, dass die Wandoberflächentemperatur auf ein angemessenes Temperaturniveau angehoben werden kann, fühlt sich der Nutzer in dem beheizten Wohnraum auch behaglich. Zur Beurteilung dieses Kriteriums wird davon ausgegangen, dass bei einem Gebäudetyp mittlerer energetischer Qualität eine Temperaturdifferenz zwischen Raumtemperatur und Wandoberflächentemperatur von ≤ 4 Kelvin angenommen werden kann.

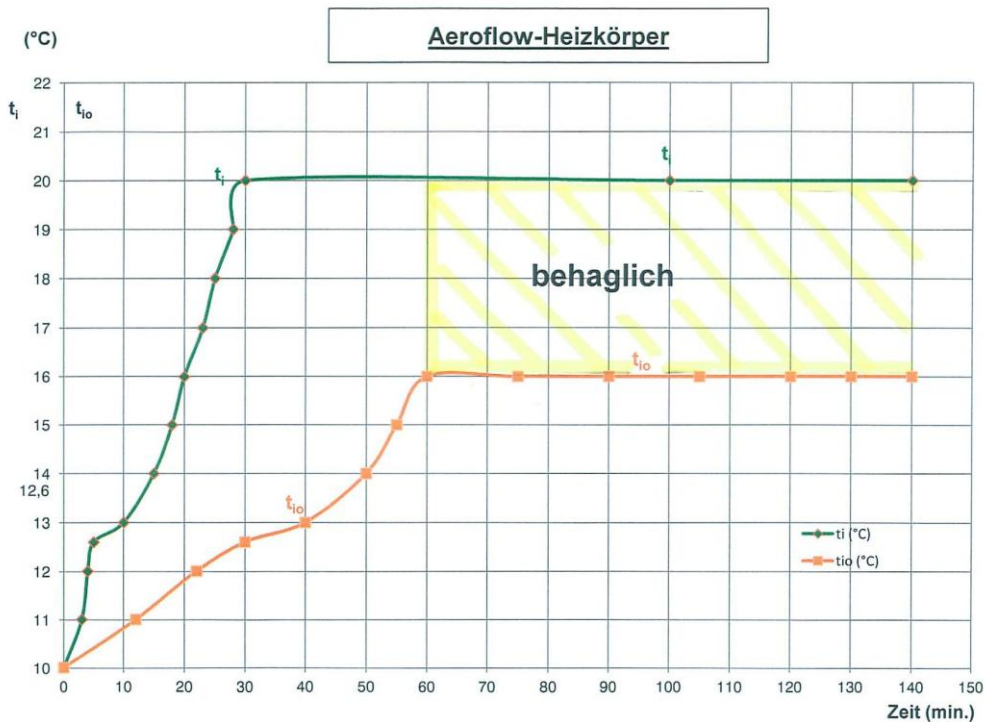
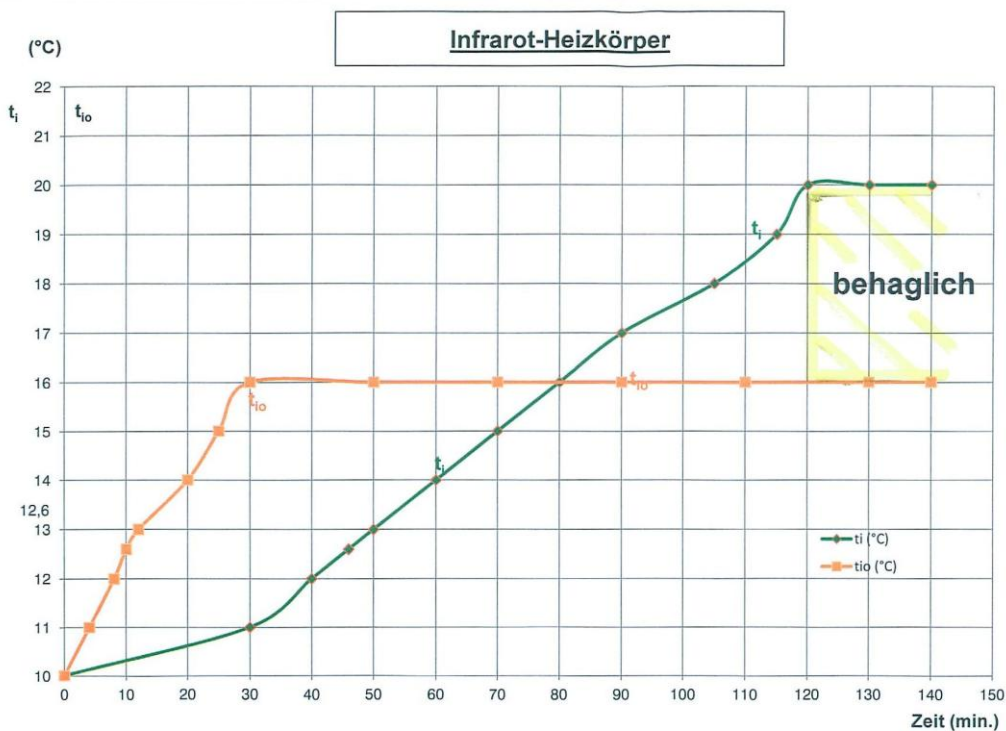
=> **Fazit: Die Priorität 2 des Heizkörpersystems ist die Anhebung der Umschließungsflächentemperatur auf das energetisch mögliche Temperaturniveau.**

Unter Betrachtung dieser beiden Hauptaufgaben des Heizkörpersystems wird bei einem Referenzraum die Behaglichkeit mit einem Aeroflow-Heizkörper bereits nach 60 min. erzielt, hingegen der klassische Infrarot-Heizkörper die Behaglichkeitszone erst nach 105 min. erreicht.

Der Prüfer ist davon ausgegangen, dass der Referenzraum von +10°C Raumlufttemperatur auf die Normtemperatur von +20°C beheizt werden muss und die mittlere Umschließungsflächentemperatur ebenfalls von +10°C auf die energetisch maximal mögliche mittlere Wandoberflächentemperatur von +16°C angehoben werden soll.



Die Ergebnisse sind den nachfolgenden Diagrammen zu entnehmen.





3.3.3 relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit hat als dritte physikalische Größe einen wesentlichen Einfluss auf die Behaglichkeit.

Die Grenzen für eine angenehme Empfindung der Feuchtigkeit liegen zwischen **ca. 35 %** und **70 %**. Alles darunter und darüber wird aus durchschnittlicher Empfindungssicht als unbehaglich angesehen.

Nach dem physikalischen Grundprinzip kann wärmere Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kältere, sodass mit der Aufheizung der Lufttemperatur eines Raumes auch die Entfeuchtung d.h. die Herabsenkung der relativen Luftfeuchtigkeit einhergeht.

=> **Fazit:** **Priorität 3 Senkung der relativen Luftfeuchtigkeit von kalten aufzuheizenden Räumen durch Anhebung der Lufttemperatur.**

3.3.4 Schimmelpilzverhinderung

Das sogen. Schimmelpilzkriterium ist in dem Regelwerk der allgemein anerkannten Regeln der Technik DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau definiert und geregelt.

Zusammenfassend werden dort merkliche Risiken für Schimmelwachstum ausgewiesen, die dann entstehen, wenn:

- die Umschließungsflächentemperatur an der kältesten Stelle $\leq 12,6^{\circ}\text{C}$ ist
sowie
- wenn eine relative Luftfeuchtigkeit $\geq 80\%$ erreicht wird
sowie
- der sogen. f_{RSi} -Faktor $\leq 0,7$ berechnungstechnisch resultiert.

Der f_{RSi} Faktor ist von der Wandoberflächentemperatur sowie von der Raumluft- und Außenlufttemperatur abhängig und berechnet sich nach der Formel:

$$f_{RSi} = \frac{t_{i0} - t_a}{t_i - t_a}$$



Das **Aeroflow**-Heizkörpersystem erwärmt die Wandoberflächentemperatur in 30 Minuten. auf $\geq 12,6^{\circ}\text{C}$, hingegen schafft dieses der Infrarotheizkörper in einer kürzeren Zeit von nur 10 Minuten.

Die Dauer der Aufheizzeit ist jedoch aufgrund der einmaligen Anheizphase eines zu beheizenden Raumes für die Beeinflussung des Schimmelpilzkriteriums unerheblich, da die sich die theoretisch im Normzustand einstellende mittlere Umschließungsflächentemperatur von der energetischen Gebäudehülle beeinflusst wird, nicht aber vom Heizkörpersystem. Die kürzere Aufheizzeit führt daher nicht zu merklichen Vorteilen in der Schimmelpilzverhinderung, sodass die untersuchten Systeme im Hinblick auf die Schimmelpilzverhinderung als gleichwertig angesehen werden können.

3.4 Wirtschaftlichkeit und Amortisation

3.4.1 Investitionskosten

Zur Beurteilung der Investitionskosten wurden markt- und ortsübliche Ankaufkosten im Einzugsgebiet des Sanierungsobjektes beigezogen mit dem Ergebnis, dass für die Ausstattung einer 87 m² großen Wohnung ausschließlich für die Heizkörpereinheiten folgende Geldausgaben einschl. Umsatzsteuer zu tätigen sind.

- Aeroflow-Heizkörper 2.364,00 € (\triangleq 100,0 %)
- Infrarot-Heizkörper 3.487,00 € (\triangleq 147,5 %)

Aus dem Kostenvergleich ist abzuleiten, dass die Systemheizkörper des Fabrikats **Aeroflow** einen Preisvorteil von 47,5 % bezogen auf Infrarotheizkörper mit gleichen Leistungsdaten aufweisen.

Dem vorgenannten Kostenvergleich liegen Heizkörperleistungen von 6 Stück Aeroflow-Heizkörpern mit insgesamt 6.350 Watt zugrunde gegenüber 8 Stück Infrarotstrahlern mit einer Gesamtleistung von ebenfalls 6.350 Watt.

3.4.2 Betriebskosten

Die Betriebskosten können nur im Langzeitverhalten unter Auswertung entsprechender Verbrauchsmengen beurteilt werden. Derartige Unterlagen liegen für beide Systeme nicht vor, sodass auf Basis physikalischer Zusammenhänge Grundsatzanmerkungen wie folgt zu machen sind.



- Durch eine Temperaturabsenkung der eingesetzten Energiequelle wird in jedem Fall eine Energieersparnis erreicht, was heutzutage regelmäßig mit Niedertemperaturheizungen sowohl von der Heizquelle als auch von der Heizfläche praktiziert wird. Die Energieersparnis ist proportional zur erreichten Temperaturabsenkung und ihrer Zeitdauer, was zur Folge hat, dass dem Grunde nach Heizsysteme mit niedrigen Temperaturen bei einem vergleichbaren Wirkungsgrad der Systeme weniger Primärenergie (Strom) verbrauchen.
- Die **Infrarot**heizkörpersysteme arbeiten mit Oberflächentemperaturen bis über **90°C**, hingegen basiert die Konstruktion des **Aeroflow**-Heizkörpersystems auf einer maximalen Oberflächentemperatur des Heizkörpers bis zu **60°C**, was einem deutlich geringeren Einstandstemperaturniveau entspricht.
- Gleichermaßen sind die Betriebskosten von der Speicherfähigkeit zur Ausnutzung der Spitzentemperaturen abhängig, die in Wasserheizungen bspw. über Umwälzpumpen genutzt werden.

Das auf ein höheres Niveau beheizte Vorlauf-bzw. Heizungswasser wird solange durch die Heizungsrohre und damit auch durch die Heizkörper gepumpt, bis durch Wärmeabgabe an den Raum und Abfall der Vorlauftemperatur die regelungstechnisch eingestellte Schaltdifferenz zum Nachheizen erreicht ist.

Es wird das aufgeheizte Speichervolumen des Wassers genutzt, was sich das **Aeroflow**system auf ähnliche Weise zu nutzen macht.

- Hier übernimmt die eingebaute Schamottierung die Funktion eines Restwärmespeichers, der jeweils in der Aufheizphase von Temperaturüberkapazitäten erwärmt wird und durch Aufzehrung der Restwärme zur Energieersparnis beiträgt.

Die Betriebskosten des **Aeroflow**systems liegen damit aus bauphysikalischer Sicht deutlich niedriger, als bei hoch temperierten **Infrarot**heizkörpern ohne Speichersystem.



4.0 Zusammenfassung Prüfungsergebnisse

- Zur Beurteilung des Einsatzes von Heizkörpersystemen bei Sanierungen unter Verwendung der Heizquelle "Strom" wurden die beiden Heizsysteme **Aeroflow**- und **Infrarot**-Heizkörper untersucht sowie leistungstechnisch und wirtschaftlich gegenübergestellt.
- Nach den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen ist festzustellen, dass das **Aeroflow**system bzgl. der Größe der Heizkörperflächen die doppelte Wärmeleistung gegenüber herkömmlichen **Infrarot**strahlern aufweist.
- Damit bietet sich das System platzsparend im Sanierungsbereich von Wohnungen an, da nur geringe Baugrößen erforderlich sind.
- Die Aufheizzeiten des **Aeroflow**systems sind bauartbedingt durch die Konstruktion des Heizkörpers nur halb so lang wie bei klassischen **Infrarot**strahlern, da das System **Aeroflow** die Wärmeleistung aus einem Anteil von Infrarotstrahlung und aus einem Anteil von Konvektionswärme umsetzt.
- Die Zone der Behaglichkeit wird durch das **Aeroflow**system merklich früher erreicht, sodass in der Übergangszeit von auf- und absteigenden Heizperioden das Komfortempfinden für den Nutzer nachhaltiger und angenehmer ist.
- Das Heizkörpersystem **Aeroflow** trägt zudem zur Verhinderung des Schimmelpilzkriteriums bei, da die Wärmeleistung neben der Konvektion aus einem wesentlichen Anteil aus Infrarotstrahlung besteht, sodass gleichermaßen wie bei klassischen **Infrarot**heizkörpern die massiven Bauteile relativ schnell aufgeheizt werden. Hier sind beide Systeme als gleichwertig zu betrachten.

Bei der Wirtschaftlichkeit hat der **Aeroflow**-Heizkörper wesentliche Vorteile, da er bei der Investition um ca. 48 % geringere Investitionskosten der Heizflächen ausmacht und im Betrieb mit geringeren Oberflächentemperaturen auskommt. Im Vergleich zum klassischen **Infrarot**heizkörper stellen sich auf der Oberfläche des **Aeroflow**systems maximale Temperaturen von 60°C bei, hingegen bei Oberflächentemperaturen auf reinen Infrarotheizkörpern bis über 90°C erreicht werden.

- Die vorliegenden Untersuchungsparameter haben in allen Punkten deutliche Vorteile des **Aeroflow**systems nachgewiesen, sodass aufgrund der technischen und wirtschaftlichen Beurteilung der zugrundeliegende Sanierungsfall der Mehrfamilienhäuser mit dem Produkt der Therrmotec AG durchgeführt worden ist.



5.0 Regelwerke und Literaturquellen

Regelwerke:

5.1	DIN EN ISO 7730	Thermische Behaglichkeit
5.2	DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
5.3	DIN EN 12831	Heizsysteme in Gebäuden; Heizlast
5.4	EnEV 2016	Energieeinsparverordnung

Literaturquellen:

5.5	Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.	FGK Status Report 17 Bewertung des Innenraumklimas
5.6	Bernhard Remmers Akademie	Gebäudeinstandsetzung Ausgabe 2012 Prof. H. Weber u.a.
5.7	Patentwerk GmbH Essen (2010)	Untersuchungen zur Aufheizphase eines Raumes



Erklärung:

- Ich versichere, dieses Gutachten unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen sowie selbständig und ohne maßgebliche Mitwirkung Dritter erstellt zu haben; ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse und ohne eigenes Interesse am Ergebnis.
- Etwaige im Gutachten enthaltene rechtliche Ausführungen dienen ausdrücklich nur dem Verständnis technischer Zusammenhänge und bleiben von der rechtlichen Bewertung in vollem Umfang ausdrücklich und ausnahmslos den Rechtsvertretungen vorbehalten.
- Verwendete Maßdaten und tabellarische Darstellungen wurden seitens der Prüfer erstellt. Alle Ergebnisse unterliegen eigenen Untersuchungen. Die Prüfdarstellung erfolgt im Rahmen der Projektarbeit "Heiden" und ist ausdrücklich nicht unter Beauftragung Dritter entstanden.

Borken, den 28.09.2016

Dipl.-Ing. Peter vom Ort
(Sachverständiger)