

# Wärmepumpe + Infrarotheizung im Gebäudebestand

### Eine Infrarotheizung als Spitzenlastsystem für Wärmepumpensysteme

Die Energiewende, und hier speziell die Wärmewende, hat die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes zum Ziel. Öl- und Gasheizung sollen als Heizsysteme vorrangig durch Wärmepumpensysteme und Versorgungssysteme auf Basis von Fern- und Nahwärme abgelöst werden. Das hat Auswirkungen auf die Wärmeübertragungsflächen in Bestandsgebäuden. Denn sie reichen oft nicht aus, den Wärmebedarf des Raumes zu decken. Zusätzliche Infrarotheizflächen können dieses Defizit decken.

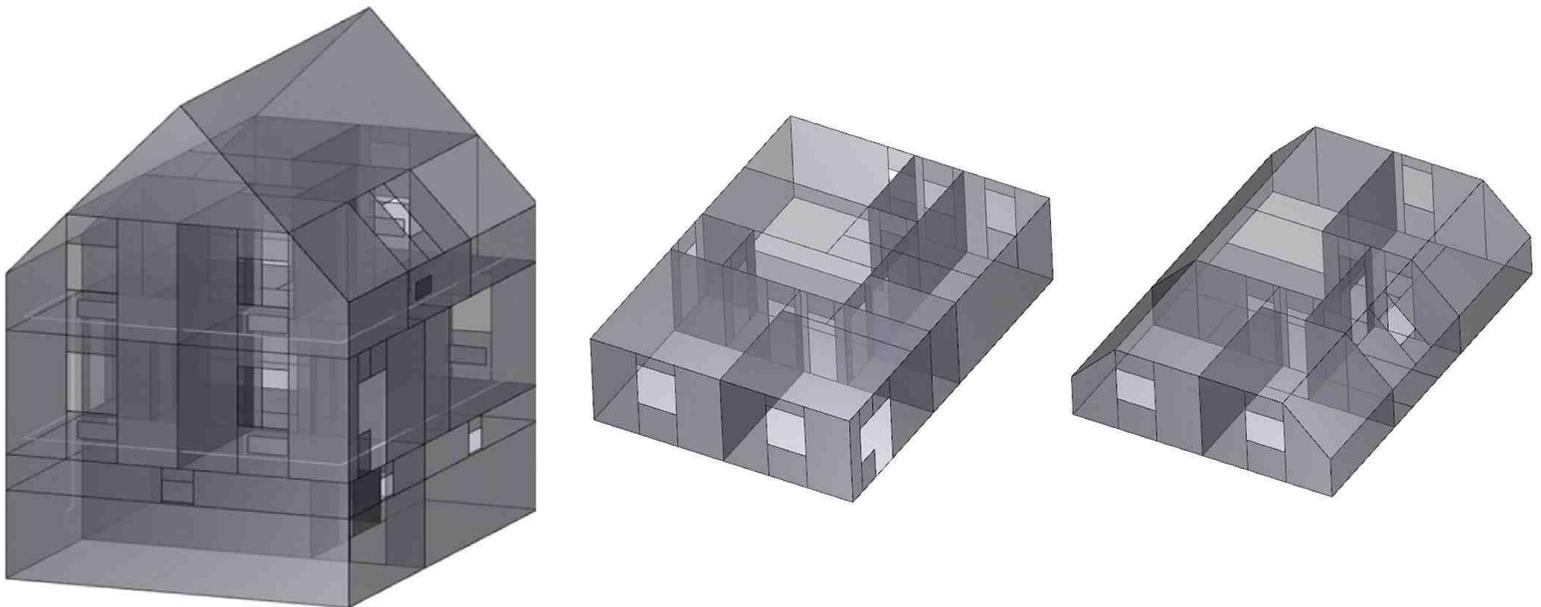


Bild 1: Statistisches Einfamilienhaus für die Analysen (Gesamtansicht/Erdgeschoss/Dachgeschoss)

Tabelle 1: Ergebnisse der numerischen Analysen nur NT-Kessel (Basisvariante).

Wärmeerzeuger	Wärmeübergabe	Normtemperatur- paarung unter Auslegungs- bedingungen ( $\vartheta_v/\vartheta_R$ )	Betriebsweise	Energiekennwerte	
				$Q_{\text{Nutz, FH}}$ [kWh]	$Q_{\text{End}}$ [kWh]
NT-Kessel	Heizkörper	70/55°C	intermittierend, Anheizzeit 3 h	14608	15152
		70/55°C	durchgehend	17633	18231

$Q_{\text{Nutz, FH}}$ : Nutzenergie (bezogen auf freie Heizflächen)

$Q_{\text{End, (FH+IR)}}$ : Endenergie (Summe aus freien Heizflächen und Infrarotheizung)

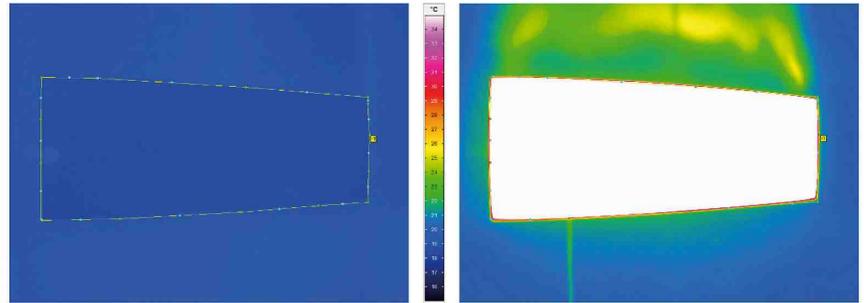
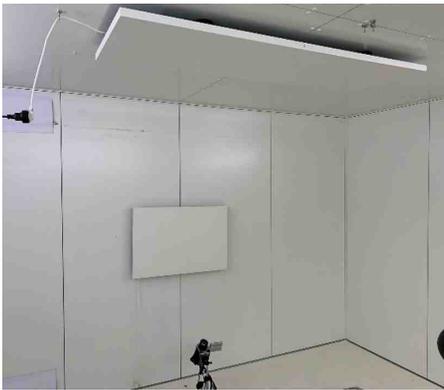


Bild 2: Links: Orientierungssituationen von IR-Strahlungsheizung im Combined Energy Lab der TU Dresden; Mitte und rechts: Thermographiemessungen bei unterschiedlichen Betriebszuständen.

Wärmepumpensysteme arbeiten umso effizienter, je näher die Quellen- und die Senktemperatur zueinander liegen. Im heizungstechnischen Kontext bedeutet dies, möglichst niedrige Systemtemperaturen zu fahren. Bei Bestandsgebäuden sind niedrige Systemtemperaturen nicht immer realisierbar, da reduzierte Temperaturen eine geringere Leistung des wärmeübertragenden Systems im Raum bedeuten, was zu einer Beeinträchtigung der wärme-physiologischen Verhältnisse führen wür-

de. In einer von der TU Dresden zusammen mit der Interessengemeinschaft (IG) Infrarot Deutschland e.V. durchgeführten technischen Studie [1] wird dieses Themengebiet aufgegriffen und analysiert, ob ein Wärmepumpensystem ergänzt durch eine Infrarotheizung als Spitzenlastsystem zu behaglichen Zuständen im Raum während der Nutzungsphase führen kann, ohne dass die freien Heizflächen ausgetauscht

werden. Hierzu wurde an einem Modellgebäude (Bild 1) zunächst ausgehend von einem Heizsystem mit Gas-Nieder- temperaturgerät mit einer Auslegung auf  $\vartheta_v=70/\vartheta_R=55/\vartheta_i=20\text{ °C}$  die Systemtemperatur abgesenkt und die fehlende Heizleistung durch raumweise installierte Infrarotheizsysteme ergänzt. In einem zweiten Schritt erfolgte der Austausch der Wärmeerzeugung durch eine Wärmepumpe inklusive eines Pufferspeichers mit einer Größe von  $V = 200\text{ l}$ .



# Just how you like it.

**DAIKIN ALTHERMA 3 R MT**  
**DIE NEUE WÄRMEPUMPE**

### Die Kältemittel-Split-Wärmepumpe

- für Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung
- keine Frostgefahr im Außen- gerät und an den Leitungen
- hohe Effizienz bis zu A+++
- für Neubau und Sanierung
- Smart Grid Ready Funktion
- bis zu 5 Jahre Garantie

Heizen  
Kühlen  
Saubere Luft  
[www.daikin.at](http://www.daikin.at)



Produkt  
**Neuheit**

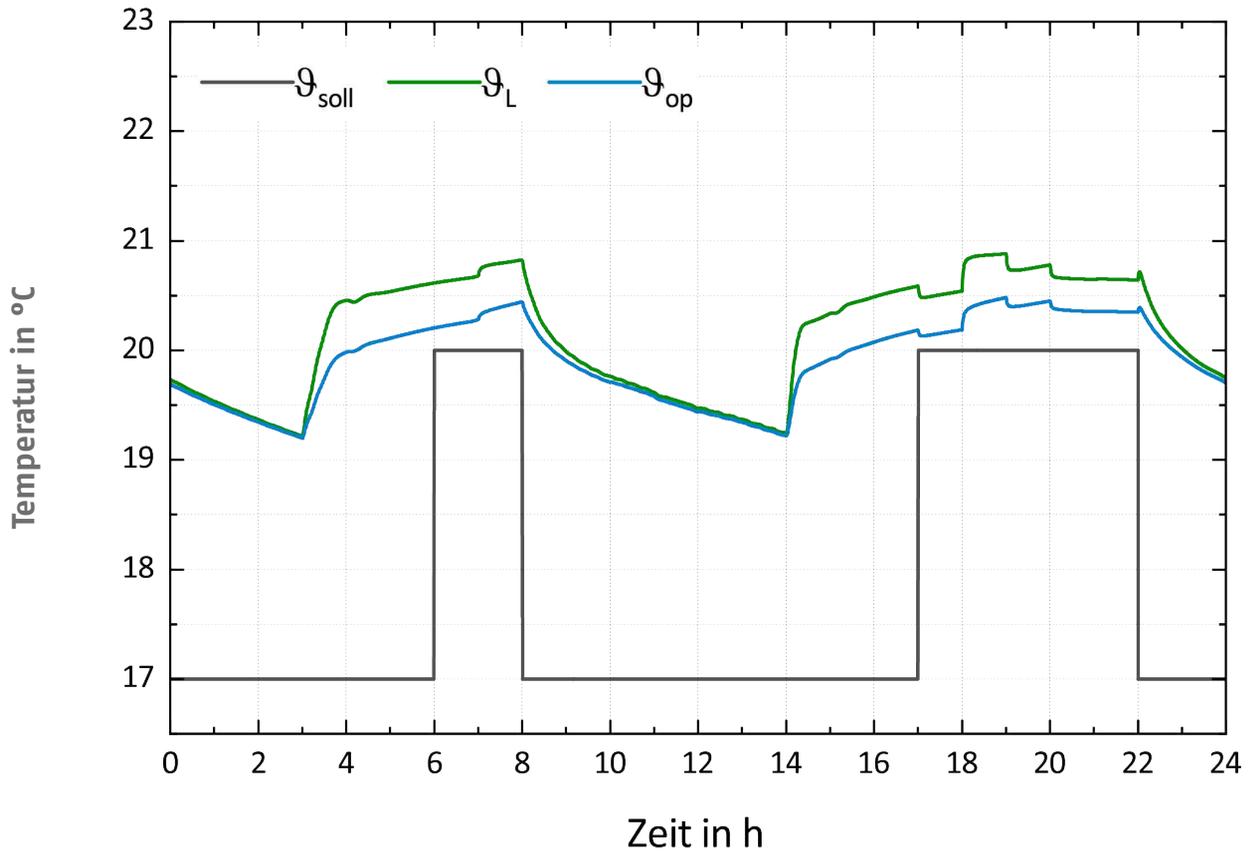


Bild 3: Temperaturen in einem repräsentativen Raum – NT-System ( $v_{\text{R}} = 70/55^{\circ}\text{C}$ ), intermittierender Betrieb.

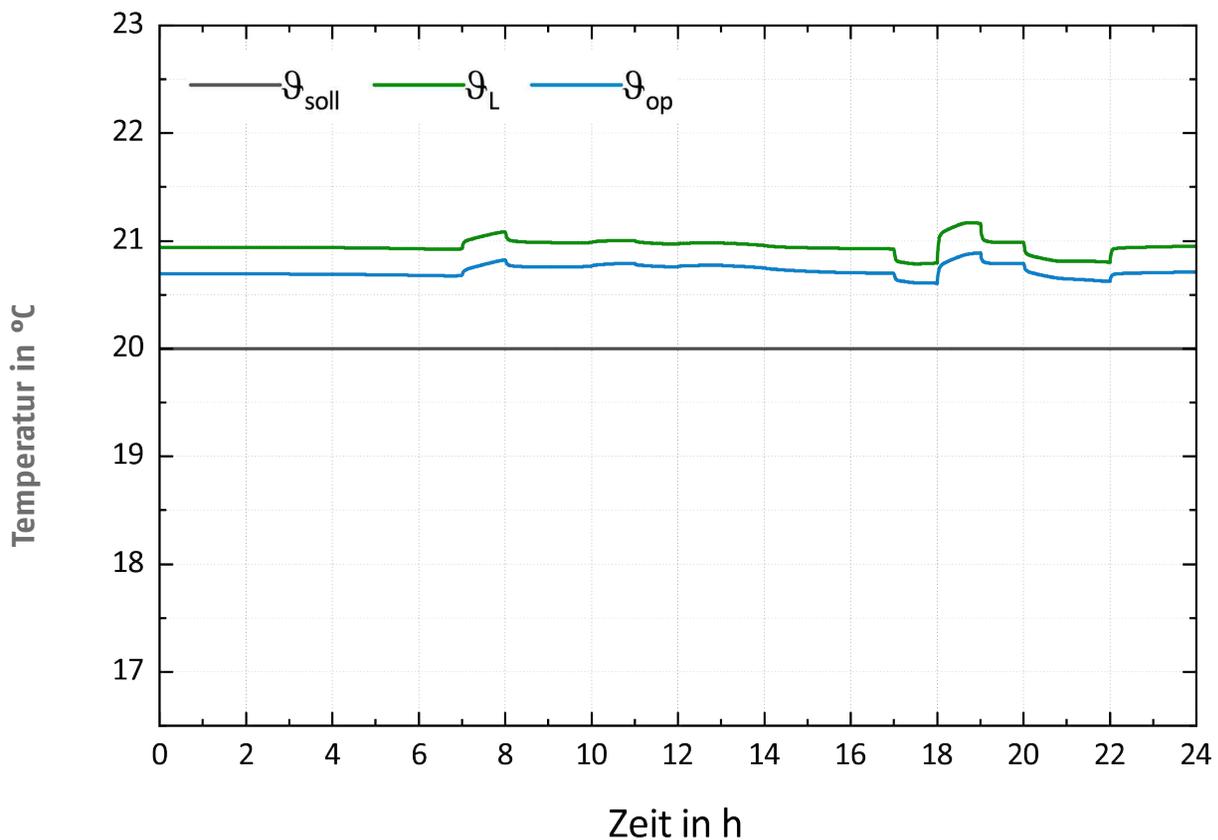


Bild 4: Temperaturen in einem repräsentativen Raum – NT-System ( $v_{\text{R}} = 70/55^{\circ}\text{C}$ ), idurchgehender Betrieb.

Tabelle 2: Ergebnisse der numerischen Analysen NT-Kessel + IR-Heizung.

Wärmeübergabe	Normtemperaturpaarung unter Auslegungsbedingungen ( $\vartheta_V/\vartheta_R$ )	Nachtabstaltung (NA) <sup>1)</sup>	$Q_{\text{Nutz, FH}}$ [kWh]	$Q_{\text{Nutz, IRH}}$ [kWh]	$Q_{\text{Nutz, (FH+IRH)}}$ [kWh]	$Q_{\text{F, NT}}$ [kWh]	$Q_{\text{End, (FH+IR)}}$ [kWh]	$Q_{\text{Nutz, IRH}} / Q_{\text{Nutz, (FH+IRH)}}$
Heizkörper + IR-Heizung	40/30°C	ohne NA	10959	3892	14851	11351	15243	26,2%
		mit NA	8840	5043	13883	9162	14205	26,3%
		f( $\vartheta_a$ )	10082	4416	14498	10442	14858	30,5%

$Q_{\text{Nutz, FH}}$ : Nutzenergie (bezogen auf freie Heizflächen)

$Q_{\text{Nutz, IRH}}$ : Nutzenergie (bezogen auf Infrartheizung)

$Q_{\text{Nutz, (FH+IRH)}}$ : Nutzenergie (Summe aus freien Heizflächen und Infrartheizung)

$Q_{\text{F, NT}}$ : Feuerungsenergie (NT-Kessel)

$Q_{\text{End, (FH+IR)}}$ : Endenergie (Summe aus freien Heizflächen und Infrartheizung)

<sup>1)</sup> Innerhalb der Studie wurden drei Varianten bezüglich der Regelung der Nachtabstaltung untersucht:

- keine Nachtabstaltung über die gesamte Heizperiode,
- mit Nachtabstaltung der zentralen Pumpe im Zeitraum von 22:00 bis 05:00 Uhr über die gesamte Heizperiode,
- eine Nachtabstaltung der zentralen Pumpe im Zeitraum von 22:00 bis 05:00 Uhr in Abhängigkeit der Außentemperatur. Als Grenztemperatur wurde ein Wert von  $\vartheta_a = 3^\circ\text{C}$  gewählt, d. h. nur wenn die Außentemperatur höher als der definierte Grenzwert ist, erfolgt eine Nachtabstaltung der Pumpe.

Das hydraulische Verteilsystem sowie die Wärmeübergabeeinrichtungen und die Gebäudehülle wurden hierbei nicht verändert. Hinsichtlich des technischen Systems der Infrarot (IR)-Heizung wurden Heizpaneele verwendet, die auf die Raumheizlast dimensioniert sind. Die Orientierung (Bild 2) der Paneele wurde im geometrischen Gebäudemodell jedoch nicht ortsscharf realisiert, sondern über einen Strahlungswirkungsgrad von 50 % berücksichtigt. Dies ist eine Vereinfachung, die gewählt wurde, um zunächst grundsätzliche verallgemeinerbare Aussagen ableiten zu können. Hinsichtlich des Nutzerverhaltens wurde innerhalb der Studie ein Vier-Personen-Haushalt im Modellgebäude hinterlegt. Alle Räume wurden mit zeitlich abhängigen inneren Wärmegewinnen und Luftwechsellraten je nach Nutzung beaufschlagt. Details der Modellierung sind zusätzlich in [1] zu finden. Die gesamten Analysen wurden mit dem an der TU Dresden umfänglich weiterentwickelten numerischen Simulations-

programm TRNSYS-TUD durchgeführt [2].

### ERGEBNISSE

Wie eingangs beschrieben erfolgte in einem ersten Schritt die Bestimmung des Ist-Zustandes des dokumentierten Gebäudes. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse dieser Analysen. Demnach entstehen aufgrund der durchgehenden Betriebsweise des Heizsystems energetische Mehraufwendungen für das Gebäude gegenüber einer intermittierenden Betriebsweise. Dies ist nicht verwunderlich, da durch die intermittierende Betriebsweise die mittleren Raumtemperaturen deutlich unter den Raumtemperaturen der durchgehenden Betriebsweise liegen. In den Bildern 3 und 4 wird dies nochmals grafisch dargestellt. Für beide Varianten werden die operativen Raumtemperaturen zur Nutzungszeit eingehalten.

In einem zweiten Schritt der Untersuchungen wurden die Auslegungssystemtemperaturen des hydraulischen Systems auf  $\vartheta_V = 40/\vartheta_R = 30/\vartheta_i = 20^\circ\text{C}$  abgesenkt und das so entstandene Leistungsdefizit

durch eine Infrartheizung in den Räumen kompensiert. Tabelle 2 liefert die Ergebnisse der Untersuchung.

Die Ergebnisse zeigen, dass je nach Randbedingung der Anteil der IR-Heizung an der Gebäudebeheizung zwischen 26 % und 30 % liegt. Die wärmephysiologischen Kriterien werden bei dieser Systemkombination bei allen Räumen eingehalten. Exemplarisch hierfür sei dies durch die Summenhäufigkeiten der operativen Raumtemperatur nach Bild 5 dokumentiert. Als vorteilhaft erweist sich eine Nachtabstaltung in Abhängigkeit der Außentemperatur ( $\vartheta_a = 3^\circ\text{C}$ ), welche Energieeinsparungen mit geringer Beeinträchtigung der wärmephysiologischen Verhältnisse im Raum ermöglicht.

Im nächsten Schritt der numerischen Analysen erfolgte der Austausch des NT-Gerätes durch ein Wärmepumpen-System mit Pufferspeicher. Die energetischen Ergebnisse für das Modellgebäude sowie die sich einstellenden operativen Raumtemperaturen für den repräsentativen Raum

## MODULARE WÄRMEPUMPEN

Die innovative Systemlösung für den Wohnbau | Einzigartig in Deutschland



- Unabhängig von Öl und Gas
- Ideal für Sanierung & Neubau
- Heizen, Kühlen, Trinkwassererwärmung und Lüftung in einem System
- Verhindert Schimmel & Legionellen
- Einfache Installation und geringe Wartungskosten durch Plug&Play Module
- Ermöglicht eine unabhängige Abrechnung für jede Wohneinheit
- Förderfähig nach aktuellen Richtlinien



www.remko.de



Verkaufsbüro Österreich | Manfred Szöke / oesterreich@remko.de

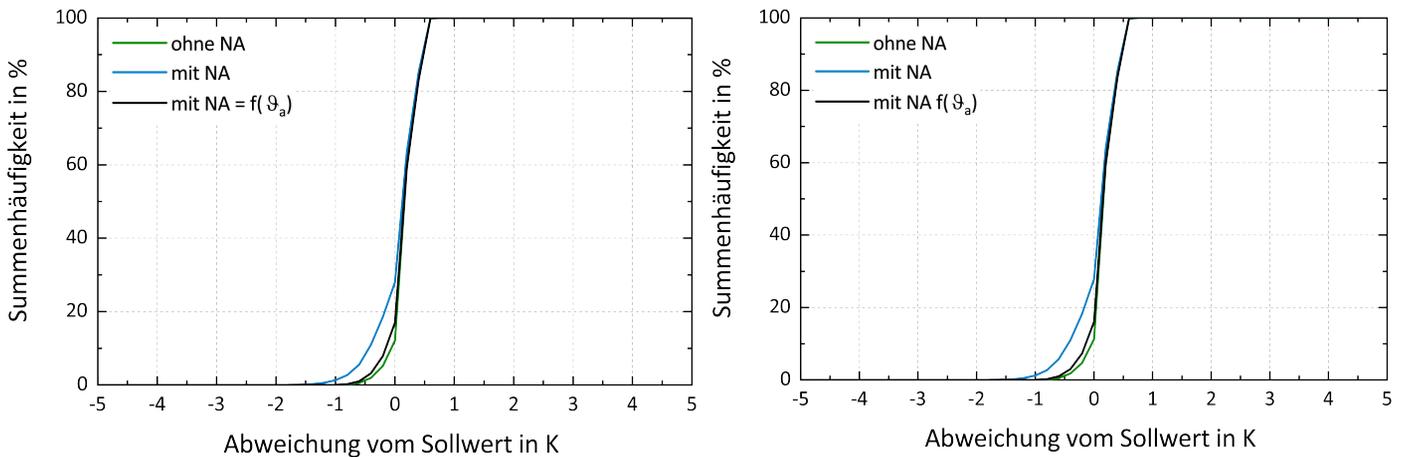


Bild 5 (links): Operative Temperatur ( $\vartheta_{op}$ ) des repräsentativen Raumes für verschiedene Betriebsweisen – NT-System.

Bild 6 (rechts): Operative Temperatur ( $\vartheta_{op}$ ) des repräsentativen Raumes für verschiedene Betriebsweisen – WP-System.

sind der Tabelle 3 sowie dem Bild 6 zu entnehmen.

Auch für diese Varianten ist ersichtlich, dass der Anteil der IR-Heizung von der Betriebsweise abhängig ist. Durch den COP-Wert (Coefficient of Performance) der Wärmepumpen können signifikant sinkende Bedarfswerte für die Endenergie erreicht werden. Grundsätzlich ist aus den operativen Raumtemperaturen zu detektieren, dass die Heizaufgabe durch die Systemkombination von hydraulischen Wärmepumpensystemen und IR-Heizungen gewährleistet werden kann. Die Unterschreitung der operativen Raumtemperaturen ist gering.

### FAZIT

Die Analysen der Untersuchung zeigen, dass aus technischer Sicht die Kombination aus Wärmepumpensystem und IR-Heizung ohne Austausch der Heizkörper zur Erfüllung der Heizaufgabe möglich ist und zu keinen Beeinträchtigungen in Hinblick

auf die Wärmephysiologie im Raum führt. Der große Vorteil der IR-Heizung besteht dabei in der nahezu trägheitslosen Einbringung der Wärme, wodurch stark intermittierende Betriebsweisen realisiert werden können. Damit zeigt die Studie einen technischen Lösungsansatz für eine Klasse von Gebäuden auf, ohne das Sekundärsystem und die Gebäudefassade deutlich zu verändern. Um wirtschaftliche Aussagen treffen zu können, sind weitere Analysen notwendig, welche aber nicht Gegenstand dieser Untersuchung waren.

### Literatur:

[1] Knorr, M.; Meizenbach, A.; Schinke, L.; Seifert, J.; Perschk, A.: Potentialbewertung von Infrartheizungen als Spitzenlastabdeckung; Forschungsbericht TU Dresden, 2023

[2] Perschk, A.: Gebäude und Anlagensimulation – Ein "Dresdner Modell" in: Gesundheitsingenieur (2010), August, Nr. 4

[3] Perschk, A.: Gebäude-Anlagen-Simulation unter der Berücksichtigung der hygrischen Prozesse in den Gebäudewänden, Fakultät für Maschinenwesen, TU Dresden, Diss., 2000

[4] Seifert, J.: Zum Einfluss von Luftströmungen auf die thermischen und aerodynamischen Verhältnisse in und an Gebäuden, Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität Dresden, Diss., Oktober 2005

Autorenschaft: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Seifert, Dipl.-Ing. Lars Schinke, Dr.-Ing. Martin Knorr, Dipl.-Ing. Andrea Meizenbach und Dr.-Ing. Alf Perschk, alle Technische Universität Dresden, Institut für Energietechnik

Bilder: TU Dresden

Tabelle 3 Ergebnisse der numerischen Analysen Wärmepumpen-System + IR-Heizung.

Wärmeübergabe	Normtemperaturpaarung unter Auslegungsbedingungen ( $\vartheta_v/\vartheta_n$ )	Nachtabstaltung	$Q_{Nutz, FH}$ [kWh]	$Q_{Nutz, IRH}$ [kWh]	$Q_{Nutz, (FH+IRH)}$ [kWh]	$Q_{End, (FH+IR)}$ [kWh]	$Q_{Nutz, IRH} / Q_{Nutz, (FH+IRH)}$
Heizkörper + IR-Heizung	40/30°C	ohne NA	11039	3812	14851	6733	25,7%
		mit NA	8796	5045	13841	7335	36,4%
		$f(\vartheta_a)$	10129	4358	14487	7084	30,1%

$Q_{Nutz, FH}$ : Nutzenergie (bezogen auf freie Heizflächen)

$Q_{Nutz, IRH}$ : Nutzenergie (bezogen auf Infrartheizung)

$Q_{Nutz, (FH+IRH)}$ : Nutzenergie (Summe aus freien Heizflächen und Infrartheizung)

$Q_{E, NT}$ : Feuerungsenergie (NT-Kessel)

$Q_{End, (FH+IR)}$ : Endenergie (Summe aus freien Heizflächen und Infrartheizung)