

Jan Heider, Nicole Conrad, Thomas Stark
Aleksej Abdulganiev, Peter Kosack, Anne-Kristin Wagner

Potenzial von Infrarot-Heizsystemen für hocheffiziente Wohngebäude

F 3220

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2020

ISBN 978-3-7388-0525-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Forschungsprojekt „IR-Bau“

Potenzial von Infrarot-Heizsystemen für hocheffiziente Wohngebäude

Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.11

Projektabschlussbericht: Stand: 02/2020



gefördert durch:



Bundesministerium
des Innern, für Bau
und Heimat

ZUKUNFTBAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



*Autoren: Jan Heider M.A., Dipl.-Ing. Nicole Conrad B.Sc., Prof. Dr. Thomas Stark,
Aleksiej Abdulganiev B.A. (HTWG Konstanz), Dr. Peter Kosack (TU Kaiserslautern),
Dipl.-Ing. Anne-Kristin Wagner (ee concept)*

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Zusammenfassung | 9 |
| 1 Einleitung | 17 |
| 1.1 Projektthese | 19 |
| 1.2 Forschungsfragen | 20 |
| 1.3 Untersuchungsmethodik | 21 |
| 2 Grundlagen: | 23 |
| 2.1 Thermodynamische Grundlagen zur Infrarotstrahlung | 24 |
| 2.2 Strahlungsleistung einer IR-Heizung | 26 |
| 2.3 Strahlungswirkungsgrad einer IR-Heizung | 27 |
| 2.4 Abstrahlverhalten und Strahlungsintensität über die Entfernung | 28 |
| 2.5 Thermische Behaglichkeit und operative Temperatur | 30 |
| 2.6 Energetische Bilanzierung von Wärmepumpen | 35 |
| 3 Wissenschaftliche Begleitforschung K76 | 39 |
| 3.1 Beschreibung Gebäude K76 | 40 |
| 3.2 Energiekonzept K76 | 42 |
| 3.3 Konzeption Begleitforschung K76 | 46 |
| 3.4 Untersuchte Fragestellungen | 47 |
| 3.4.1 Verbrauchswerte IR-Heizung im realen Wohngebäude | 47 |
| 3.4.2 Optimierung des IR-Heizsystems durch PV und Stromspeicher | 57 |
| 3.4.3 Behaglichkeit und Bedienbarkeit im realen Wohngebäude | 61 |
| 3.4.4 Rauminnenoberflächentemperaturen bei IR-Heizungen | 73 |
| 3.4.5 Lufttemperatur bei IR-Heizungen | 74 |
| 3.5 Fazit Begleitforschung K76 | 75 |
| 4 Labormessungen | 79 |
| 4.1 Beschreibung der Laborräume | 80 |
| 4.2 Beschreibung der eingesetzten Wärmeerzeuger | 82 |
| 4.3 Beschreibung der eingesetzten Messtechnik | 87 |
| 4.4 Untersuchte Fragestellungen | 91 |
| 4.4.1 Strombedarfsdifferenzen verschiedener Wärmeerzeuger im Realbetrieb | 91 |
| 4.4.2 Rauminnenoberflächentemperaturen bei IR-Heizsystemen | 119 |
| 4.4.3 Verbesserung der Wärmedämmqualität der Bauteile durch IR-Heizung | 120 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4.4 | Reduzierte Lufttemperatur bei einer IR-Heizung | 121 |
| 4.4.5 | Mögliche Einsparungen durch flexible Regelung bei IR-Heizungen | 122 |
| 4.4.6 | Abstrahlwinkel einer plattenförmigen Infrarotheizung | 127 |
| 4.4.7 | Strahlungswirkungsgrad verschiedener IR-Heizungen | 130 |
| 4.4.8 | Einfluss von Strahlungswirkungsgrad und Aufheizzeit auf die Effizienz | 137 |
| 4.4.9 | Fußbodenheizung: Strahlungs- oder Konvektionsheizung | 138 |
| 4.5 | Fazit Labormessungen | 139 |
| 5 | Berechnungen / Simulationen | 143 |
| 5.1 | Simulation der Laborräume | 144 |
| 5.2 | Vergleich Messungen / Simulationen, Validierung der Simulationen | 145 |
| 5.3 | Untersuchte Fragestellungen | 160 |
| 5.3.1 | Übergabeverluste einer IR-Heizung | 160 |
| 5.3.2 | Mögliche Einsparungen durch flexible Regelung bei IR-Heizungen | 168 |
| 5.3.3 | Bilanzierung Life Cycle Assessment (LCA) und Life Cycle Costing (LCC) | 170 |
| 5.3.4 | Vergleich der gesamtökologischen Bewertung (LCA) über 50 Jahre | 171 |
| 5.3.5 | Vergleich der gesamtökonomischen Bewertung (LCC) über 50 Jahre | 174 |
| 5.3.6 | Einflussgrößen für IR-Heizsysteme | 177 |
| 5.3.7 | Optimierung eines IR-Heizsystems durch PV und Speicher | 188 |
| 5.3.8 | Können IR-Systeme eine Alternative zu WP-Systemen sein? | 192 |
| 5.4 | Fazit Berechnungen / Simulationen | 193 |
| 6 | Fazit / Ausblick: | 197 |
| | Literaturverzeichnis: | 203 |
| | Abbildungsverzeichnis: | 207 |
| | Tabellenverzeichnis: | 213 |
| | Anhang: | 215 |