

Angèle Tersluisen, Klara Bauer, Kamyar Nasrollahi  
Mozhgan Shirani, Johannes Modersohn, Felix Reiter  
Günter Pfeifer, Annette Rudolph-Cleff

# **Untersuchung zur rechnerischen Bilanzierung solarer Luftheizsysteme und -konstruktionen**

F 2983

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- 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

2016

ISBN 978-3-8167-9737-1

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](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

Endbericht zum Forschungsprojekt:

Untersuchung zur rechnerischen Bilanzierung solarer  
Luftheizsysteme und -konstruktionen

Gefördert durch das Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung (BSR)



**Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung**

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



unter dem Förderkennzeichen 10.08.18.7-13.20.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Angèle Tersluisen

Projektteam: Dipl.-Ing. Klara Bauer  
M.Sc. Kamyar Nasrollahi  
B.Sc. Mozhgan Shirani  
Prof. Johannes Modersohn  
Dipl.-Ing. Felix Reiter

Projektpartner: Prof. Günter Pfeifer, TU Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Annette Rudolph-Cleff, TU Darmstadt

Externer Berater: Prof. Dr.-Ing. Thomas Lechner, FH Kaiserslautern

Kaiserslautern, November 2015

<b>Formelzeichen, Variablen und Abkürzungen</b>	<b>6</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>8</b>
<b>Abstract</b>	<b>9</b>
<b>1 Forschungsfrage</b>	<b>10</b>
<b>2 Forschungssystematik und -methode</b>	<b>12</b>
2.1 Detaillierte Bilanzierung	13
2.2 Vereinfachte Bilanzierung	13
<b>3 Recherche/ Stand der Technik</b>	<b>14</b>
3.1 Luftkollektorprinzip	14
3.2 Literaturrecherche	15
3.3 Projektrecherche	17
<b>4 Anwendungsbereich</b>	<b>19</b>
<b>5 Kategorisierung nach Wirkprinzipien</b>	<b>21</b>
<b>6 Bilanzierungsansätze</b>	<b>23</b>
6.1 Kollektorbilanzierungen in Normen und Verweisen	23
6.2 Implementierung einer Bilanzierung in der DIN V 18599	26
<b>7 Rechnerische Bilanzierung harmonisiert mit DIN V 18599</b>	<b>29</b>
7.1 Konduktionsluftkollektoren (Typ 1)	29
7.1.1 Konduktionsluftkollektor (transparent)	30
7.1.2 Konduktionsluftkollektor (opak)	32
7.2 Konvektionsluftkollektoren (Typ 2)	33
7.2.1 Raumluft-Konvektionsluftkollektoren	33
7.2.1.1 <i>Raumluft-Konvektionsluftkollektor (transparent)</i>	33
7.2.1.2 <i>Raumluft-Konvektionsluftkollektor (opak)</i>	36
7.2.2 Raumluft-Konvektionsluftkollektoren mit 2-Zonen-Nutzung	38

7.2.2.1	<i>Raumluft-Konvektionsluftkollektor mit 2-Zonen-Nutzung (transparent)</i>	38
7.2.2.2	<i>Raumluft-Konvektionsluftkollektor mit 2-Zonen-Nutzung (opak)</i>	40
7.2.3	<i>Außenluft-Konvektionsluftkollektoren</i>	43
7.2.3.1	<i>Außenluft-Konvektionsluftkollektor (transparent)</i>	43
7.2.3.2	<i>Außenluft-Konvektionsluftkollektor (opak)</i>	45
7.2.4	Außenluft-Konvektionsluftkollektoren mit 2-Zonen-Nutzung	46
7.2.4.1	<i>Außenluft -Konvektionsluftkollektor mit 2-Zonen-Nutzung (transparent)</i>	47
7.2.4.2	<i>Außenluft -Konvektionsluftkollektor mit 2-Zonen-Nutzung (opak)</i>	49
7.3	TGA-Luftkollektoren (Typ 3)	52
7.3.1	TGA-Luftkollektor (transparent/ opak)	52
<b>8</b>	<b>Vereinfachte Bilanzierung</b>	<b>53</b>
8.1	Grundlagen/ Voruntersuchungen	53
8.1.1	Modellgeometrie	53
8.1.2	Speicherzahl	58
8.1.3	Opake Schicht	59
8.1.4	Luftschicht	61
8.2	Bildung des Referenzmodells	62
8.2.1	Konstante Eingabeparameter	63
8.2.2	TRY-Wetterdaten	64
8.2.3	TRNFlow	65
8.2.4	Konvektion	65
8.2.5	Absorbierende Schicht	66
8.2.6	Opake Schicht	66
8.2.7	Transparente Schicht	66
8.3	Auswertung	67
8.3.1	Transmissions-/Konvektionswärmegewinne	67

8.3.2	Ausnutzungsgrad	68
8.3.2.1	<i>Umrechnung auf abweichende Wetterregionen und Kollektorausrichtungen</i>	68
8.3.3	Dynamischer U-Wert	68
8.3.3.1	<i>Umrechnung auf abweichende Wetterregionen und Kollektorausrichtungen</i>	69
8.4	Simulationsergebnisse	69
8.4.1	Konduktionsluftkollektoren (transparent)	69
8.4.2	Konvektionskollektoren (transparent)	72
<b>9</b>	<b>Vergleich vereinfachter Bilanzierung mit rechnerische Bilanzierung</b>	<b>75</b>
9.1	Transmission	75
9.2	Konvektion	77
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>81</b>
<b>11</b>	<b>Ausblick</b>	<b>82</b>
<b>12</b>	<b>Anlagen</b>	<b>82</b>