

Dipl.-Phys. Thomas Beikircher, München

Gaswärmeleitung in evakuierten Sonnen- kollektoren

Reihe **19**: Wärmetechnik/
Kältetechnik

Nr. **94**

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Evakuierte Sonnenkollektoren	1
1.2	Gaswärmeleitung	3
1.3	Problemstellung	5
1.4	Bisherige Arbeiten	6
1.4.1	Temperatursprungmethode und Interpolationsformel	6
1.4.2	Gaswärmeleitung in evakuierten Sonnenkollektoren	7
1.5	Methodik	9
2	Theoretische Methoden zur Behandlung der Wärmeleitung in verdünnten Gasen	11
2.1	Lösung der Boltzmann-Gleichung	11
2.1.1	Boltzmann-Gleichung	11
2.1.2	Lösungsmethoden	12
2.2	Temperatursprungmethode	17
2.2.1	Ableitung des Temperatursprungs	17
2.2.2	Anwendung auf reine Gase bei eindimensionaler Geometrie	19
2.2.3	Anwendung auf Gasgemische zwischen ebenen Platten	21
2.3	Interpolationsformel	24
2.3.1	Grundlagen	24
2.3.2	Diskussion der Anwendbarkeit bei allgemeiner Geometrie	26
2.4	Generalisierung der Temperatursprungmethode auf allgemeine Geometrie und beliebigen Gasdruck	28
2.4.1	Temperatursprungmethode für niedrigen Gasdruck	29
2.4.2	Modifikation der Temperatursprungmethode	30
2.4.3	Anwendung der modifizierten Temperatursprungmethode auf eindimensionale Geometrien	31
2.4.4	Diskussion der modifizierten Temperatursprungmethode	31

2.5	Numerische Behandlung der Temperatursprungmethode	33
2.5.1	Kirchhofftransformation	34
2.5.2	Differenzenverfahren	34
2.5.3	Überrelaxation	35
2.5.4	Geometrische Konvergenzbeschleunigung	36
2.5.5	Behandlung der Randpunkte mit Temperatursprungbedingung . .	37
3	Meßkonzept	39
3.1	Ziele	39
3.2	Meßprinzip	39
3.3	Auswertung der Meßdaten	40
3.4	Meßgeräte	41
3.4.1	Leistungsmessung	41
3.4.2	Temperaturmessung	41
3.4.3	Druckmessung	41
3.4.4	Zusätzliche Meßfehler	41
3.4.5	Meßrechner und Meßprogramm	42
4	Gaswärmeleitung im Vakuumröhrenkollektor mit zylindrischem Absorber	43
5	Gaswärmeleitung im Vakuumröhrenkollektor mit flachem Absorber	45
5.1	Beschreibung des Experiments	45
5.1.1	Übersicht	45
5.1.2	Kollektormodell	45
5.1.3	Messung und Auswertung	47
5.2	Theorie der Gaswärmeleitung	48
5.2.1	Temperatursprungmethode	48
5.2.2	Interpolationsformel	48
5.3	Vergleich von Theorie und Experiment	48
5.4	Parameterstudien über den Einfluß der Kollektorabmessungen	50
6	Gaswärmeleitung im Vakuumflachkollektor	53
6.1	Beschreibung des Experiments	53

6.1.1	Überblick	53
6.1.2	Kollektormodell	53
6.1.3	Messungen	55
6.1.4	Auswertung	56
6.2	Theorie der Gaswärmeleitung	56
6.2.1	Eindimensionale Temperatursprungmethode	57
6.2.2	Zweidimensionale Temperatursprungmethode	58
6.2.3	Interpolationsformel	59
6.3	Theorie der Konvektion	60
6.4	Vergleich von Theorie und Experiment	60
6.5	Reduktion der Gaswärmeleitung	67
6.5.1	Grundlagen	68
6.5.2	Modifikationen am Stützgerüst	68
6.5.3	Einfluß des Abstands zwischen Absorber und Seitenwänden	70
6.5.4	Einfluß des Abstands zwischen Absorber, Abdeckung und Boden	71
6.5.5	Substitution der Restluft durch Gase mit niedriger Wärmeleitfähigkeit im Kontinuum	72
6.5.6	Hochporöser Festkörper zwischen Absorber und Boden	80
7	Schlußfolgerungen und Ausblick	85
A	Numerische Berechnung der Gaswärmeleitung im Röhrenkollektor mit flachem Absorber	87
B	Numerische Berechnung der Korrekturterme für die Gaswärmeleitung auf Seitenwände und Stützgerüst im evakuierten Flachkollektor	89
B.1	Korrektur für die Seitenwände	89
B.2	Korrektur für das Stützgerüst	91
C	Tabelle von Gaseigenschaften	95
	Nomenklatur	97
	Literaturverzeichnis	100