

Dipl.-Phys. Thomas Lechner, Stuttgart

Bestimmung der Temperatur- leitfähigkeit semitransparenter Materialien mit dem Laser- impulsverfahren

Messungen an kristallinem und gesintertem Al_2O_3 und MgO

Reihe **19**: Wärmetechnik/
Kältetechnik

Nr. **90**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Formelzeichen	VIII
Kurzfassung	XI
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
2 Literaturübersicht	3
2.1 Laserimpulsverfahren	3
2.2 Strahlungstransport in absorbierenden und emittierenden Medien	5
2.3 Instationäre Wärmeleitung in semitransparenten Materialien	6
2.4 Messungen an Oxidkeramik	7
3 Das Laserimpulsverfahren	9
3.1 Grundlagen und Meßprinzip	9
3.2 Fehlereinflüsse und deren Korrektur	13
3.3 Parameterreduktions- und Identifikationsverfahren	19
3.4 Zusammenfassung	22
4 Energietransport durch Strahlung	22
4.1 Strahlungseigenschaften nichtleitender Festkörper	22
4.2 Strahlungsenergietransport in absorbierenden und emittierenden Medien	24
4.2.1 Strahlungsemission einer diffus strahlenden Oberfläche	25
4.2.2 Strahlungstransport im semitransparenten Kontinuum	27
4.3 Berücksichtigung der Strahlung beim Laserimpulsverfahren	28
5 Numerische Simulation der Messung	32
5.1 Numerische Methoden für Strahlungsprobleme	32
5.2 Die „Collocation Point“-Methode	33
5.3 Eigenschaften von Tschebyscheffpolynomen	34
5.4 Anwendung auf das Laserimpulsverfahren	37

5.5	Überprüfung und Genauigkeit der Simulation	39
5.5.1	Stationäre Wärmeleitung	39
5.5.2	Instationäre Wärmeleitung	41
6	Beitrag der Strahlung zur Temperaturleitfähigkeit	46
6.1	Wärmetransport durch Strahlung	46
6.2	Untersuchung und Modellierung des Temperatúrausgleiches	48
6.2.1	Unabhängige Parameter	49
6.2.2	Nicht emittierende Berandungsflächen ($\epsilon^* = 0$)	50
6.2.3	Emittierende Berandungsflächen ($\epsilon^* = 1$)	54
6.3	Laserimpulsmessungen an semitransparenten Proben	56
6.3.1	Auswertemethode	57
6.3.2	Gültigkeitsbereich	60
7	Versuchsanlage	63
7.1	Technischer Aufbau	63
7.2	Probenhalterung	65
7.3	Temperaturmessung	66
7.4	Pyrometer	67
8	Versuchsdurchführung	68
8.1	Probenpräparation	68
8.2	Versuchsparameter und Proben	71
9	Meßergebnisse	74
9.1	Korund	74
9.2	Sinterkorund	78
9.3	Periklas	80
9.4	Gesintertes MgO	83
9.5	Schlußfolgerungen	84

10 Fehlerbetrachtung	87
10.1 Meßfehler	87
10.2 Indirekte Fehler	88
10.3 Messung an Armco-Eisen	89
11 Zusammenfassung	91
A Mathematische Herleitungen	94
A.1 Temperaturverteilung im halbumendlichen Körper	94
A.2 Wärmestrom zwischen emittierenden Oberflächen	95
B Optische Stoffkonstanten	96
B.1 Absorptions- und Streukoeffizient	96
B.2 Brechzahl	98