

Bachelorarbeit

Temperaturfeldanalyse der Vakuumkammer des planetaren Emissivitätslabors

Analysis of the temperature field of the PEL vacuum chamber
Maximilian Grove

15.05.2017



Institut für Materialphysik

WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER



DLR Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

Themensteller: Dr. Jörn Helbert
Zweitgutachter: Prof. Dr. Gerhard Wilde

Inhaltsverzeichnis

1. Danksagung	iii
Inhaltsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	xii
2. Einleitung	1
3. Planetares Emissivitätslabor	2
3.1. Setup	2
3.2. Die Vakuumkammer	4
4. Theoretischer Hintergrund	7
4.1. Mathematische Darstellung des Wärmetransports in Comsol	7
4.1.1. Konduktion und Konvektion	8
4.1.2. Strahlung	12
4.1.3. Thermischer Kontakt	14
4.2. Die FE-Methode	16
4.2.1. Schwache Formulierung	16
4.2.2. Diskretisierung	17
4.2.3. Lösungsverfahren	19
4.2.4. Numerische Berechnungen in COMSOL	20
5. Durchführung	22
5.1. Geometrie	22
5.1.1. 2D-Modell	23
5.1.2. 3D-Modell	25
5.2. Materialeigenschaften	26
5.3. Implementierung in Comsol	29
6. Datenauswertung	35
6.1. 2D-Geometrie	35
6.1.1. Fehlerabschätzung	37
6.1.2. Thermisches Equilibrium	46
6.2. 3D-Geometrie	51
6.2.1. Fehlerabschätzung	52
6.2.2. Thermisches Equilibrium	58

6.3. Auswertung der Tagesdatensätze	63
7. Diskussion und Ausblick	80
A. Anhang	I
A.1. Gemessene Temperaturverläufe	I
A.2. 2D-Netzanalyse	III
A.3. 2D-Parametervariation	X
A.4. 2D-Zeitschrittanalyse	XIV
A.5. 2D-Gleichgewichtsanalyse	XV
A.6. 3D-Netzanalyse	XVII
A.7. 3D-Parametervariation	XXVII
A.8. 3D-Gleichgewichtsanalyse	XXXII
A.9. Tagesdatensatzauswertung	XXXIV
A.9.1. Tag 2	XXXIV
A.9.2. Tag 3	XXXVIII
A.9.3. Tag 4	XLII
A.9.4. Tag 5	XLV
A.10. Angaben des Herstellers zu den Maßen der Vakuumkammer	XLVII
Literaturverzeichnis	L