

I Inhaltsverzeichnis

II	Formelzeichen und Abkürzungen.....	v
III	Abbildungsverzeichnis.....	xiii
IV	Tabellenverzeichnis.....	xvii
1	Einleitung	1
2	Stand der Technik.....	3
2.1	Aktive Maßnahmen der Klimatisierung	3
2.1.1	Konventioneller Antnebsstrang.....	3
2.1.2	Elektrifizierter Antnebsstrang.....	7
2.1.3	Aktive Effizienztechnologien.....	9
2.2	Passive Maßnahmen der Klimatisierung	11
2.2.1	Thermische Isolation	11
2.2.1.1	Mechanismen der Wärmeübertragung.....	11
2.2.1.2	Wirkprinzip	18
2.2.1.3	Anwendungsfelder.....	20
2.2.1.4	Forschungsstand bei PKW	27
2.2.2	Wärmeschutzverglasung	30
3	Ziel der Arbeit	33
4	Methodischer Ansatz.....	35
4.1	Konventionelle, simulative Ansätze zur Bewertung des Warmedurchgangs	35
4.1.1	Wärmeübertragung in Fahrzeugkabinen und deren Modellierung	36
4.1.2	Wärmeübertragung in Umschließungsflächen und deren Modellierung	42
4.2	Erweiterter Ansatz zur Bewertung des Warmedurchgangs	46
4.2.1	Ableitung eines Ersatzmodells	48
4.2.2	Erstellung eines umsetzungsnahen Maßnahmenkataloges	50
4.2.3	Erarbeitung eines Kriterienkataloges	50
4.2.4	Bewertung von Einzelmaßnahmen.....	51
4.2.5	Bewertung von Maßnahmenbündeln.....	52
5	Ableitung eines Ersatzmodells zur Erfassung komplexer Wirkzusammenhänge..	57
5.1	Systemanalyse.....	57
5.2	Materialcharakterisierung	61

5.3	Winterfall: Stationäres Erhaltungsheizen.	65
5.3.1	Modellierung.....	65
5.3.2	Eingangsgrößen und Randbedingungen	67
5.3.2.1	Stationäre Ausnahmerandbedingungen.....	67
5.3.2.2	Einblastemperatur und Massenstrom	68
5.3.3	Experimentelle Modellvalidierung	69
5.3.4	Systemdefinition.....	70
5.3.5	Ergebnisse	71
5.4	Sommerfall: Transiente Standaufheizung mit Cool-Down	75
5.4.1	Modellierung	76
5.4.2	Eingangsgrößen und Randbedingungen	79
5.4.2.1	Instationäre Ausnahmerandbedingungen	79
5.4.2.2	Einblastemperatur und Massenstrom	81
5.4.3	Experimentelle Modellvalidierung .. .	82
5.4.4	Systemdefinition... .	83
5.4.5	Ergebnisse	85
5.4.5.1	Passive Standaufheizung	85
5.4.5.2	Cool-Down	90
6	Ableitung eines Maßnahmenkataloges für die Karosserieisolation.....	93
6.1	Unterboden.....	93
6.2	Stirnwand.....	95
6.3	Tür	98
6.4	Dach	101
6.5	A-/B-/C-/D-Säulen.....	104
7	Energetische Bewertung von Einzelmaßnahmen.....	107
7.1	Baugruppen mit Luftspalt	107
7.1.1	Berechnungsmodell für die Türstruktur.....	107
7.1.1.1	Das Simulationsmodell.....	107
7.1.1.2	Experimentelle Validierung	108
7.1.1.3	Einflussanalyse des Wärmedurchgangs	111
7.1.1.4	Bewertung von Isolationskonzepten	116

7.1.2	Berechnungsmodell für die Dachstruktur	119
7.1.2.1	Das Simulationsmodell	119
7.1.2.2	Experimentelle Validierung	120
7.1.2.3	Analyse der Einflussgrößen auf die Wärmeübertragung	123
7.1.2.4	Bewertung von Isolationskonzepten	127
7.1.3	Berechnungsmodell für die Säulenstruktur	131
7.1.3.1	Das Simulationsmodell	131
7.1.3.2	Analyse der Einflussgrößen auf die Wärmeübertragung	132
7.1.3.3	Bewertung von Isolationskonzepten	134
7.2	Baugruppen ohne Luftspalt	135
7.2.1	Unterboden	135
7.2.2	Stirnwand	137
8	Automobilspezifische Bewertung von Einzelmaßnahmen	141
8.1	Auswahl der Anforderungskriterien	141
8.2	Priorisierung im Hinblick auf die technische Realisierbarkeit	146
9	Ableitung einer Baugruppenstrategie	151
9.1	Digitales Mapping: Ersatz der fehlenden Fahrzeugumgebung	151
9.2	Bewertung von Maßnahmenkombinationen	153
9.3	Experimentelle Validierung	159
9.3.1	Stationäres Erhaltungsheizen im Winter	160
9.3.2	Passive Standaufheizung im Sommer	161
10	Zusammenfassung und Ausblick	163
V	Literatur	167
VI	Anhang	175
VII	Lebenslauf	185