Inhaltsverzeichnis

0 Formelzeichen und Abkürzungen VIII
0.1 Griechische Buchstaben: VIII
0.2 Lateinische Formelzeichen: VIII
0.3 Abkürzungen IX
0.4 Kurzfassung X
0.5 Abstract X
1 Problemstellung 1
1.1 Zielsetzung 2
2 Grundlagen 3
2.1 Energieformen 3
2.1.1 Primärenergie und Endenergie 3
2.1.2 Energiewandlung, Wirkungsgrad und Leistungszahl 4
2.1.3 Innere Energie und Enthalpie 4
2.2 Wärmestrom, Wärmestromdichte und Temperatur 5
2.3 Wärmetransport 5
2.3.1 Wärmestrahlung 6
2.3.2 Wärmeleitung 6
2.3.3 Konvektion 8
2.3.4 Wärmedurchgangskoeffizient und Wärmeübergangskoeffizient 10
2.3.5 Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit und Wärmewiderstand 10
2.4 Wärmekapazität 11
2.4.1 Thermische Masse 11
2.4.2 Wärmespeicherung 12
2.5 Phänomene der Kondensation und Vereisung 13
2.5.1 Kondensation 15
2.5.2 Sublimation und Erstarren 16
2.6 Luftqualität 16
2.7 Thermische Behaglichkeit 18
2.8 Anforderungen an HVAC-Systeme 22
3 Auslegung 25
3.1 Auslegung der Spitzenleistung 25
3.2 Auslegung nach realen Wetterdaten 26
3.3 Abgeleitete Randbedingungen für Simulationsrechnungen 32
3.4 Fahrzeugklassen 33
3.5 Bewertungskriterien 34

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

4 Heiz- und Kühlbedarf im Kfz 35
4.1 Leistungen heutiger Fahrzeuge 35
4.2 Stationärer und instationärer Bedarf 37
5 HVAC-Systeme 46
5.1 *State of the Art* in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor 47
5.2 *State of the Art* in Fahrzeugen mit alternativen Antrieben 50
5.3 Wärmequellen und Kältesenken 53
5.3.1 Wärmequellen 53
5.3.1.1 Abwärmenutzung 53
5.3.1.2 Antriebsstrangmanagement 54
5.3.1.3 Elektrische Heizer 56
5.3.1.4 Direkte Beheizung (Sitzheizung, Lenkradheizung, Scheiben) 58
5.3.1.5 Wärmepumpen 60
5.3.1.6 Infrarotheizungen 64
5.3.1.7 Thermoelektrik 66
5.3.1.8 Brennstoffzuheizer 69
5.3.1.9 Schukeyprinzip 70
5.3.2 Kühlsysteme 71
5.3.2.1 Kompressionskältemaschine 71
5.3.2.2 Thermoelektrik 73
5.3.2.3 Ab- und Adsorptionskältemaschinen 74
5.3.2.4 Thermoakustische Kühlung 78
5.3.2.5 Dampfstrahlkältemaschinen 79
5.4 Lösungen mit Einfluss auf die Grundlast 79
5.4.1 Dämmung 80
5.4.1.1 Wärmedämmung: Konvektion und Wärmeleitung 80
5.4.1.2 Dämmung: Wärmestrahlung 83
5.4.2 Reduktion des Luftaustauschs und Abluftwärme-/Abluftkälterückgewinnung 87
5.4.3 Gezielte Anströmung der Insassen 91
5.4.3.1 Verbreiterung des Temperaturfensters 93
5.5 Lösungen mit Einfluss auf das Aufheiz- und Abkühlverhalten 93
5.5.1.1 Thermische Massen 93
5.5.1.2 Vorkonditionierung 96
5.5.1.3 „Parkmütze“, Jalousien innen/außen 97
5.5.1.4 Standlüftung 98
5.5.1.5 Thermische Speicher 100

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

6 Simulationsmodell 104
6.1 Einzonen-Klimatisierungssimulationsmodell 106
6.1.1 Massen und Wärmekapazitäten 107
6.1.2 Wärmeübergang von Karosserie zur Kabinenluft 107
6.1.3 Zuluftenthalpiestrom 110
6.1.4 Abluftenthalpiestrom 110
6.1.5 Insassenenthalpiestrom 111
6.2 Anwendung des Simulationsmodells 111
6.3 Parametrisierung des Modells 112
6.4 Validierung des Modells 113
6.5 Ermittlung der Einflussfaktoren 114
6.5.1 Einflussfaktoren mit dem größten Einfluss auf den Leistungsbedarf 116
7 Bewertung der Einzelsysteme 117
7.1 Leistungs- und Energiebedarf der Basisfahrzeuge 117
7.2 Erhöhung des CoPs 118
7.3 Direkte Beheizung 120
7.4 Wärmedämmung 122
7.5 Umluftbetrieb und Abluftrückgewinnung 125
7.6 Vorkonditionierung/Wärmespeicher 129
7.7 Reduktion der thermischen Massen 132
7.8 Auswertung der Simulationsergebnisse 134
8 Konzepterstellung 135
8.1 Simulationsergebnisse 135
8.2 Fehlerbetrachtung 137
9 Zusammenfassung und Ausblick 139
10 Verzeichnisse 141
10.1 Literaturverzeichnis 141
10.2 Abbildungsverzeichnis 160
10.3 Tabellenverzeichnis 162
11 Anhang 1 164
12 Anhang 2 165
13 Anhang 3 167
14 Anhang 4 169
15 Anhang 5 171
16 Anhang 6 175

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.