

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	4
2.1	Aufgaben von Fahrzeugklimaanlagen	4
2.1.1	Hygienische Anforderungen	5
2.1.2	Physiologische Anforderungen	7
2.2	Kälteerzeugung mit Kaltdampfmaschinen	10
2.2.1	Der Prozeßverlauf	10
2.2.2	Verdichter für Fahrzeugklimaanlagen	12
2.2.3	Weitere Anlagenkomponenten	19
2.2.4	Kältemittel	25
2.3	Alternative Kompressionskältemaschinen	32
2.4	Sorptionskälteaggregate	35
2.4.1	Absorptionskältemaschinen	36
2.4.2	Adsorptionskälteaggregate	38
2.5	Wissensstand	45
3	Aufgabenstellung	47
4	Prüfstand für Fahrzeugklimaanlagen	49
4.1	Anforderungsprofil für den Prüfstand	49
4.2	Entwurf und Bau des Prüfstandes mit der Serienkältemaschine	52
4.2.1	Konzeption und Funktionsschema des Prüfstandes	52
4.2.2	Übersichtsdarstellungen des Prüfstandes	63
4.3	Inbetriebnahme der Versuchsanlage	63

5	Experimentelle Untersuchung von Serienkältemaschinen	68
5.1	Beschreibung der Serienklimaanlagen	68
5.1.1	Funktionsprinzip der Serienkältemaschinen	68
5.1.2	Heiz-/Klimagerät	69
5.1.3	Kältemaschine der 5er-Reihe	70
5.1.4	Kältemaschine der 3er-Reihe	72
5.1.5	Mechanischer Antrieb für die Verdichter	73
5.1.6	Meßtechnik im Kältemittelkreislauf	75
5.2	Versuchsbeschreibung	76
5.2.1	Untersuchungsparameter	76
5.2.2	Versuchsdurchführung	76
5.3	Versuchsauswertung	78
5.3.1	Ölwurf der Kältemittelverdichter	78
5.3.2	Stoffdaten der Kältemittel-Öl-Gemische	79
5.3.3	Bilanzierung des Verdampfers	82
5.3.4	Bilanzierung des Kondensators	87
5.3.5	Bilanzierung des Verdichters	89
5.4	Versuchsergebnisse	92
5.4.1	Reale Prozeßverläufe im $\lg p$, h -Diagramm	92
5.4.2	Betriebskennfelder für die 5er-Reihe	94
5.4.3	Überprüfung der Energiebilanzen für das Kältemittel/Öl- Gemisch	101
5.4.4	Einflüsse einzelner Betriebsparameter	102
5.4.5	Kennfelder der 5er- und der 3er-Reihe im Vergleich	105
5.4.6	Dynamisches Verhalten einer Serienkältemaschine	111
6	Experimentelle Untersuchungen mit einem Hermetikverdichter	114
6.1	Elektrisch angetriebener Hermetikverdichter	114
6.2	Versuchsbeschreibung und -auswertung	116
6.3	Versuchsergebnisse	117
6.3.1	Voruntersuchungen	117
6.3.2	Betriebskennfelder	119
6.3.3	Vergleich der Expansionsventile	125

7 Experimentelle Untersuchung eines Adsorptionskälteaggregats	131
7.1 Beschreibung des Zeolithrotors	131
7.2 Versuchsaufbau und Inbetriebnahme	136
7.2.1 Integration des Zeolithrotors in den bestehenden Prüfstand	136
7.2.2 Inbetriebnahme des Zeolithrotors	141
7.3 Versuchsauswertung und Meßergebnisse	142
7.3.1 Untersuchungsparameter	142
7.3.2 Versuchsauswertung	145
7.3.3 Ergebnisse der Standardversuche	146
7.3.4 Ergebnisse der Optimierungsversuche	153
7.3.5 An- und Abfahrverhalten des Zeolithrotors	157
7.4 Analyse der Versuchsergebnisse	158
7.4.1 Temperaturverteilung in der Reaktorzone	158
7.4.2 Arbeitsweise der einzelnen Segmente	159
7.4.3 Prozeßgüte	162
8 Bewertung der Versuchsergebnisse	168
8.1 Energiebilanz im Kraftfahrzeug	168
8.2 Bewertung und Vergleich der untersuchten Kälteanlagen	173
8.3 Entwicklungsbedarf und mögliche Alternativen zur Serienkältemaschine	179
Zusammenfassung und Ausblick	183
Anhang	187
Literaturverzeichnis	193