

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Ersatzstoffe für R22, R502 und Kältemaschinenöle | 3 |
| 2.1 | Kältemittel und Kältemittelgemische | 3 |
| 2.2 | Kältemaschinenöle | 4 |
| 3 | Problematik der Öl/Kältemittelgemische | 6 |
| 3.1 | Mischungsverhalten und Veränderung der Schmiereigenschaften | 6 |
| 3.2 | Veränderung der Zusammensetzung | 7 |
| 3.3 | Auswirkungen auf die Dichtwerkstoffe | 8 |
| 4 | Versuchstechnik zur Untersuchung des Verhalten ausgewählter Öl/Kältemittelgemische | 9 |
| 4.1 | Vorbereiten der Proben | 10 |
| 4.2 | Bestimmung der Mischungslücken | 10 |
| 4.3 | Bestimmen der Flüssigkeitsviskosität | 12 |
| 4.4 | Messen des Dampfdruckes | 14 |
| 4.5 | Messen der Flüssigkeitsdichte | 15 |
| 4.6 | Dampfdruckkorrektur | 15 |
| 4.7 | Bestimmen der fraktionierenden Wirkung des Kältemaschinenöls | 16 |
| 4.7.1 | Untersuchungen während der Dampfdruckmessungen | 16 |
| 4.7.2 | Leckageversuche | 18 |
| 4.7.3 | Gaschromatographie | 19 |
| 5 | Ablauf der Projektes | 21 |
| 5.1 | Auswahl der Kältemittel und Kältemaschinenöle | 21 |
| 5.2 | Zeitlicher Ablauf | 22 |
| 6 | Ergebnisse der Untersuchungen des Mischungsverhaltens, des Dampfdruckes und der Viskosität der Öl/Kältemittelgemische | 24 |
| 6.1 | Ergebnisse der Untersuchungen des Mischungsverhaltens | 24 |
| 6.1.1 | Mischungsverhalten der Einstoffkältemittel mit POE-Ölen | 24 |
| 6.1.2 | Mischungsverhalten von R410A mit POE-Ölen | 26 |
| 6.1.3 | Mischungsverhalten von R407C mit POE-Ölen | 26 |
| 6.1.4 | Mischungsverhalten von R507 mit POE-Ölen | 27 |
| 6.1.5 | Mischungsverhalten von R404A mit POE-Ölen | 28 |
| 6.1.6 | Zusammenfassung der Ergebnisse | 28 |
| 6.2 | Ergebnisse der Viskositäts- und Dichtemessungen | 29 |
| 6.2.1 | Dichtemessungen mit den ausgewählten Öl/Kältemittelgemischen | 29 |
| 6.2.2 | Viskositätsmessungen mit R410A im Gemisch mit POE-Ölen | 29 |

| | |
|---|----|
| 6.2.3 Viskositätsmessungen mit R407C im Gemisch mit POE-Ölen | 30 |
| 6.2.4 Viskositätsmessungen mit R507 im Gemisch mit POE-Öl | 30 |
| 6.2.5 Vergleich der Viskositäten der Öl/Kältemittelgemische | 30 |
| 6.3 Ergebnisse der Dampfdruckmessungen..... | 31 |
| 6.3.1 Dampfdruckmessungen mit R410A im Gemisch mit POE-Ölen..... | 31 |
| 6.3.2 Dampfdruckmessungen mit R407C im Gemisch mit POE-Ölen..... | 32 |
| 6.3.3 Dampfdruckmessungen mit R507 im Gemisch mit POE-Öl..... | 32 |
| 6.4 Darstellung der Viskositäten mit Isobaren | 32 |
| 7 Fraktionierende Wirkung des Öles | 34 |
| 7.1 Zusammensetzung der Gasphase während der Dampfdruckmessungen | 34 |
| 7.1.1 Ergebnis der Messungen mit R410A im Gemisch mit POE-Ölen..... | 34 |
| 7.1.2 Messungen mit R407C im Gemisch mit POE-Ölen | 35 |
| 7.1.3 Messung mit R507 im Gemisch mit POE-Öl..... | 35 |
| 7.2 Ergebnisse der Leckageversuche..... | 36 |
| 7.2.1 Leckageversuche mit R410A..... | 36 |
| 7.2.2 Leckageversuche mit R407C..... | 37 |
| 7.2.3 Leckageversuche mit R507..... | 37 |
| 7.3 Ergebnis der Untersuchungen zur fraktionierenden-Wirkung des Öles | 38 |
| 8 Beständigkeitsuntersuchungen | 39 |
| 8.1 Dichtungswerkstoffe..... | 39 |
| 8.2 Problematik der Elastomere in Öl/Kältemittelgemischen..... | 40 |
| 8.3 Ausgewertete Studien..... | 41 |
| 8.3.1 Studie 1: Parker-Prädifa - O-Ringe für neue Kältemittel..... | 41 |
| 8.3.2 Studie 2: Hoechst - Elastomere mit R134a | 42 |
| 8.3.3 Studie 3: Hoechst - Elastomere mit R32, R125 und R404A | 43 |
| 8.3.4 Studie 4: Hoechst - Elastomere mit Esteröl und R134a..... | 44 |
| 8.3.5 Studie 2: ICI-Technical Service - Compability of Elastomers | 44 |
| 8.3.6 Studie 6: Guy - Verträglichkeit von Elastomeren mit R134a und POE-Ölen..... | 46 |
| 8.3.7 Studie 7: Aeroquip - Elastomere in Esterölen | 46 |
| 8.4 Ergebnis der Literaturrecherche | 47 |
| 9 Zusammenfassung | 48 |
| 10 Abstract | 49 |
| 11 Resumé | 50 |
| 12 Literaturverzeichnis | 51 |

Anhang:

- Bilder 6.1-6.66
- Tabellen A.1-A.5 mit Ergebnissen der Viskositäts-, Dampfdruck und Dichtemessungen der untersuchten Öl/Kältemittelgemische