

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Einleitung und Grundlagen | 6 |
| 1.1 | Vorbemerkungen | 6 |
| 1.2 | Einführung | 7 |
| 1.3 | Aufgabenstellung | 9 |
| 1.4 | Themenspezifische Grundlagen | 9 |
| 1.4.1 | Formelzeichen | 10 |
| 1.4.2 | Begriffe | 11 |
| 1.4.3 | Einheiten der Leckrate und ihre Umrechnung | 16 |
| 1.4.4 | Auftreten und Verhalten von Lecks | 18 |
| 1.4.5 | Strömung durch Lecks | 19 |
| 1.4.6 | Umrechnung der Leckrate auf andere Drücke und Medien | 25 |
| 1.4.7 | Einfluß von Flüssigkeiten | 26 |
| 2 | Untersuchung und Bewertung von Lecksuch- bzw. Dichtheitsprüfverfahren und Lecksuchgeräten einschließlich Montagelecksuchgeräten | 30 |
| 2.1 | Untersuchung und Bewertung von Lecksuch- bzw. Dichtheitsprüfverfahren und Lecksuchgeräten | 30 |
| 2.1.1 | Notwendigkeit der Bewertungskriterien und dichtheitsprüftechnologische Grundsätze | 30 |
| 2.1.2 | Ergebnisse der Untersuchung und Bewertung von Lecksuch- bzw. Dichtheitsprüfverfahren und Lecksuchgeräten | 31 |
| 2.1.2.1 | Druckabfallprüfung (Druckstandsprobe) | 32 |
| 2.1.2.2 | Vakuumdruckanstiegsprüfung | 34 |
| 2.1.2.3 | Seifenblasentest | 36 |
| 2.1.2.4 | Blasentest unter Prüfflüssigkeit | 37 |
| 2.1.2.5 | Nachweis mit Halogenlecksuchgeräten (Tischgeräten) | 38 |
| 2.1.2.6 | Nachweis mit Heliumgasdetektoren | 41 |
| 2.1.2.7 | Nachweis mit selektiven Gasdetektoren | 43 |
| 2.1.2.8 | Nachweis von Lecks durch fluoreszierende Additive und UV-Licht | 45 |
| 2.1.2.9 | Nachweis mit IR- Spektrometern | 46 |
| 2.1.2.10 | Nachweis von Formiergas | 47 |
| 2.1.3 | Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung und Bewertung von Lecksuch- bzw. Dichtheitsprüfverfahren und Lecksuchgeräten | 49 |
| 2.2 | Untersuchung und Bewertung von Montagelecksuchgeräten | 50 |
| 2.2.1 | Notwendigkeit der Untersuchung | 50 |
| 2.2.2 | Bewertungskriterien und Rahmenbedingungen für die Untersuchung von Montagelecksuchgeräten | 51 |
| 2.2.3 | Eignungskriterien für Montagelecksuchgeräte (für den feldmäßigen Kälteanlagenbau | 54 |
| 2.2.4 | Untersuchung von Montagelecksuchgeräten | 57 |
| 2.2.4.1 | Untersuchte Montagelecksuchgeräte und Prüfmethode | 57 |
| 2.2.4.2 | Ergebnisse der Untersuchung und Bewertung von Montagelecksuchgeräten | 63 |
| 2.2.5 | Ergebnisauswertung und Schlußfolgerungen | 71 |

| | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3 | Prüfung bestehender Kälteanlagen, Auswertung der Ergebnisse | 75 |
| 3.1 | Literatursauswertung von Analysen und Untersuchungen über Kältemittlemissionen von Kälteanlagen | 75 |
| 3.2 | Meßtechnische Ausrüstung für die Lecksuche/Dichtheitsprüfung an den Kälteanlagen, die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens überprüft wurden | 79 |
| 3.3 | Auswahl der zu prüfenden Kälteanlagen nach statistischen Gesichtspunkten, Prüfgenehmigungen | 82 |
| 3.4 | Spezielle Probleme bei der Lecksuche/Dichtheitsprüfung an Kälteanlagen in Supermärkten | 86 |
| 3.5 | Ergebnisse der Lecksuche/Dichtheitsprüfung an den Kälteanlagen | 90 |
| 3.5.1 | Festgestellte Lecks, ihre Leckraten, spezifische Kältemittelverluste | 91 |
| 3.5.1.1 | Festgestellte Lecks und Leckratenbereiche | 91 |
| 3.5.1.2 | Lecks an Kreislaufteilen und an Montage-Fügestellen | 94 |
| 3.5.1.3 | Spezifische Kältemittelverluste | 98 |
| 3.5.2 | Analyse der häufigen Undichten | 100 |
| 3.5.2.1 | Zusammenstellung häufiger Undichten | 100 |
| 3.5.2.2 | Ausführungen zu häufig undichten Montage-Fügestellen | 101 |
| 3.5.3 | Weitere Untersuchungsergebnisse | 107 |
| 3.6 | Statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse | 108 |
| 3.7 | Schlußfolgerungen und Hinweise | 111 |
| 3.7.1 | Fehler und Probleme bei der Durchführung der Lecksuche/Dichtheitsprüfung im feldmäßigen Kälteanlagenbau und bei der Wartung | 111 |
| 3.7.2 | Hinweise zur Verbesserung der Dichtheit von Kälteanlagen bzw. zur Verbesserung der Lecksuche/Dichtheitsprüfung im feldmäßigen Kälteanlagenbau und bei der Wartung | 117 |
| 4 | Vorschläge für zulässige Leckraten für gewerbliche Kälteanlagen | 121 |
| 4.1 | Vorschläge anderer Institutionen für zulässige Leckraten bzw. für spezifische Kältemittelverluste von Kälteanlagen | 121 |
| 4.2 | Erste Vorschläge für zulässige Einzelleckraten bzw. spezifische Kältemittelverluste für gewerbliche Kälteanlagen | 123 |
| 5 | Zusammenfassung | 126 |
| 6 | Literatur | 133 |

Verzeichnis der Anhänge

- Anhang 1 Dichtheitsprüfung von Kälteanlagen von Supermärkten und anderen gewerblichen Kälteanlagen; Verteilung der festgestellten Lecks nach Leckratenbereichen
- Anhang 2 Spezifische Kältemittelverluste von Supermärkten in Hessen und Sachsen Füllmengen 60 - 360 kg
- Anhang 3 Dichtheitsprüfung der Kälteanlagen von Supermärkten (Verbundanlagen) von Hessen und Sachsen, Füllmengen 60 - 360 kg
- Anhang 4 Dichtheitsprüfung der Kälteanlagen von Supermärkten (dezentrale Anlagen) und von anderen gewerblichen Bereichen in Hessen und Sachsen Füllmengen 0,7 - 25 kg
- Anhang 5 Häufig undichte Kreislaufteile bzw. Montage-Fügestellen
- Anhang 6 Leckratenbereiche der häufig undichten Kreislaufteile bzw. Montage-Fügestellen
- Anhang 7 Darstellung des Kältemittelverlustes durch die häufig undichten Kreislaufteile bzw. Montage-Fügestellen mit Darstellung der Leckratenbereiche
- Anhang 8 Bilder von untersuchten Bördelverbindungen
- Anhang 9 Verwendung des Kältemittels R12 in der Kältetechnik 1995
Geschätzte Anlagenzahlen, Kältemittelfüllmengen und jährliche Kältemittlemissionen in der Bundesrepublik Deutschland nach Anwendungsbereichen
- Anhang 10 Untersuchte Montagelecksuchgeräte
- Anhang 11 Prüfvorrichtung zur Ermittlung der dynamischen Nachweisempfindlichkeit von Lecksuchgeräten
- Anhang 12 Überprüfung von Montagelecksuchgeräten, Tabelle 1
- Anhang 13 Überprüfung von Montagelecksuchgeräten, Tabelle 2
- Anhang 14 Überprüfung von Montagelecksuchgeräten, Tabelle 3
- Anhang 15 Überprüfung von Montagelecksuchgeräten, Tabelle 4
- Anhang 16 Überprüfung von Montagelecksuchgeräten, 2. Generation
- Anhang 17 Überprüfung von Montagelecksuchgeräten, 2. Generation
Nachweis von R134a

- Anhang 18 Prospekt Prüffleck für Montagelecksuchgeräte
- Anhang 19 Anforderungen an neu zu entwickelnde Montagelecksuchgeräte für den feldmäßigen Kälteanlagenbau
- Anhang 20 Berechnungsbeispiel Nachweisempfindlichkeit Druckabfallmessung
- Anhang 21 Leckraten, die bei der Druckabfallprüfung nicht erkannt werden
- Anhang 22 Bericht ILK-B-8/99-1849