

Bedeutung und Auswirkungen der Eu-F-Gas- und der Deutschen Chemikalien- Klimaschutz-Verordnung

Dr.- Ing. Rainer M. Jakobs
DMJ Beratung
Kreuzfeldstr. 10a D-64747 Breuberg
Dr.Rainer.Jakobs@t-online.de
Mitglied im Vorstand des
Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins

1

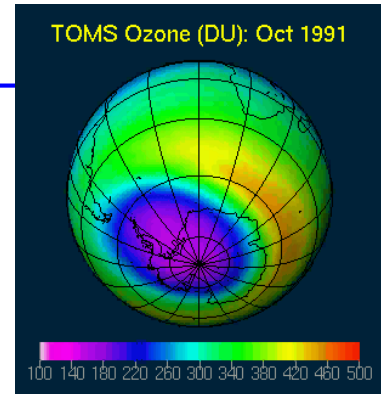
Bedeutung u. Auswirkungen der Eu-F- Gas- u. der deutschen Chemikalien- Klimaschutz-Verordnung

- **Umweltherausforderungen in der Kälte-/ Klimatechnik**
 - Montreal Protokoll 1987 -Ozonabbau-
 - Kyoto - Protokoll 1997 -Klimaschutz, globale Erwärmung-
- **Kältemittel ODP GWP TEWI Öko-Effizienz**
- **Derzeit geltende Verordnungen**
 - Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen..
 - Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen..
- **Was muss bei welcher Anlage beachtet werden?**
- **Welche Vorteile bringen diese Verordnungen für den Betreiber?**
- **Empfehlungen an den Betreiber von Kälte- und Klimaanlage**

2

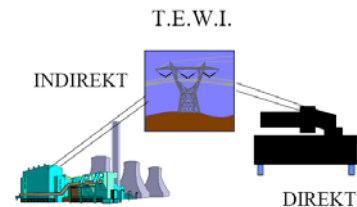
Eine bessere Umwelt...

- Schutz der Ozonschicht
 - Montreal-Protokoll
- Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen
 - Kyoto-Protokoll



KYOTO-Abkommen

Emission von Treibhausgasen reduzieren auf 8%



3

Montreal-Protokoll...

(www.unep.org/ozone/Montreal-Protocol/Montreal-Protocol2000.shtml)

- 190 Unterzeichner
- Das bestehende Problem → Stratosphärischer Ozonabbau
- Die Lösung → Verbot aller ozonabbauenden Stoffe
- Anwendungsbereich → alle FCKWs und HFCKWs



4

Umwelt-Herausforderungen der Kältetechnik

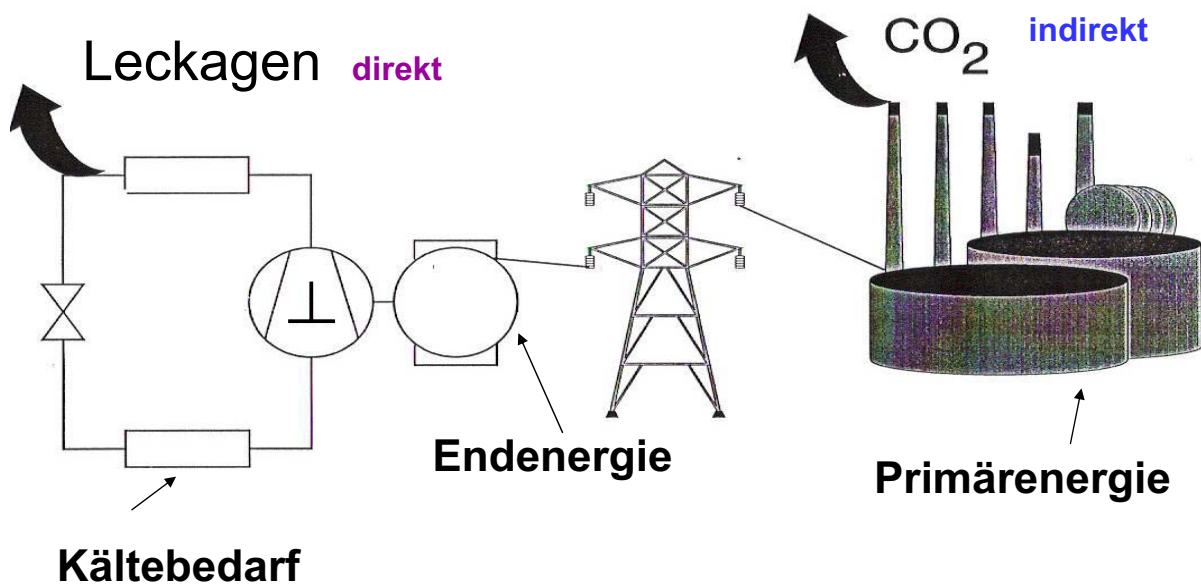
Globale Erwärmung

- **Montreal Protokoll 1987** -Ozonabbau-
- **London Meeting 1990**
 - Diskussion über das Überprüfungsverfahren im Hinblick auf den Erwärmungseinfluss synthetischer Kältemittel zum Ersatz ozonzerstörender Stoffe.
- **Kopenhagen Meeting 1992**
 - Das Konzept TEWI (Gesamter Equivalenter Erwärmungseinfluss):
Gesamte Summe der globalen Erwärmung verursacht durch Kälteanlagen infolge ihrer Kältemittlemissionen und durch Kohlendioxidemissionen von den fossilen Kraftwerken, die die Energie für die Kälteanlagen erzeugen.

5

Globale Erwärmung

Total Equivalent Warming Impact (TEWI)



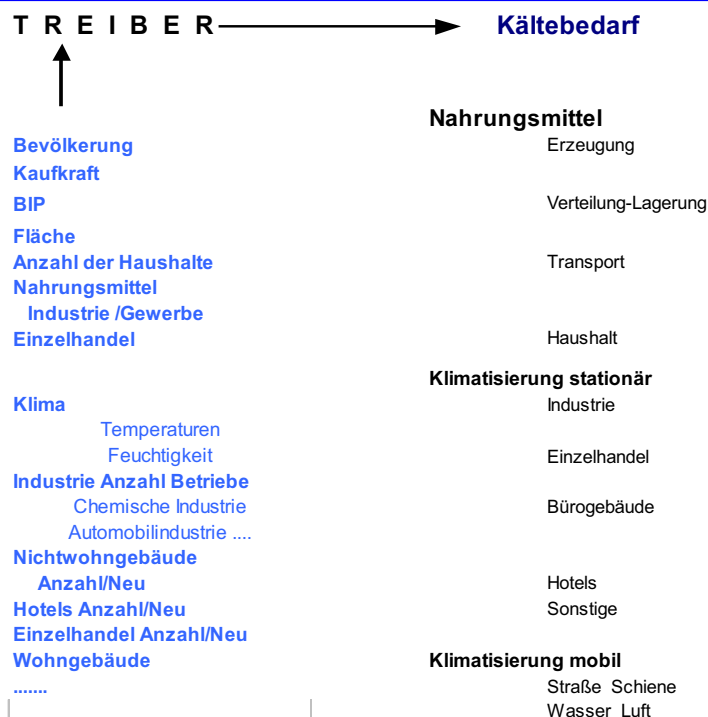
6

Umweltherausforderungen in der Kälte-/ Klimatechnik

- **Globale Erwärmung: Direkter und Indirekter Einfluss durch die Kälte-/Klimatechnik**
- **Bedeutung des Energiebedarfs der Kälteerzeugung in Deutschland**

7

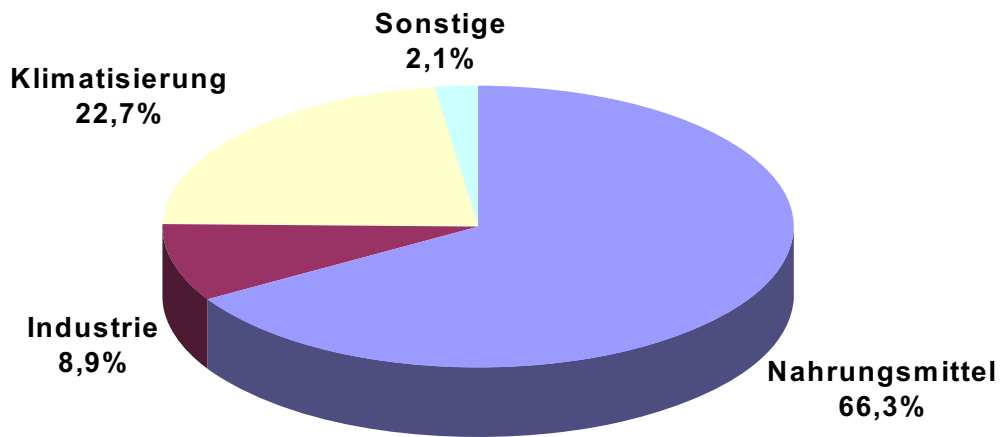
Treiber für den Kältebedarf



8

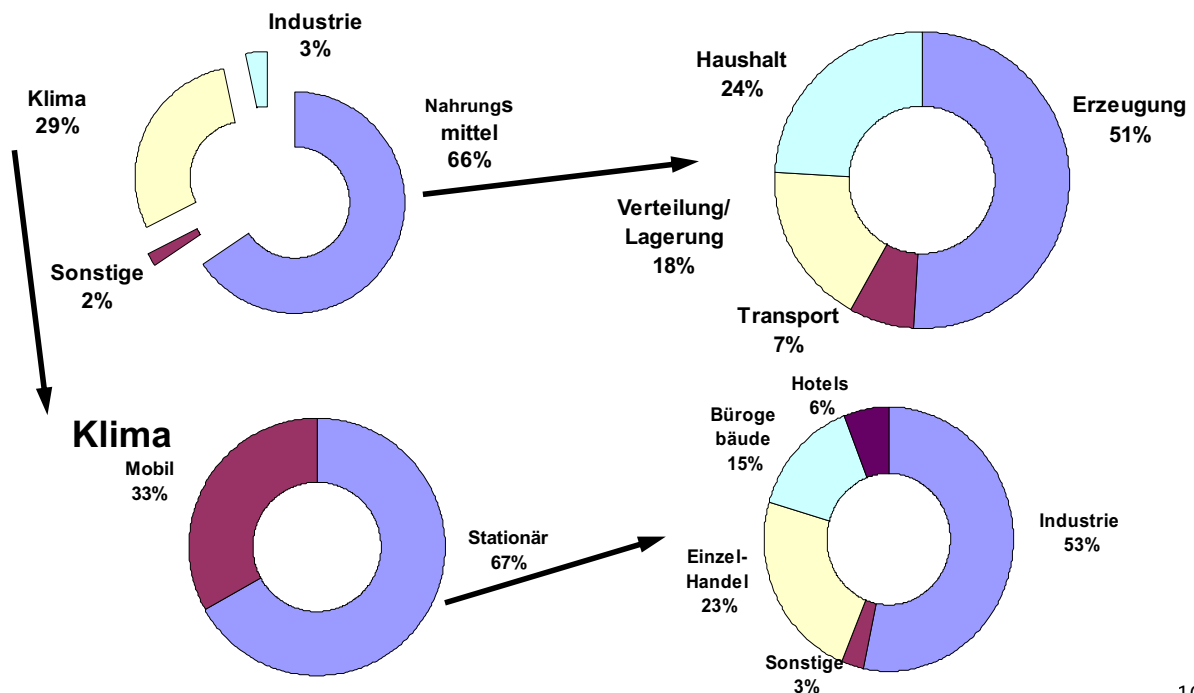
Gesamtenergiebedarf zur technischen Kälteerzeugung in Deutschland

Gesamtenergiebedarf 1999 in Deutschland: 77.091 GWh/a
 ~ 14% vom Gesamtenergiebedarf in Deutschland



9

Kältebedarf in Deutschland 164.927 GWh/a



10

Kyoto - Protokoll 1997

Emissionskontrolle der Treibhausgase

CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆

Europäische Union: F-Gas Verordnung 4. Juli 2007
Deutschland: Chemikalien-Klimaschutzverordnung 2008

**Gesamte Kälte-, Klima-
und Wärmepumpentechnik: Emissionskontrolle von H-FKW**

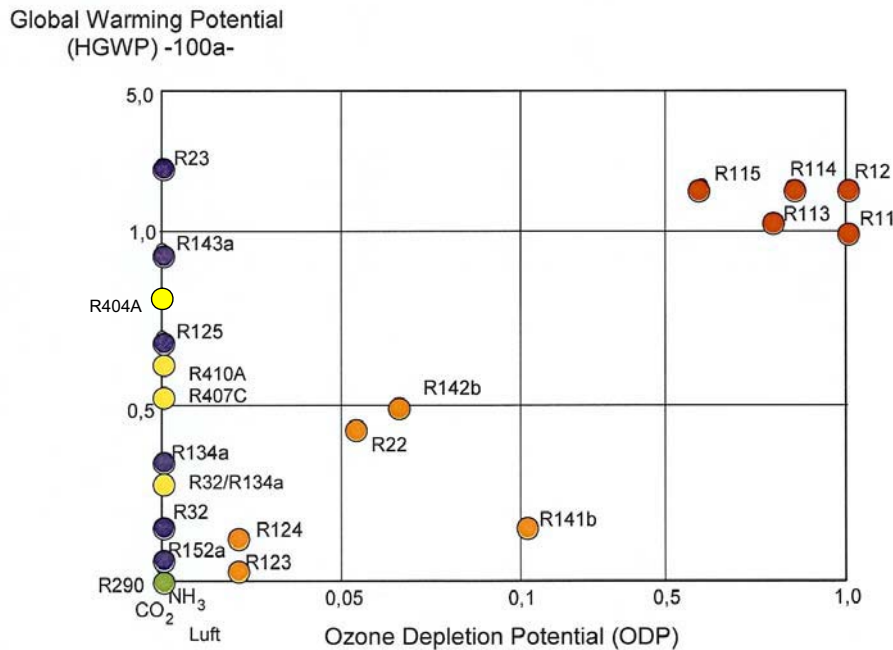
11

Bedeutung u. Auswirkungen der Eu-F- Gas- u. der deutschen Chemikalien- Klimaschutz-Verordnung

- **Umweltherausforderungen in der Kälte-/ Klimatechnik**
 - Montreal Protokoll 1987 -Ozonabbau-
 - Kyoto - Protokoll 1997 -Klimaschutz, globale Erwärmung-
- **Kältemittel ODP GWP TEWI Öko-Effizienz**
- **Derzeit geltende Verordnungen**
 - Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen..
 - Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen..
- **Was muss bei welcher Anlage beachtet werden?**
- **Welche Vorteile bringen diese Verordnungen für den Betreiber?**
- **Empfehlungen an den Betreiber von Kälte- und Klimaanlage**

12

Ozone Depletion Potential (ODP) und Global Warming Potential (GWP)



Das Ökoeffizienz-Konzept

- Zur Entscheidungsfindung für Technologien und bei technischen Investitionen müssen unterschiedliche Bereiche untersucht und bewertet werden.
- Häufig müssen Umwelt- und Kostenaspekte gemeinsam Berücksichtigung finden.
- Diese Bewertung ist schwer, da die Anforderungen an die Kompetenz der Entscheidungsträger sehr hoch sind.

Das Ökoeffizienz-Konzept

Ökoeffizienz ist ein Konzept zur Verminderung der Umweltbelastung und der Kosten durch sinnvolle Nutzung von Ressourcen.

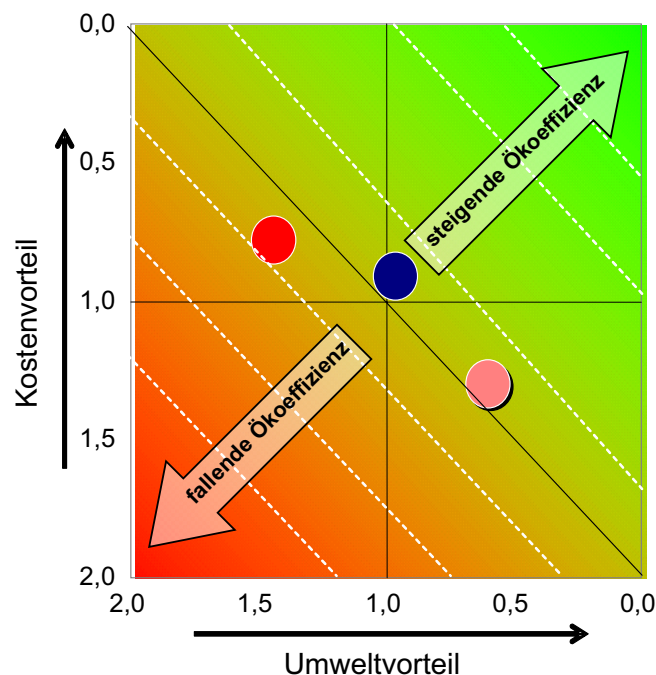
$$\text{Ökoeffizienz} = \frac{\text{wirtschaftlicher Wert eines Produktes}}{\text{Auswirkung auf die Umwelt}}$$

Nach der Definition des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ist Ökoeffizienz erreicht,

„wenn ressourcenschonende Produkte und Dienstleistungen, die menschliche Bedürfnisse befriedigen und einen Beitrag zur Lebensqualität leisten, zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden“.

15

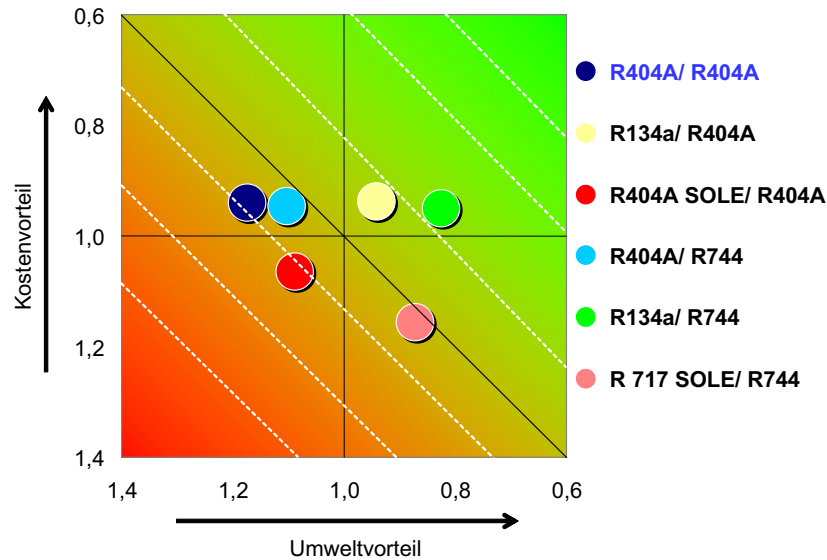
Das Ökoeffizienz-Konzept



16

Ökoeffizienzanalyse: Supermarktkälteanlagen

hinsichtlich GWP Berechnung mit Standardparametern



17

	HFKW Kältemittel ①	Halogenfreie Kältemittel ①
Haushaltsgeräte	R134a	R600a
Gewerbliche Kälteanlagen	R134a • R404A • R507A	R290 • R1270 ③ CO ₂ ②③
Industrielle Kälteanlagen	R134a • R404A • R507A	NH ₃ • CO ₂ ② KWs (petrochemische Systeme)
Wärmepumpen	R134a • R407C • R410A	R290 • NH ₃

- ① Fett gedruckte Kältemittel werden vorzugsweise eingesetzt
- ② Unterkritische Anwendung – in Kaskadensystemen und als Sekundär-Fluid
- ③ Erprobungsphase

18

Bedeutung u. Auswirkungen der Eu-F- Gas- u. der deutschen Chemikalien- Klimaschutz-Verordnung

- Umweltherausforderungen in der Kälte-/ Klimatechnik
 - Montreal Protokoll 1987 -Ozonabbau-
 - Kyoto - Protokoll 1997 -Klimaschutz, globale Erwärmung-
- Kältemittel ODP GWP TEWI Öko-Effizienz
- **Derzeit geltende Verordnungen**
 - **Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen..**
 - **Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen..**
- **Was muss bei welcher Anlage beachtet werden?**
- Welche Vorteile bringen diese Verordnungen für den Betreiber?
- Empfehlungen an den Betreiber von Kälte- und Klimaanlage

19

Kältemittel-Verordnungen

Halonverbotsordnung (1991)	FCKW (R11, R12, R114, R502)	ODP hoch
EU 3093/94		
EU 2037/2000	FCKW/HFCKW (R22 und blends, R141b, R123)	ODP
F-Gase-VO (EU 842/2006)	FKW/HFKW (R134a, R404A, R407C, R413A, R152a, R227)	GWP
ChemOzonVO (1.12.2006)	Verschärfung der EU 2037/2000	ODP

ChemKlimaschutzV

Verschärfung der EU 842/2006

GWP

20

Montreal Protokoll 1987 -Ozonabbau-

- **FCKW-Halon-Verbots-Verordnung 1991**
- **EU 2037/2000**
- **ChemOzonSchichtV 2006**

21

FCKW-Halon-Verbots-Verordnung

- vom 06. Mai 1991, zuletzt geändert am 29.10.01
- Nationale Regelung zur Erfüllung des Montreal-Protokolls
- Nachfüll- / Verwendungsverbote für FCKW
- Ausstiegsregelung für H-FCKW
 - R12-Verbot seit 01. Juli 1998
 - R502-Verbot seit 01. Juni 1999
 - R22-Verbot in Neuanlagen seit 01.01.2000
 - R22 als Neuware für Service nur bis Ende 2009

22

EU 2037/2000

- Inkraft getreten am 01.10.2000
- Europäische Regelung zur Erfüllung des Montreal-Protokolls
- Anwendungsbereiche: Produktion, Einfuhr, Ausfuhr, Inverkehrbringen, Verwendung, Rückgewinnung, Recycling, Aufarbeitung und Vernichtung von FCKW und H-FCKW
- FCKW-Verbot seit 10/2000
- H-FCKW Phase-Out schrittweise ab 2008-2014
- Aufzeichnungs- und Protokollpflichten

23

ChemOzonSchichtV

- Ordnungswidrigkeiten (§6) begeht,**
- **wer Austreten eines Stoffes nicht verhindert oder reduziert,**
 - **wer keine Inspektion oder Wartung durchführt,**
 - **wer Undichtigkeit nicht beseitigt,**
 - **wer Aufzeichnungen über KM-Füllung nicht führt,**
 - **wer ohne Sachkunde arbeitet**

24

Verordnung (EG) Nr. 842/2006

F-Gase Verordnung (gültig ab 4. Juli 2007)

- Senkung der Emissionen von fluorierten Treibhausgasen
- Dichtheitskontrolle
 - 3 - 30 Kg: jährliche Kontrolle
 - 30 bis 300 Kg: halb-jährliche Kontrolle
 - Über 300 kg: viertel-jährliche Kontrolle
- Dokumentationspflicht (Wartung und Inspektion)
- **Verantwortung der Betreiber von Anlagen**
- Berichterstattungspflicht für Hersteller und Importeure

25

Anlagendichtheit (Art. 3)

Prüfintervalle:

Füllmenge, kg	Zeitraum	Bemerkungen
ab 3 kg	jährlich	ab 6 kg, hermetisch geschlossen
mehr als 30 kg	halbjährlich	Leckageerkennungssysteme verdoppeln Prüfintervall
mehr als 300 kg	vierteljährlich	Leckageerkennungssysteme vorgeschrieben

26

Füllgewicht Kontrollintervalle

- ≥ 3 kg mindestens 1-mal/12 Monate
- > 6 kg Ausnahme: hermetisch geschlossene Systeme, die als solche gekennzeichnet sind
- ≥ 30 kg mindestens 1-mal/6 Monate; bei Leckage-Erkennungssystem (mindestens 1-mal/Jahr kontrolliert): mindestens 1-mal/12 Monate
- ≥ 300 kg mindestens 1-mal/3 Monate; bei Leckage-Erkennungssystem (mindestens 1-mal/Jahr kontrolliert): mindestens 1-mal/6 Monate
- nach Reparatur eines Lecks zur Sicherstellung, dass Reparatur wirksam war: innerhalb 1 Monats nach Reparatur

27

Dichtheitskontrollen

- auf Dichtheit kontrollieren bedeutet, dass das System unter Verwendung direkter oder indirekter Messmethoden gezielt auf Lecks hin untersucht wird
- nach der Reparatur eines Lecks ist innerhalb eines Monats eine Überprüfung erforderlich, ob die Reparatur erfolgreich war

28

Prüffristen für Dichtheitsprüfungen:

Füllmenge	Intervall	Prüfpflicht ab	Rechtsvorschrift	Sanktion
FCKW / H-FCKW (R22, R141b, R123, usw.)				
ab 3 kg	alle 12 Monate	01.10.2000	Artikel 17 Absatz 1 EG-VO 2037/2000	§ 6 ChemOzonSchichtV (Ordnungswidrigkeit nach § 26 Chemikaliengesetz)
FKW / H-FKW (R 23, R 32, R125, R134a, R 143a, R 152a, R 218, R 227ea, R 236fa, R 245fa, R 365mfc, R 404A, R 407C, R 410A, R 413, R 417A, R 422A, R 422D, R 507, R 508A, R 508B)				
ab 3 kg	alle 12 Monate	04.07.2007	Artikel 3 Absatz 2 lit. a) EG-VO 842/2006	Artikel 13 EG-VO 842/2006
ab 6 kg (hermetisch geschlossenes System)				
ab 30 kg	alle 6 Monate alle 12 Monate*	04.07.2007	Artikel 3 Absatz 2 lit. b)	Artikel 13 EG-VO 842/2006
ab 300 kg	alle 3 Monate alle 6 Monate**	04.07.2007	Artikel 3 Absatz 2 lit. c)	Artikel 13 EG-VO 842/2006

* Mit Installation eines automatischen Leckageerkennungssystems können nach Artikel 3 Absatz 4 EG-VO 842/2006 die Dichtheitsprüffristen halbiert werden.

** Nach Artikel 3 Absatz 3 EG-VO 842/2006 haben Betreiber von stationären Kälte- und Klimaanlage mit einer Füllmenge >300 kg die Pflicht ein automatisches Leckageerkennungssystem zu installieren (Dieses muss auch alle 12 Monate gewartet werden)





31



32



33

Übersicht der Leckerkennung



Leckageerkennungssysteme

≠

Leckratenermittlung

■ Leckerkennungssysteme

Direkte Methode:

- Montagelecksuchgeräte
- Sensoren

Indirekte Methode:

- Vergleich von Betriebsparametern SOLL/IST
- (Füllstandsanzeige)

34



Prinzip des DAIKIN Systems

Beispiel

■ Automatische Befüllung des Systems

- Die Anlage füllt selbstständig Kältemittel bei der Erstbefüllung auf, bis das energetische Optimum erreicht ist.

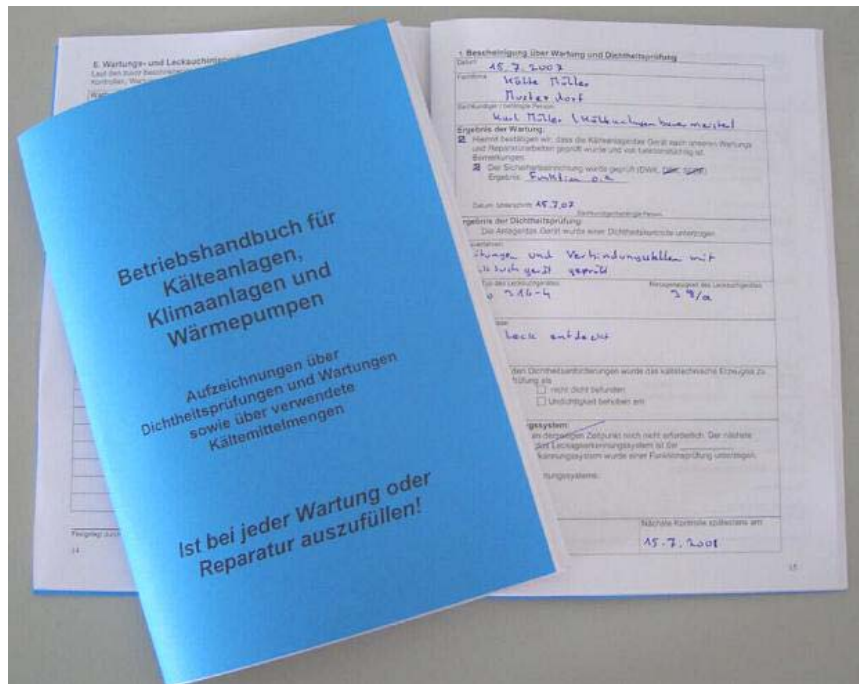
■ Selbstlernprozess (Testbetrieb mit Lernfunktion)

- Die Anlage überprüft nach der automatischen Befüllung alle Parameter und speichert die Werte dauerhaft auf der Platine ab.

■ Indirekte Dichtheitskontrolle

- Die Anlage überprüft die Betriebsparameter zum aktuellen Zeitpunkt mit den gespeicherten Werten aus dem Selbstlernprozess und zeigt das Ergebnis auf der Platine an.

Betriebshandbuch



37

Inhalt

- 1. Beschreibung der Anlage
- 2. Angaben zum Betreiber und Errichter der Anlage
- 3. Kurzbetriebsanweisung für Kälteanlagen und Wärmepumpen
- 4. Übernahme / Übergabebescheinigung
- 5. Gesetzliche Regelungen
 - 5.1. Kältemitteltabelle
 - 5.2. Gesetzliche Regelungen für Kälteanlagen, die FKW u. H-FKW enthalten
 - 5.3. Gesetzliche Regelungen für Kälteanlagen, die FCKW u. H-FCKW enthalten
 - 5.4. Regelungen für Anlagen mit „natürlichen“ Kältemitteln
- 6. Vorgaben für regelmäßige Kontrollen, Wartungen und Dichtheitskontrollen
- 7. Bescheinigung über Wartung / Dichtheitsprüfung
- 8. Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Kälteanlage (einschließlich Nachfüllen von Kältemittel)

38

Verbot und Ausstieg R22 (Verordnung (EG) Nr. 2037/2000):

Die Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 betrifft Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (EU-Verordnung zum Abbau der Ozonschicht), welche unter anderem die Verwendung von FCKW/HFCKW,

z. B. R22 und deren Gemischen R141b, R123 regelt.

ab 01.01.2010: Verwendungsverbot von Frischware R 22 zur Wartung und Instandhaltungen

ab 01.01.2015: Verwendungsverbot von R 22 zur Wartung und Instandhaltungen

R22 Anlagen, die in Deutschland vor dem 01.01.2000 in Betrieb genommen worden sind, dürfen auch nach dem 01.01.2015 noch weiter betrieben werden, so lange kein R22 zur Wartung oder Instandhaltung nachgefüllt werden muss.

39

Quelle: DuPont DKV Tagung 2007 Hannover

Die Herausforderung für die Supermärkte

- Serviceverbot mit HFCKW-Neuware ab Ende 2009
- Deutsche Supermarktketten haben mehr als **7300 R22-Filialen** & d.h. in 109 Wochen => **69 Filialen/Woche** umstellen, um- oder neu bauen.

Jedoch

- Zusätzliche Kapazitäten bei Servicemonteuren sind fraglich
- Verfügbare R22-Recyclemengen werden ab 2010 nicht ausreichend zur Verfügung stehen

Bedeutung u. Auswirkungen der Eu-F- Gas- u. der deutschen Chemikalien- Klimaschutz-Verordnung

- **Umweltherausforderungen in der Kälte-/ Klimatechnik**
 - Montreal Protokoll 1987 -Ozonabbau-
 - Kyoto - Protokoll 1997 -Klimaschutz, globale Erwärmung-
- **Kältemittel ODP GWP TEWI Öko-Effizienz**
- **Derzeit geltende Verordnungen**
 - Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen..
 - Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen..
- **Was muss bei welcher Anlage beachtet werden?**
- **Welche Vorteile bringen diese Verordnungen für den Betreiber?**
- **Empfehlungen an den Betreiber von Kälte- und Klimaanlage**

41

Trends u. Entwicklungen:

- **Erhöhung der Energiepreise und Betriebskosten**
- **Mehrverbrauch an Energie durch:**
 - Anteil gekühlter Sortimente nimmt stetig zu
chilled & frozen food and convenience food
 - Klimatisierung

42

Wie kann diesem Trend entgegengewirkt werden?

- Einsatz energetisch effizienter Kälteanlagen
Kühlmöbel und Klimaanlage
- Vermeidung von zusätzlichem Energieverbrauch
- Senkung der spezifischen Instandhaltungskosten
- Realisierung von
Wärmerückgewinnungskonzepten
- Dokumentation und Kontrolle Energieverbrauch
- Effizientes Energiemanagement

43

Technische Entwicklungen

- Dichtigkeit von Komponenten,
Verbindungen und Anlagen
- Effizienz von Komponenten und Systemen,
Verdichtern, Verflüssigungssätzen, Ver-
bundanlagen, Lüftern, Pumpen ...
- Regelung und Überwachung
- Datendokumentation

44

Hermetisierung

Expansionsventil

Hermetische Anschlüsse
am Expansionsventil



TUA/E und TCAE

T(E)2-Ventil
mit Lötadapter

T(E)2 -Ventile



Lötadapter

Hermetisierung am Expansionsventil und
Servicefreundlichkeit ist kein Widerspruch!

45

Hermetisierung

Kältemitteltrockner

Hermetische Anschlüsse
am Kältemitteltrockner



Lötanschluss Typ DML

Kältemitteltrockner (Bördel)
mit Lötadapter



Lötadapter Typ FSA

Bördelausführung Typ DML

- Zul. Betriebsüberdruck 42 bar
- Optimierte Plasmaschweißnaht
- FSA Lötadapter (auch für andere Komponenten einsetzbar)

46

Zusätzlicher Energieverbrauch

Beispiele:

- Verschmutzte Verflüssiger
- Ungeregelte Verflüssiger
- Zu hohe Verflüssigungstemperaturen

- Schlecht oder unvollständig abgetaute Verdampfer

- Kühlmöbel: Überfüllung, Abdeckung, Beleuchtung ...
- Kühlraum/-zelle: Türöffnung, Kühlgut Zwischenlagerung ...
- Zu niedrige Kühlmöbel/Kühlraumtemperaturen

- Kältemittelverlust aufgrund von Leckagen

47

Verflüssiger richtig aufstellen

- Je niedriger die Umgebungstemperatur im Bereich des Verflüssigers ist, desto höher ist die Energieeffizienz der Kälteanlage. Der ideale Ort für Verflüssiger ist eine schattige Platzierung (Nordseite). Sie sollen großzügig dimensioniert werden, eine zusätzliche Unterkühlung des Kältemittels nach dem Verlassen des Verflüssigers erhöht die Effizienz der Anlage deutlich.
- Bei der Luftführung ist sicherzustellen, dass keine Kurzschlüsse entstehen und bereits erwärmte Luft wieder angesaugt wird.

48

Kältemittel-Strategie

- Kältemittel mit hohem GWP vermeiden
- Kältemittelfüllung minimalisieren
- Kein Kompromiss bei der Sicherheit der Umwelt
- Treibhauseffekt von KM hat eine direkte und indirekte Komponente. Einsatz hocheffizienter Kältemaschinen.
- Energiewirkungsgrad muß verbessert werden
- Anlagen hermetisieren

49

Empfehlungen an den Betreiber von Kälte- und Klimaanlage

- CO₂ -Emissionsminderung bedeutet Energiekosteneinsparung.
- Kontinuierliche Kontrolle der Energiekosten - Reporting -.
- Aktive Zusammenarbeit mit Ihrem KK-Fachbetrieb als Energieberater. Regelmäßige Wartung und Beratung für die Nutzung und das Betreiben der Kälteanlage.
- Bei Investitionen Gesamtkostenbetrachtung über die Lebensdauer durchführen (Ökoeffizienz Ansatz).
- Nur kontinuierliche Dokumentation und die Kontrolle des Energieverbrauchs ermöglicht die CO₂ -Emissionsminderung und sichert damit Ihre Kosteneinsparung -Benchmark-.

50