

Das neue Modell zu stationären Kälte- und Klimaanlage für die jährliche Emissionsberichterstattung

1. Gewerbekälte

Ergebnisse des Forschungsvorhabens

Umweltbundesamt Berlin - 24. Oktober 2012

W. Schwarz

Anforderungen CRF-Berichterstattung

Neun Angaben pro Sektor und pro HFKW-Typ

	Menge der Substanz			Emissionsfaktoren			Emissionen		
	Befüllung neuer Produkte	Bestand	Restmenge bei Entsorgung	Befüllung	Betrieb	Entsorgung	von Befüllung	vom Bestand	von Entsorgung
	(t)			(% per annum)			(t)		
1. Refrigeration									
Commercial Refrigeration									
HFC-134a									
HFC-143a									

F-Gas-Emissionen 2000

Gering aus stat. Kälte-Klima (Stat. KK), weil R-22 dominiert (kein „F-Gas“).
Hauptsektoren: SF₆ (40%), Schaum (20%) HFKW-23 (10%), Autoklima (10%).

Fabrikgefertigte Stationäre KK-Systeme

Daten relativ einfach zu gewinnen bei

Raumklima (Mobil, Split, Multisplit), Chiller, Wärmepumpen, Hausgeräte

- Statistiken über jährliche Verkäufe verfügbar.
- „Stückzahl-Methode“ möglich. Wird noch heute angewandt.

Stückzahl-Methode

für fabrikgefertigte Systeme

Pro Anwendungssektor (CRF-Sektor) von F-Gasen

1. Stückzahl verkaufter Systeme im Berichtsjahr
2. Mittlere (typische) KM-Füllmenge pro Stück
3. Kältemittel-Zusammensetzung (versch. HFKW-Typen)

$1. \times 2. \times 3. = \text{KM-Verwendung zur Neubefüllung}$

4. Bestand = $10 \times \text{Neubefüllung}$ (wenn mittl. LD = 10 Jahre)

5. Betriebs-Emissionen = Bestand $\times$ Emissionsfaktor (EF)

6. Menge zur Entsorgung = Neubefüllung vor 10 Jahren

Stückzahl-Methode

Beispiel 1: Split-Raumklimageräte 2011

1. Absatz in Deutschland: 119.500 (Quelle JARN, Daikin)
2. Füllmenge: 1,5 kg (Expertenschätzung, nicht jährlich)
3. Zusammensetzung: 50% R-410A / 50% R-407C
(klarer Trend zu R-410A seit 2003)

Neubefüllung (1 x 2 x 3: 90 t R-410A + 90 t R-407C (100% im Ausland, keine Befüllemissionen in D außer bei Auffüllung vor Ort).

4. Bestand = Neubefüllungen seit 2001
943 t R-407C, 361 t R-410A, 47 t R-22

5. Betriebs-Emissionen 2011(Emissionsfaktor 5%*)
47 t R-407C, 18 t R-410A, 2 t R-22
* Quelle: Internationale Fachliteratur, IPCC-Guidelines

6. Menge zur Entsorgung = Neubefüllung vor 10 Jahren
15 t R-407C, 0 t R-410A, 61 t R-22

Modell-Methode

Gewerbe- und Industriekälte

- Kundenspezifische Anlagen, häufig ortsmontiert
 - Vielzahl von Herstellern (Kältefachbetriebe)
 - Keine Markt-Statistik der Neuanlagen oder sektorspezifischen Kältemittelverwendung
- Stückzahl-Methode nicht möglich

Aber: ~ 70% des Kältemittelbestands der Stat. KK

Modelle: Ausgangspunkt nicht jährliche Stückzahlen mittlerer KM-Füllmenge, sondern direkt KM-Bestand in einem bestimmten Stichjahr

Vereinfacht: Nicht von jährlicher Neubefüllung zum Bestand, sondern umgekehrt vom Bestand zur jährlichen Neubefüllung/Entsorgungsmenge

Das Kältemittelmodell ab 2003

Industriekälte, Lebensmittelhandel, sonstige Gewerbekälte

1. Gesamtheit der Anlagen nach Typen und kW (DKV 2002)
2. Spez. Füllmenge pro Anlagentyp (Experten)
3. KM-Zusammensetzung nach F-Gas-Typ

KM-Bestand (1 x 2 x 3)

= Anlagenzahl nach Typen x spez. Füllmenge

4. Betriebsemissionen = KM-Bestand x anlagenspezifisch. EF

5. Jährliche Neubefüllung = Bestand / 10 (LD = 10 Jahre)

6. Jährliche Entsorgung = Neubefüllung vor 10 Jahren

Grundzüge des alten KM-Modells

- Datenbasis: umfassende Statistik des Anlagenbestands nach Typ und Kälteleistung (NK, TK, Gefrieren) in 2000 durch DKV-Studie zum Energieverbrauch (2002). Damals einmalig in EU (außer Frankreich).
- Umrechnung der Kälteleistung in Füllmengen (kg/kW) und Abschätzung der KM-Zusammensetzung (R-404A/507, -134a, -407C, -23, -227ea) mit Experten (u.a. Tillner-Roth für Supermärkte).
- Anlagenspez. Emissionsfaktoren aus der damaligen Fachliteratur: Gewerbe: Neue Zentralanlagen 10%, umgerüstete Zentralanlagen 15%, Verflüssigungssätze 5%, Einzelgeräte 1,5%. Industriekälte: 7%.
- Lebensdauer: 10 Jahre alle Anlagentypen
- Entsorgungsemissionen: 30% auf nominale Entsorgungsmenge
- Abschläge für HFKW-Neubefüllung bis 2001 für R-22 in Neuanlagen
- Servicekältemittel für R-12-Ersatz in Altanlagen

Mängel des alten KM-Modells

- Empirische Grundlage: unveränderter Anlagenbestand des Jahres 2000. Jährliche Aktualisierung zu aufwendig.
- Modell statisch, berücksichtigt nicht Anlagenbestand in der Zeit.
- Feste Jahreswerte ignorieren jährliche Marktschwankungen.
- Unsicherheiten der Werte für Neufüllung und Entsorgung $\pm 30\%$
- Wg. zu niedriger Lebensdauer (10 Jahre) unfähig, R-22-Ersatz in bestehenden Anlagen zu erfassen (Ersatz zu früh abgeschlossen)
- Kältemittelzusammensetzung: Anteil von R-404A/507 zu hoch, von R-407C zu niedrig. Dadurch zu hohe Werte für GWP-Emissionen
- KM-Bestand in „sonstiger Gewerbekälte“ zu hoch

Das neue KM-Modell ab 2011: Gewerbekälte

Hauptunterschied Gewerbekälte-Zentralanlagen

- Ausgangsbasis nicht mehr Anzahl der Anlagen, sondern direkt Verkaufsfläche bzw. installierte KM-Menge pro m² Verkaufsfläche (VKFL).
- Typischer Supermarkt mittlerer Größe (1.000 m² VKFL) hat 230 kg KM (NK+TK) = 0,230 kg pro Quadratmeter*.
- KM-Koeffizient im neuen Modell ist für alle Lebensmittelmärkte > 400 m² (ohne Discounter) generell 0,230 kg /m².
- KM-Bestand = Verkaufsfläche x 0,230 kg (Märkte > 400 m² VKFL)
- VKFL wird jährlich statistisch ermittelt. Damit ist der KM-Bestand jährlich aktualisierbar (dynamischer statt statischer Ansatz).
- Vermeidet Fehler, wenn trotz Rückgang der Zahl der Märkte die gekühlte Fläche steigt.
- Koeffizient nicht für Discounter, die Zentralanlagen nur für NK verwenden. KM-Bestand = Zahl der Betriebe x 80 kg.

* EPEE 2010. D. Clodic verwendet für Frankreich (hypermachés) 0,287 kg/m².

Gewerbekälte-Zentralanlagen

KM-Bestand im neuen Modell

Kältemittelbestand nach neuem Modell im Jahr 2010,
Angaben in t

	Füllmengen- Kennziffer	Verkaufsfläche in Mio m ² /Anzahl der Discountmärkte	Kältemittel in t
Große Märkte (1500- 5000 m ²)	0,230 kg/m ²	13,43	3.089
Kleine Märkte (400-1500 m ²)	0,230 kg/m ²	7,14	1.642
Cash&Carry Märkte (ca. 6000 m ²)	0,230 kg/m ²	2,30	538
Discountmärkte (ca. 800 m ²)	80 kg/Betrieb	15.591	1.247
Gesamt:			6.517

Fast die Hälfte der KM in den großen Märkten > 1500 m² VKFL

Gewerbekälte-Zentralanlagen

Weitere Änderungen

... aufgrund internationaler und nationaler Entwicklungen – u.a. im Zug der F-GasV und ihrer Revision (EU-Modell AnaFgas):

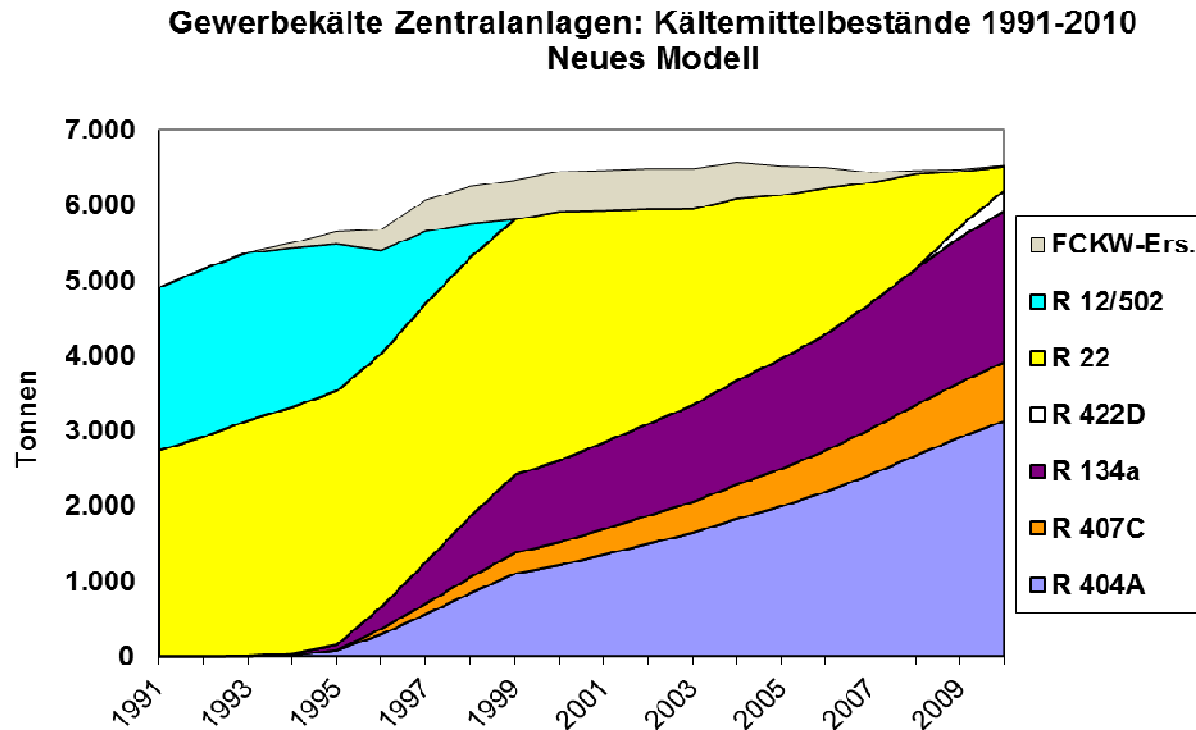
- Betriebs-Emissionsfaktor nicht konstant 10%, sondern kontinuierlicher Rückgang von 20% (1993) auf 11,5% (2010)
- Lebensdauer von 10 auf 14 Jahre erhöht
- Unterscheidung zwischen Betriebsemission und effektiver Nachfüllung
- Eingabe des Anteils alternativer Technologien an Neuanlagen
- Rückgewinnungsrate der effektiven Restmenge bei Außerbetriebnahme
- R-12-Umrüstung und R-22-Ersatz

KM-Zusammensetzung von Neuanlagen

	alt	neu
R-134a	20%	33%
R-404A	80%	54%
R-407C	-	13%

Gewerbekälte-Zentralanlagen

Kältemittel-Bestand 1991-2010



- Anstieg bis 2000 – danach zwischen 6.400 und 6.500 t
- Getragen von Discountern und großen Märkten > 1500 m²
- Rückgang bei Märkten 400 m² – 1500 m²
- R-404A stärkstes KM – vor R-134a
- R-12/502-Ausstieg 1999 abgeschlossen zugunsten von Service-KM
- R-22-Ersatz in 2010 zur Hälfte vollendet

Gewerbekälte - Verflüssigungssätze

- Stückzahl-Methode ist weiterhin anwendbar
- Kältetechnische Daten von DKV 2002 verbessert durch VDMA 2011* und Eigen-Recherchen
- Neue Füllmengen – u.a. übernommen aus Frankreich (D. Clodic) und EU-Modell AnaFgas
- Jährliche Aktualisierung mit öffentlichen Sektor-Statistiken der Betriebe möglich (dynamischer Ansatz)

→ **Deutliche Senkung des KM-Bestands gegenüber altem Modell**

** Energiebedarf für Kältetechnik in Deutschland, Frankfurt 2011 (Verf. G. Preuß)*

Gewerbekälte-Verflüssigungssätze

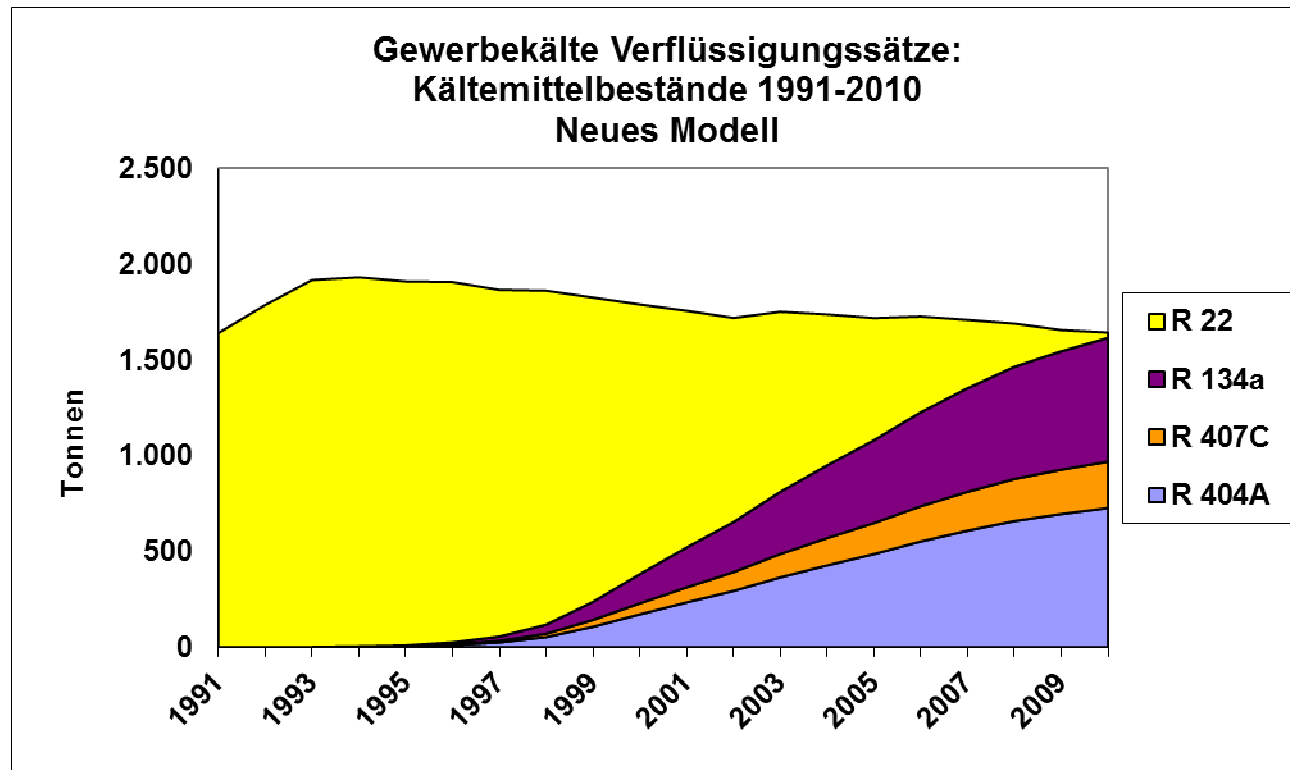
Füllmengen, Anzahl der Betriebe und Kältemittelbestand 2010

	Füllmenge kg/Betrieb	Anzahl Betriebe	Kältemittelbestand in t
Discounter	2,5	15.591	39,00
kl. Lebensmitteleinzelhandelsgeschäfte (<400 m²)	5	7.463	26,12
Kleinhandel			
Getränkeabholmärkte	0,5	13.077	6,54
Facheinzelhandel mit Nahrungsmitteln	4	30.301	121,20
Tankstellenshops	4	14.000	56,00
Handwerk			
Fleischerbetriebe	10	15.496	154,96
Fleischerfilialen	5	10.517	52,59
Bäckereihandwerk	8	14.594	116,75
Bäckereifilialen	2	30.000	60,00
Hotel/Restaurants (Total)			
Beherbergungsgewerbe	4	47.415	142,25
Gaststättengewerbe	4	171.663	515,00
Pachtkantinen und Caterer	2	11.668	35,00
Sonstige			
Krankenhäuser	25	2.065	51,63
Pflegeheime Küchen	3	11.834	35,50
Blumenläden (große)	4	6.000	24,00
Zierpflanzenanbau	4	8.600	34,40
Einzelhandel-Gärtnereien	4	4.500	18,00
Blumengroßhandel	20	250	5,00
Total	~ 3,6	415.034	1.494 *

* Plus 10% Zuschlag für nicht-identifizierte Anwendungen (Militär ...)

Gewerbekälte-Verflüssigungssätze

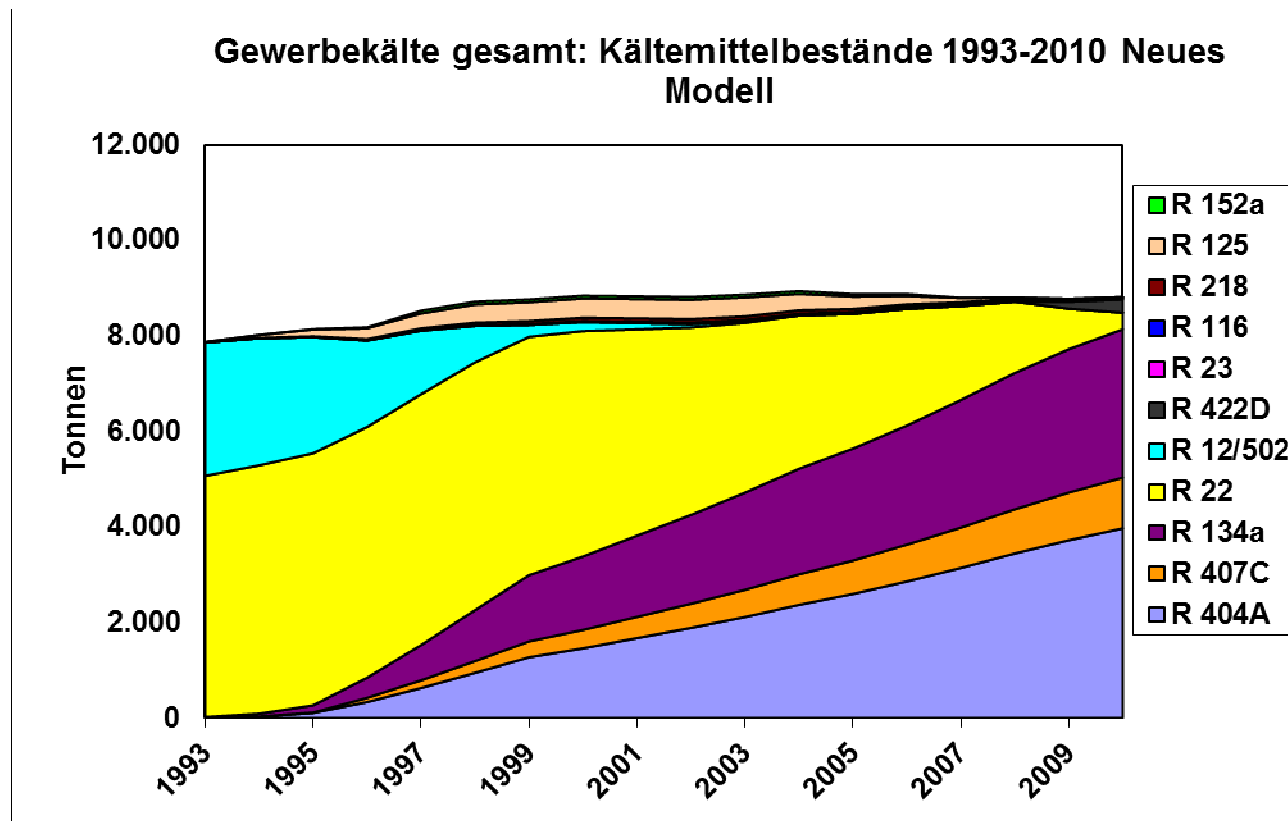
Kältemittel-Bestand 1991-2010



- Rückgang seit 1993 von 1.920 t auf 1.640 t
- Abnahme im Bäcker- und Fleischerhandwerk und Gaststättengewerbe
- Anstieg von Discountern und Beherbergung gleicht Rückgang nicht aus
- R-22-Ersatz in 2010 praktisch vollendet
- R-404A und R-134a gleichauf

Gesamte Gewerbekälte*

Kältemittel-Bestand 1993-2010 Neues Modell

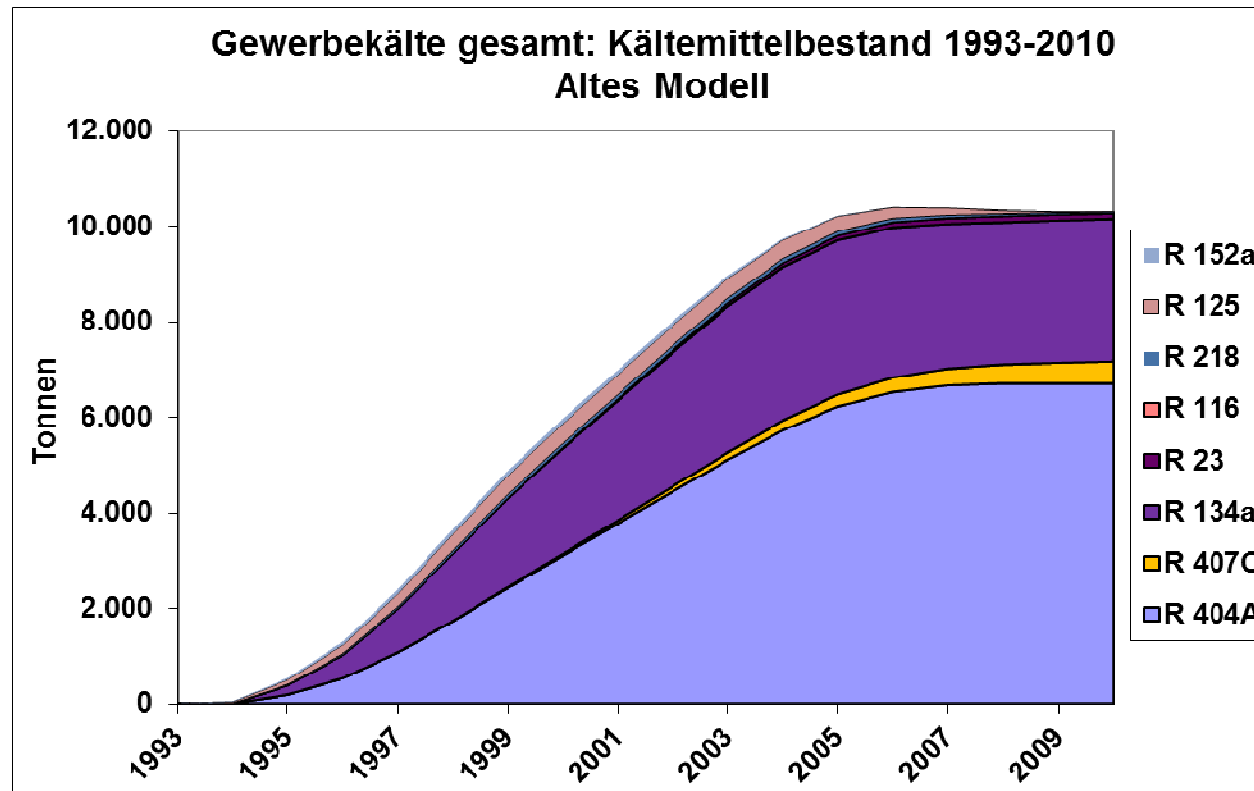


- F-Gas-Bestand 2010 ca. 8.460 t. Dazu 350 t R 22.
- R 404A stärkstes Kältemittel (47%), gefolgt von R 134a (37%)
- Außer R 407C und R 422D spielen andere Kältemittel keine Rolle.

* *einschl. 600 t in hermetischen Geräten*

Gesamte Gewerbekälte

Kältemittel-Bestand 1993-2010 Altes Modell

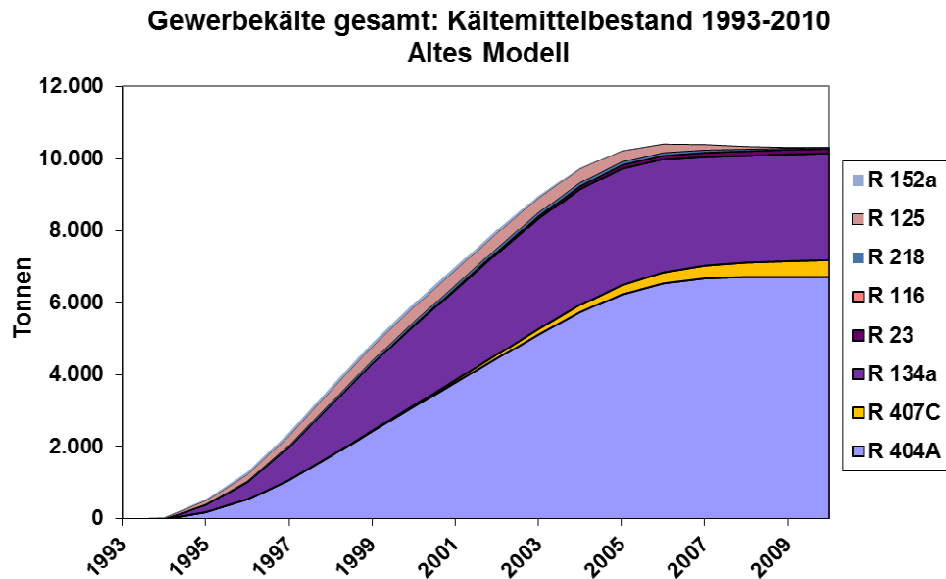


- Modell stellt nur F-Gase dar
- KM-Bestand übersteigt seit 2007 10.000 t.
- Anteil von R-407C gegen R-404A gering

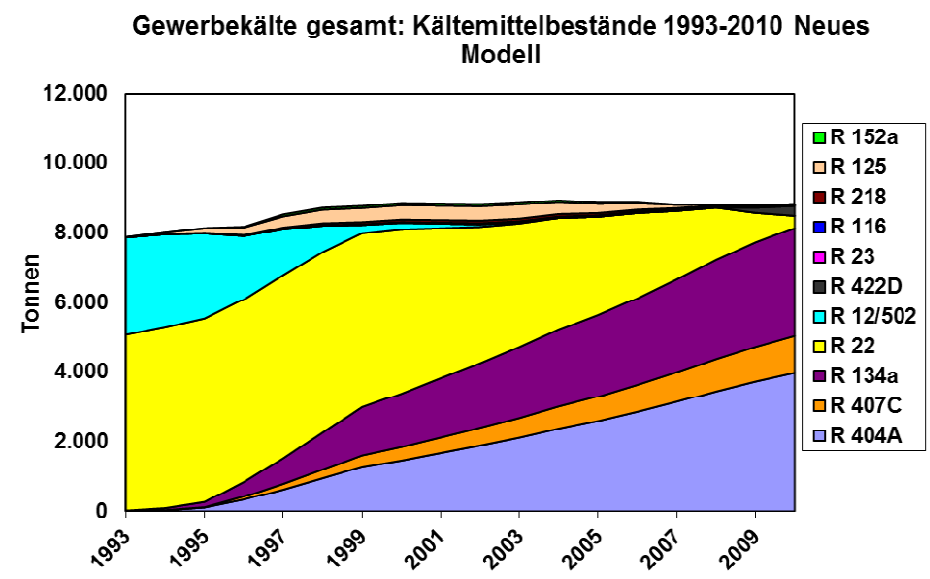
Gesamte Gewerbekälte

Direktvergleich Altes Modell u. Neues Modell

Altes Modell



Neues Modell



Der um 1.500 t größere Bestand im alten Modell geht auf zu hohen KM-Bestand der Verflüssigungssätze zurück

Ende 1. Teil

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?