

# Einsatz klimawirksamer und ozonschichtschädigender Kältemittel in Niedersachsen

Ob im Haushalt, im Supermarkt, an der Tankstelle oder im Auto: Ohne den Einsatz von Kältemitteln in Kühlschränken, gewerblichen oder industriellen Kühl- und Kälteanlagen sowie Fahrzeug- oder Gebäudeklimaanlagen gäbe es kein Eis, keine Tiefkühlkost, keine längerfristige Lebensmittellagerung und auch keine angenehmen Auto- oder Raumtemperaturen an heißen Sommertagen.

Die Kältemittel stehen schon seit fast 30 Jahren im Fokus. Zunächst stand die Ozonschicht schädigende Wirkung der damals eingesetzten Stoffe (FCKW, H-FCKW, Halone) im Mittelpunkt. Heutzutage ist zunehmend das Treibhauspotential der als Ersatz eingeführten Kältemittel (FKW, H-FKW) in der Diskussion.

Die negative Wirkung der Fluorchlorkohlenwasserstoffe und verwandter Stoffe auf die Ozonkonzentration in der unteren Stratosphäre wurde seit Ende der 1970er Jahre beobachtet und ist seit Mitte der Achtziger Jahre als „Ozonloch“ bekannt. 1987 einigten sich Vertreter aus 46 Nationen in Montreal auf eine stufenweise Reduktion der Produktion und Verwendung von Stoffen, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen.

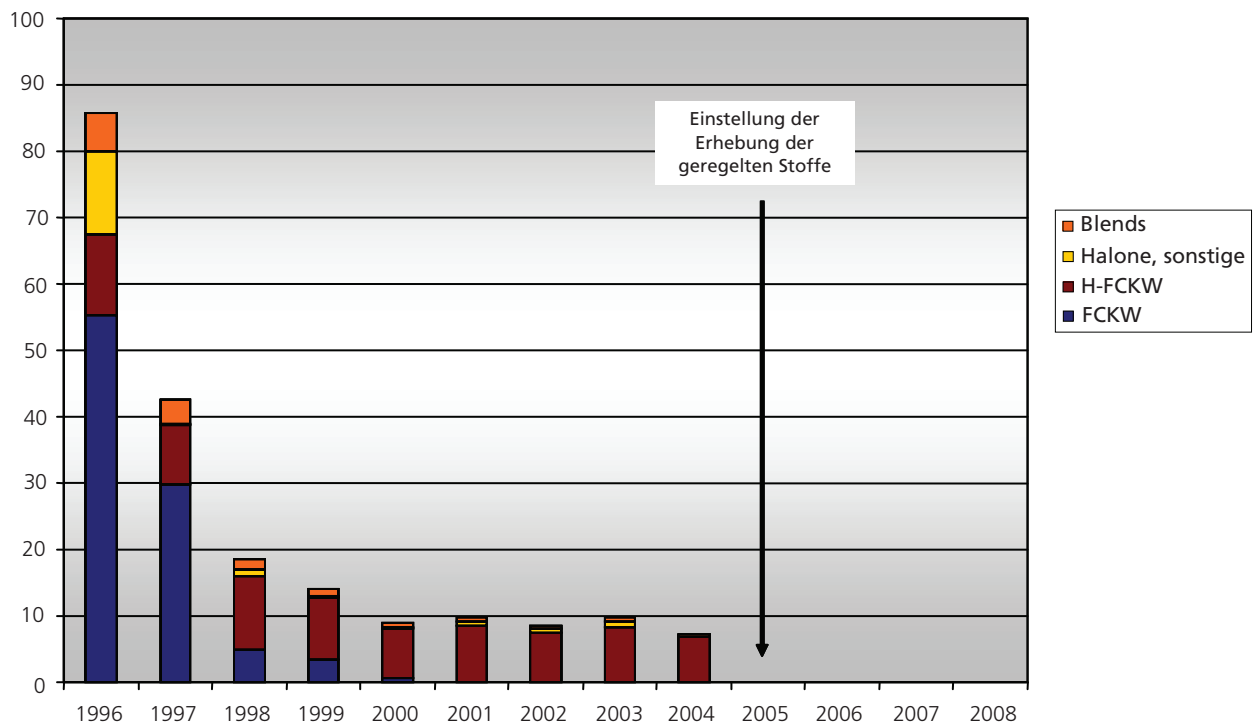
In Deutschland wurde der Ausstieg aus der Produktion, Ein- und Ausfuhr sowie Verwendung dieser sogenannten „geregelten Stoffe“<sup>1)</sup> sukzessive umgesetzt und seit 1996 statistisch erfasst. Das Ozonabbaupotential durch die Verwendung dieser Stoffe wird durch den ODP-Wert<sup>2)</sup> bestimmt. Dieser sagt aus, wie hoch das Ozonzerstörungspotential eines Stoffes relativ zu dem seit 2001 nicht mehr verwendeten FCKW Trichlorfluormethan (R11) ist.

Zwischen 1996 und 2004 ging die Verwendung der geregelten Stoffe als Kältemittel in Niedersachsen von 278 auf 132 Tonnen um mehr als die Hälfte zurück. Das Ozonabbaupotential der verwendeten Kältemittel konnte sogar um mehr als 90 % gesenkt werden. Es ging zwischen 1996 und 2004 sukzessive von 86 auf 7 ODP-gewichtete Tonnen zurück (Abb. 1).

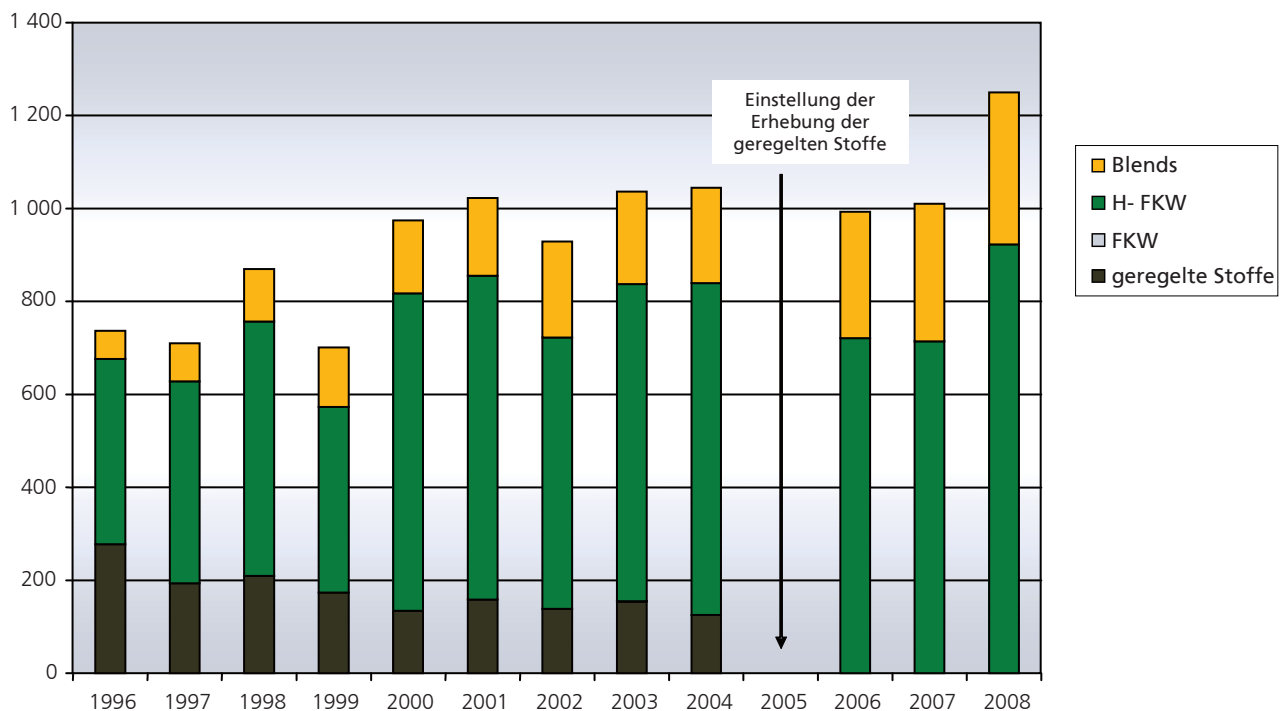
Grund hierfür war zunächst der Austausch von FCKW, Halonen und FBKW durch das weit weniger Ozonschicht

1) Geregelt durch Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. Mai 2008 (ABl. EU Nr. L 140, S. 9); z. B. voll- und teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, H-FCKW), Halone, Methylbromid, teilhalogenierte Fluorbromkohlenwasserstoffe (H-FBKW). – 2) ODP = Ozone Depletion Potential.

1. Ozonabbaupotential der als Kältemittel eingesetzten "geregelten" Stoffe 1996 bis 2004 (in ODP gewichteten Tonnen)



## 2. Als Kältemittel verwendete klimawirksame Stoffe 1996 bis 2008 (in Tonnen)



schädigende H-FCKW. Auf der Suche nach echten Ersatzstoffen konzentrierte man sich auf chemisch ähnliche Stoffe und gelangte zu den fluorierten bzw. teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (FKW, H-FKW). Diese chlor- und bromfreien Stoffe tragen nicht zum Abbau der Ozonschicht bei, besitzen jedoch ein nicht zu vernachlässigendes Treibhauspotential. Im Jahr 2005 wurde die Erhebung der Ozonschicht schädigenden „geregelten“ Stoffe eingestellt.

Das Thema Ozonloch ist aus dem öffentlichen Bewusstsein verschwunden, jedoch noch nicht erledigt. Die bereits emittierten Schadstoffe haben in der Atmosphäre eine lange Verweildauer. Zudem entweichen aus noch in Verwendung befindlichen Materialien weiterhin die in der Vergangenheit eingefüllten ozonschichtschädigenden Stoffe, beispielsweise aus Kühlschränken, die nicht fachgerecht entsorgt werden.

Mit einer Erholung der Ozonschicht wird in mittleren Breiten daher erst in 2050 und über der Antarktis nicht vor dem Jahr 2065 gerechnet. Das größte bisher bekannte Ozonloch wurde im Jahr 2006 über der Antarktis entdeckt.

Nachdem die Verwendung ozonschichtschädigender Stoffe nahezu eingestellt wurde rückte das Treibhauspotential der als Ersatz verwendeten Stoffe in den Vordergrund. Diese Stoffe werden seit 1996 statistisch erhoben. Als „klimawirksam“ im Sinne der Erhebung gelten die Fluor-derivate der aliphatischen und cyclischen Kohlenwasserstoffe mit bis zu sechs Kohlenstoffatomen (FKW, H-FKW).

Das Treibhauspotential der klimawirksamen Stoffe wird anhand ihres GWP-Wertes<sup>3)</sup> beurteilt. Er definiert das Treibhauspotential eines Stoffes relativ zu Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), dem der Wert 1 zugeordnet wird. Die heute verwendeten FKW bzw. H-FKW weisen einen GWP-Wert von bis zu 11 700 auf. Das am häufigsten verwendete Kältemittel R 134a hat einen GWP-Wert von 1 300. Die Bedeutung der verwendeten Kältemittel nach Stoffmenge in Tonnen bzw. Treibhauspotential in GWP-gewichteten Tonnen kann daher deutlich voneinander abweichen.

In Niedersachsen wurden in 2008 insgesamt 1 250 Tonnen klimawirksamer Stoffe oder Mischungen dieser Stoffe („Blends“) als Kältemittel eingesetzt (Abb. 2). Es handelt sich dabei fast ausschließlich um H-FKW (1 249 t), die zu ca. drei Vierteln in Reinform eingesetzt werden und zu einem Viertel in Blends. FKW spielen in Niedersachsen nur eine untergeordnete Rolle und werden ausschließlich in Mischungen verwendet.

Die Verwendung von in Reinform verwendetem H-FKW ist seit 1996 deutlich von knapp 400 Tonnen auf 922 Tonnen im Jahr 2008 gestiegen. Die Bedeutung der Blends nahm überproportional zu. Ihr Einsatz stieg von 61 Tonnen in 1996 auf 328 Tonnen im Jahr 2008.

Die Steigerung ist insbesondere auf die Erstfüllung von neuen Kälteanlagen zurückzuführen. Wurden 1996 noch

3) GWP = Global Warming Potential. Die Einheit GWP-gewichtete Tonnen ist mit der ebenfalls gebräuchlichen Einheit „Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente“ gleichzusetzen.

468 Tonnen klimawirksamer Stoffe in neuen Anlagen eingefüllt, lag dieser Wert in 2008 bei 1 063 Tonnen und damit bei 85 % aller als Kältemittel verwendeten klimawirksamen Stoffe. Lediglich 15 % der Stoffe wurden zur Instandhaltung von bestehenden Anlagen oder zur Erstfüllung von umgerüsteten Anlagen verwendet.

Als Verwender von Kältemitteln gelten Unternehmen, die diese Stoffe unmittelbar selbst in Anlagen einfüllen. Ein Großteil der Kältemittel wird in Autoklimaanlagen sowie für Kühl-LKW verwendet, so dass die Wirtschaftszweige aus dem KfZ-Bereich mit 69 % die höchste Bedeutung bei der Verwendung haben (Abb. 3). Beim Maschinenbau, der Installation von Lüftungs- und Klimaanlagen sowie bei der Reparatur und Installation von Maschinen werden ebenfalls größere Mengen klimawirksamer Stoffe zu Kältezwecken verwendet.

Mit einem Anteil von 79 % wurde das Kältemittel R 134a am häufigsten verwendet (987 Tonnen). Es handelt sich um ein farbloses und fast geruchloses Gas, das durch Druck leicht verflüssigt werden kann. Es wird überwiegend in Reinform, aber auch in Mischungen in Kühlschränken und Autoklimaanlagen verwendet und bildet den Hauptbestandteil von Kältesprays in der Elektronik. An zweiter Stelle der Verwendung steht der Stoff R 125 mit einem Anteil von 10 %, gefolgt von R 143a mit 7 %. Die restlichen 4 % verteilen sich auf diverse sehr unterschiedliche Stoffe.

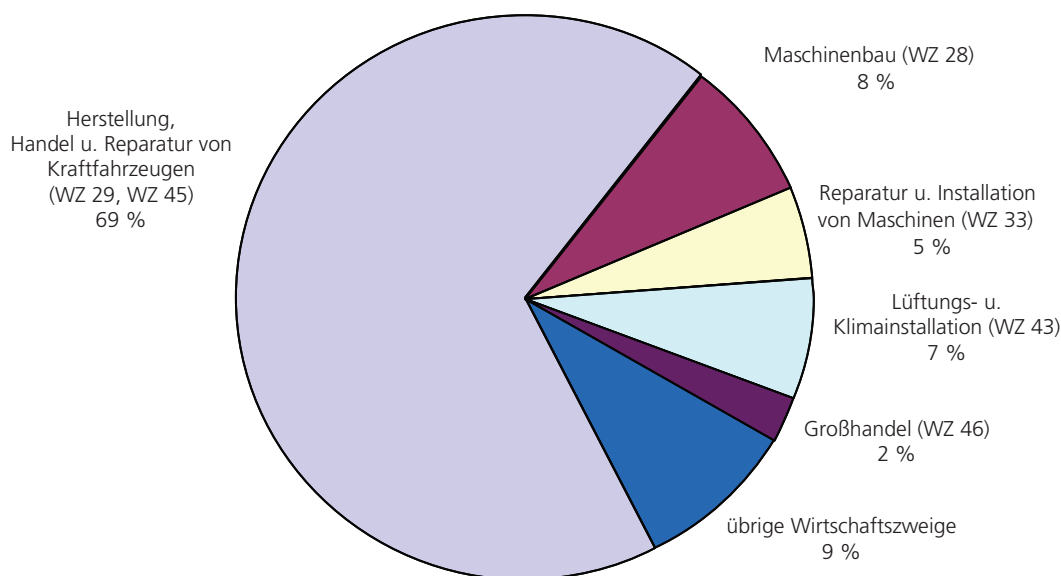
Die als Kältemittel eingesetzten klimawirksamen Stoffe haben insgesamt ein Treibhauspotential von 2,03 Mio. GWP-gewichteten Tonnen. Dies entspricht ca. 2,3 %

der jährlich in Niedersachsen emittierten Menge an Treibhausgasen. Jedoch ist dieses Emissionspotential nicht gleichzusetzen mit der tatsächlich emittierten Menge, da eine Gefährdung erst bei der Freisetzung der Kältemittel auftritt. In geschlossenen Systemen wie z. B. Autoklimaanlagen oder Kühlschränken ist dies zunächst nicht der Fall. Erst bei der Entsorgung bzw. dem Nachfüllen von Anlagen kann es zur Entgasung der Stoffe und damit zur Realisierung des Treibhauspotentials kommen.

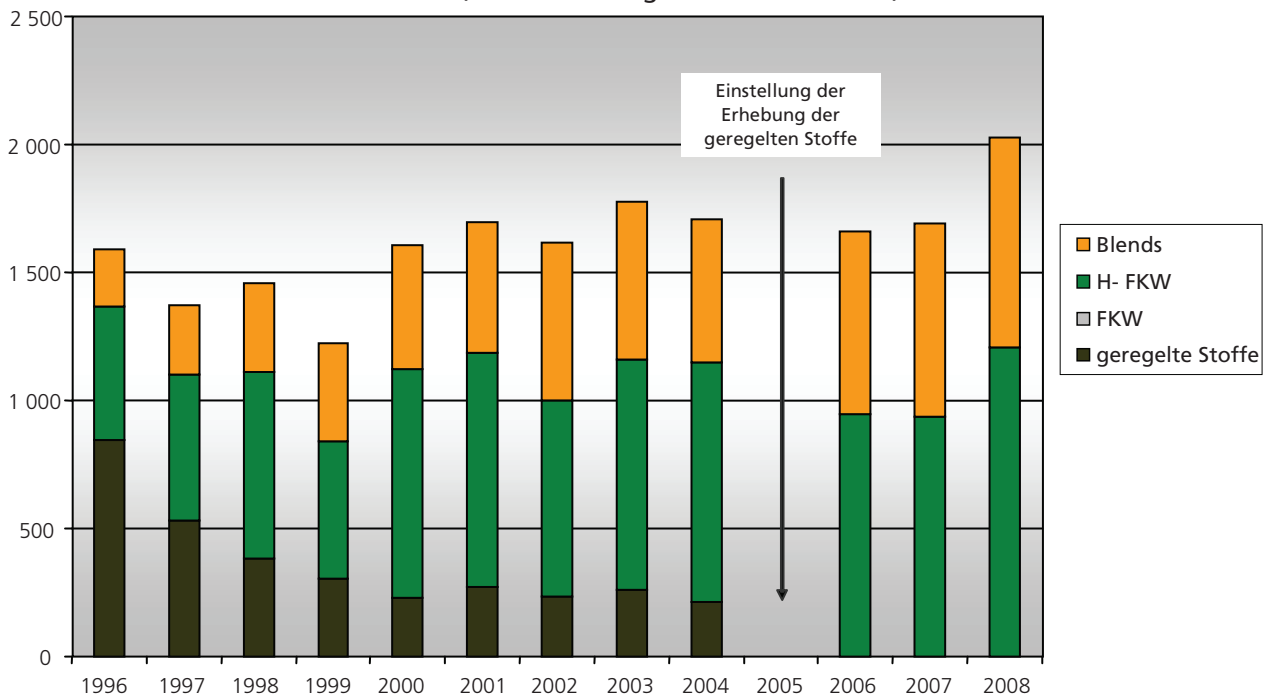
Im Vergleich zur verwendeten Stoffmenge haben Blends eine relativ hohe Bedeutung, was das Treibhauspotential angeht. Lediglich 26 % der in Kältemitteln verwendeten klimawirksamen Stoffe werden in Form von Blends genutzt, sie sind aber für mehr als 40 % der potentiellen Emissionen verantwortlich. Grund hierfür sind die Blends R 404 A sowie R 407 C. In beiden Mischungen wird der mit einem GWP-Wert von 2 800 überdurchschnittlich hoch klimawirksame Stoff R 125 eingesetzt. Zudem ist der mit einem GWP-Wert von 3 800 berechnete Stoff R 143a Bestandteil des Blends R 404 A.

Insgesamt ist das Treibhauspotential der als Kältemittel verwendeten klimawirksamen Stoffe jedoch weniger stark gestiegen, als die verwendete Menge (Abb.4). Wenn man davon ausgeht, dass die „geregelten“ Stoffe aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen nur noch in zu vernachlässigenden Mengen eingesetzt werden, stieg die insgesamt als Kältemittel verwendete Menge an klimawirksamen Stoffen zwischen 1996 und 2008 um 70 %, während das Treibhauspotential dieser Stoffe lediglich um 27 % zunahm. Der mittlere GWP-Wert der verwendeten Stoffe sank in diesem Zeitraum von 2 157 auf 1 619.

### 3. Verwendung klimawirksamer Stoffe als Kältemittel nach Wirtschaftszweigen 2008



#### 4. Treibhauspotential der als Kältemittel verwendeten klimawirksamen Stoffe 1996 bis 2008 (in 1 000 GWP-gewichteten Tonnen)



Ziel und Verpflichtung Deutschlands ist es, die Verwendung von klimawirksamen Stoffen auf Dauer einzuschränken. Die dargestellten voll- bzw. teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffe sowie das in einer gesonderten Erhebung des Statistischen Bundesamtes erfasste Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) wurden im Jahr 1997 neben den „klassischen“ Treibhausgasen Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid in das Kyoto-Protokoll aufgenommen, das für Deutschland eine Reduktion der Treibhausgase in einer Periode von 2008 bis 2012 um 21 % unter den Stand von 1990 vorsieht.

Um die Umsetzung für FKW bzw. H-FKW zu gewährleisten, ist in 2006 die F-Gas-Verordnung<sup>4)</sup> in Kraft getreten, die Regelungen zur Reduzierung der Emissionen, der Verwendung, der Rückgewinnung und der Zerstörung von bestimmten fluorierten Treibhausgasen enthält.

Ab dem Jahr 2011 wird der Einsatz des Kältemittels R134a in Klimaanlage neu zugelassener Fahrzeugtypen in der EU verboten, ab 2017 gilt das Verbot für die Klimaanlage aller neuen Fahrzeuge<sup>5)</sup> Es dürfen dann nur noch Stoffe mit einem GWP-Wert von weniger als 150 eingesetzt werden.

Zudem hat die Bundesregierung im August 2007 im Rahmen des integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms beschlossen, konkrete Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen fluoriertem Treibhausgasen zu ergreifen.

4) Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase. – 5) Richtlinie 2006/40/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über die Emissionen aus Klimaanlage in Kraftfahrzeugen.

Dazu gehört z. B. der Erlass einer Chemikalien-Klimaschutz-Verordnung<sup>6)</sup> und die Förderung der Entwicklung und Markteinführung von besonders energieeffizienten und klimafreundlichen Kälteanlagen, beispielsweise in Supermärkten und Autoklimaanlagen. Als Alternativen zu den derzeit verwendeten Kältemitteln sind Kohlendioxid, Ammoniak und Propan im Gespräch, deren Verwendbarkeit derzeit noch durch technische Probleme eingeschränkt ist.

#### Fazit:

Die Verwendung von Kältemitteln, die die Ozonschicht schädigen, konnte im Zeitraum zwischen 1996 und 2004 durch diverse gesetzliche Regelungen um mehr als 90 % gesenkt werden. Die nun als Ersatzstoffe verwendeten Kohlenwasserstoffe (H-FKW, FKW) sind nicht ozonschädlich, weisen jedoch ein erhebliches Treibhauspotential auf, das durch die Einbeziehung dieser Stoffe in das Kyoto-Protokoll mehr und mehr Beachtung findet. In Niedersachsen werden fast ausschließlich H-FKW als Kältemittel eingesetzt. Die verwendete Menge stieg zwischen 1996 und 2008 kontinuierlich um 70 % an, das daraus resultierende Treibhauspotential stieg dagegen lediglich um 27 %. Durch die Einführung diverser Gesetze und Förderprogramme der Bundesregierung ist damit zu rechnen, dass in Zukunft Bewegung in den Markt für Kältemittel kommt und zunehmend Alternativen für die klimawirksamen Kältemittel gefunden werden können.

6) Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluoriertem Treibhausgasen (Chemikalien-Klimaschutzverordnung – ChemKlimaschutzV) vom 26. Juni 2008