

# *Schutz der Ozonschicht*

## *Ausstieg aus der Verwendung H-FCKW- haltiger Kältemittel in Kälte- und Klimaanlageanlagen*



Eine Information des Umweltbundesamtes

**Vorbemerkung:**

Dieses Informationsmaterial gibt Antwort auf die häufigsten dem Umweltbundesamt gestellten Fragen zum Ersatz von H-FCKW als Kältemittel in Kälte- und Klimaanlageanlagen. Rechtliche Grundlage ist die FCKW-Halon-Verbots-Verordnung (Bundesgesetzblatt 1991, Teil 1, 1090-1092) sowie die EG-Verordnung Nr. 2037/2000 (Amtsblatt der EG L244 vom 29.09.2000). Die technischen Grundlagen sind in den Statusberichten „Ersatz des Kältemittels R 22 in bestehenden Kälte- und Klimaanlageanlagen“ (UBA-Texte 34/98 und 05/01) veröffentlicht.

**Bearbeitung:** Umweltbundesamt  
 Fachgebiet III 1.4  
 Dr. Cornelia Elsner  
 Katja Schwaab  
 14191 Berlin  
 Telefon: (030) 8903-0  
 Telefax: (030) 8903-2285

Berlin, den 03.04.2002

**Inhaltsverzeichnis:**

Warum ist der Schutz der Ozonschicht notwendig?	3
Welchen Einfluß haben FCKW bzw. H-FCKW auf die Ozonschicht?	3
Welche internationalen Schutzmaßnahmen wurden ergriffen?	4
Welche internationalen Regelungen sind zu beachten?	4
Welche nationalen Regelungen sind zu beachten?	5
In welchem Umfang werden halogenierte Kältemittel heute eingesetzt?	6
Welche H-FCKW-Kältemittel gibt es?	7
In welchen Einsatzgebieten kommt R 22 bisher zur Anwendung?	7
Sind Ersatzkältemittel für R 22 vom Umweltbundesamt bekannt gegeben worden?	9
Welche Ersatzkältemittel kommen grundsätzlich in Frage?	9
Was ist bei der Auswahl des Ersatzkältemittels bzw. bei der Umstellung von FCKW- und H-FCKW-Anlagen auf Ersatzkältemittel zu berücksichtigen?	11
Wo sind weitere Informationen zu finden?	12

### ***Warum ist der Schutz der Ozonschicht notwendig?***

Die Ozonschicht wirkt wie ein unsichtbares Schutzschild gegenüber der zellschädigenden Ultraviolettstrahlung (UV-B) der Sonne. Eine durch die Ozonreduktion mögliche Zunahme der UV-B-Strahlung an der Erdoberfläche kann beim Menschen zu einem verstärkten Auftreten von Hauterkrankungen (z. B. Melanomen), Katarakten (grauer Star) und einer Beeinträchtigung des Immunsystems führen. Selbst bei geringer Erhöhung des mittleren UV-B-Strahlenflusses ist mit einer Schädigung von Ökosystemen und einer nachteiligen Beeinflussung der Nahrungskette zu rechnen.

### ***Welchen Einfluss haben FCKW bzw. H-FCKW auf die Ozonschicht?***

Die stratosphärische Ozonschicht befindet sich etwa zwischen 15 und 40 km Höhe. Sie wird hauptsächlich durch die aus anthropogenen Quellen stammenden langlebigen chlor- und bromhaltigen Verbindungen wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FCKW) und Halon geschädigt. Unter dem Einfluss von UV-Strahlung wird aus den aufsteigenden FCKW Chlor freigesetzt. Das freie Chloratom greift dann (als sog. „Radikal“) ein Ozonmolekül ( $O_3$ ) an und zersetzt dieses. Dieser Zersetzungsprozess ist ein ständiger Kreislauf, da als Endprodukt wieder ein freies Chloratom entsteht.

Trotz der unbestreitbaren weltweiten Erfolge beim Schutz der Ozonschicht wird die Weltbevölkerung immer wieder von Meldungen über neue Rekorde beim Abbau der Ozonschicht aufgeschreckt. Im September 2000 vermeldete die WMO (Weltmeteorologieorganisation), dass das Ozonloch über der Antarktis ein zu dieser Jahreszeit noch nicht gemessenes Ausmaß erreicht hat. Seine Größe betrug am 3. September 2000 28,3 Millionen  $km^2$ ; dies entspricht der dreifachen Landmasse der USA.

Auch über dem europäischen Kontinent wird beobachtet, dass die stratosphärische Ozonschicht verstärkt ausdünn. Im Zeitraum von 1968 bis 1992 betrug der Rückgang im Durchschnitt 3 % je Dekade. Seit Ende der 70er Jahre hat sich die Abnahme verstärkt und beträgt im Mittel zur Zeit 5 % je Dekade. Die Ozonschicht über Europa ist heute um 6 % dünner als vor zwanzig Jahren und Verluste von bis zu 50 % wurden in einigen Wintern der 90iger Jahre beobachtet.

Das prognostizierte Maximum des Ozonabbaus wird nach jüngsten Berechnungen erst in ca. 10 Jahren erreicht werden. Bisher war von einer Trendumkehr zur Jahrtausendwende ausgegangen worden. Das Wiedererreichen der „ursprünglichen“ Ozonschicht wird erst Mitte des 21. Jahrhunderts erwartet, wobei Wissenschaftler vermehrt eine noch spätere Erholung der Ozonschicht fürchten.

### ***Welche internationalen Schutzmaßnahmen wurden ergriffen?***

Im September 1987 zeichneten 25 Regierungen und die Kommission der Europäischen Gemeinschaft das "Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen". Mit dem Ratifikations-Gesetz vom November 1988 erlangten die dort formulierten Reduktionspflichten Rechtsverbindlichkeit in der Bundesrepublik Deutschland. Das Montrealer Protokoll war das Signal zum weltweiten Ausstieg aus der FCKW-Produktion und -Verwendung.

Die Ende der achtziger Jahre existierenden wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Ozonerstörungspotential der FCKW machten deutlich, dass die im Montrealer Protokoll im Jahre 1987 festgelegten Reduzierungsquoten und -fristen nicht ausreichten, um einen weiteren Abbau der Ozonschicht wirksam und rechtzeitig zu verhindern. Es trat deshalb im Mai 1991 die FCKW-Halon-Verbots-Verordnung (siehe auch weiter unten) in Kraft, die zum damaligen Zeitpunkt sowohl bezüglich der geregelten Stoffe, wie auch bezüglich der Ausstiegsfristen deutlich schärfere Regelungen als das Montrealer Protokoll vorsah. Die internationale Entwicklung in den letzten Jahren hat gezeigt, daß dies ein Schritt in die richtige Richtung war. So wurde das Montrealer Protokoll sowie die Regelungen in der EG mehrfach verschärft. Die letzte Anpassung der EG-Verordnung fand im Jahr 2000 statt. Die EG-Verordnung 2037/2000 beinhaltet heute in vielen Bereichen Verpflichtungen, die über die deutschen Anforderungen hinausgehen.

### ***Welche internationalen Regelungen sind zu beachten?***

Neben der nationalen FCKW-Halon-Verbots-Verordnung ist die Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen zu beachten. Im Artikel 5 dieser Verordnung sind Verwendungsbeschränkungen für teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FCKW) formuliert:

- ab 01. Januar 1996 Verbot der HFCKW
  - als Kältemittel in nicht geschlossenen Direktverdampfungssystemen,
  - als Kältemittel in Haushaltskühl- und -gefriergeräten,
  - zur Klimatisierung von Kraftfahrzeugen, Zugmaschinen, Geländefahrzeugen oder Anhängerfahrzeugen, unabhängig von der Energiequelle, mit Ausnahme militärischer Verwendungszwecke, deren Verbot am 31.12.2008 in Kraft tritt und
  - zur Klimatisierung von Straßenfahrzeugen im öffentlichen Verkehr.
- ab 01. Januar 1998 Verbot der HFCKW:
  - zur Klimatisierung in Schienenfahrzeugen für den öffentlichen Verkehr.
- ab 01. Januar 2000 Verbot der HFCKW:
  - als Kältemittel in öffentlichen und Verteilerkühlhäusern und -lagern und
  - als Kältemittel für Einrichtungen mit einer Eingangsleistung von 150 kW und mehr.

- ab 01. Januar 2001 in allen sonstigen Kälte- und Klimaanlageanlagen, die nach dem 31. Dezember 2000 hergestellt werden, ausgenommen fest eingebaute Klimaanlageanlagen mit einer Kälteleistung von weniger als 100 kW, bei denen die Verwendung von H-FCKW in nach dem 30. Juni 2002 hergestellten Geräten ab 01. Juli 2002 verboten ist, und kombinierte Klimaanlageanlagen- und Wärmepumpensystemen, bei denen die Verwendung von H-FCKW in allen nach dem 31. Dezember 2003 hergestellten Einrichtungen ab 01. Januar 2004 verboten ist.
- ab 01. Januar 2010 ist die Verwendung von unverarbeiteten H-FCKW zur Instandhaltung und Wartung bereits existierender Kälte- und Klimaanlageanlagen verboten.
- ab 01. Januar 2015 sind alle H-FCKW verboten.

Des Weiteren dürfen Hersteller und Importeure von HFCKW diese spätestens nach dem 31. Dezember 2009 nicht mehr in den Verkehr bringen oder selbst verwenden. (Art.4, Nr.3)

Produkte und Einrichtungen, die vor den Verwendungsbeschränkungen für H-FCKW hergestellt wurden, dürfen auch darüber hinaus in den Verkehr gebracht werden. (Art.5, Nr.4)

Die Verwendungsbeschränkungen für H-FCKW gelten bis 31. Dezember 2009 nicht für die Herstellung von Produkten für die Ausfuhr in Länder, in denen die Verwendung von H-FCKW noch erlaubt ist.

### ***Welche nationalen Regelungen sind zu beachten?***

Nach der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung ist das Inverkehrbringen und Verwenden von R 22 und R 22-haltigen Gemischen als Kältemittel seit dem 01. Januar 2000 verboten. Geräte und Anlagen, die dieses Kältemittel enthalten, dürfen nicht mehr hergestellt und in den Verkehr gebracht werden. Dabei bezieht sich das Inverkehrbringensverbot für die Anlage auf den Hersteller des Erzeugnisses (§10 Abs. 3 der Verordnung). Zwischenhändler oder andere „Nichthersteller des Erzeugnisses“ dürfen R 22-haltige Anlagen, die vor dem 01. Januar 2000 hergestellt wurden, auch weiterhin in den Verkehr bringen. Der Export der Anlage fällt ebenfalls unter die Definition des Begriffs „Inverkehrbringen“.

Das Verwendungsverbot des § 3 Abs. 1 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung bedeutet, dass der Umgang mit dem Kältemittel als solchem (z.B. Nachfüllen des Kältemittels) verboten ist.

In Anlagen die vor dem 01. Januar 2000 hergestellt wurden, bleibt die Verwendung von R 22 weiterhin erlaubt. Ebenfalls erlaubt bleibt die Herstellung und das Inverkehrbringen von R 22 zum Nachfüllen von Altanlagen. Beide Ausnahmen von dem Verbot gelten so lange, bis Ersatzkältemittel mit geringerem Ozonabbaupotenzial nach dem Stand der Technik einsetzbar sind (§ 10 Abs. 2 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung) und diese vom Umweltbundesamt bekannt gegeben sind.

Nach Auffassung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie des Umweltbundesamtes können bestehende Anlagen, bei denen zum Weiterbetrieb der Austausch einer wesentlichen Anlagenkomponente und ein anschließendes erneutes Befüllen der Anlage erforderlich ist, nicht mehr als Altanlage gewertet werden. Gleiches gilt für Anlagen, bei denen der Kältemittelkreislauf erweitert wird. Ob eine Anlage noch als Altanlage gewertet werden kann, sollte im Zweifelsfall bei den zuständigen Landesbehörden erfragt werden.

### *In welchem Umfang werden halogenierte Kältemittel heute eingesetzt?*

Im Jahr 1999 wurden in Deutschland insgesamt 7100 t halogenierte Kältemittel verwendet. Erfasst wurden alle Betriebe, die mehr als 50 kg halogenierte Kältemittel im Jahr 1999 verwendet hatten. Neben den treibhausrelevanten fluorierten Kältemitteln wie R 134a sind R 22 sowie Gemische mit R 22 als ozonabbauende Kältemittel aus Umweltsicht von besonderer Bedeutung. (s. Abb.)

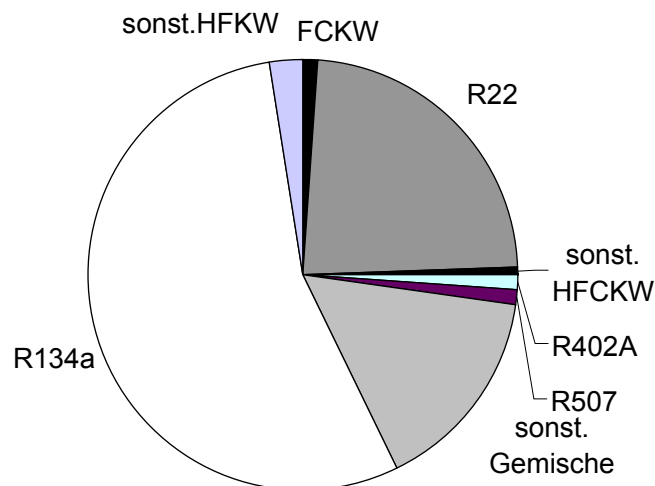


Abb.: Verwendung halogenerter Kältemittel 1999 in Deutschland<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt, Stat. Jahrbuch 2001

### **Welche H-FCKW-Kältemittel gibt es?**

In der nachfolgenden Tabelle sind Beispiele für H-FCKW-Kältemittel zusammengefasst.

<b>Kältemittel</b>	<b>Herstellerbezeichnung</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Ozonabbau-potenzial</b>	<b>Treibhaus-potenzial 100a</b>	<b>Bemerkungen</b>
R 22			0,05	1700	
R 123			0,02	93	toxikologisch bedenklich; R 11-Ersatz
R 124			0,02	480	R 12B1-Ersatz
R 401A	MP39	Du Pont	0,03	1080	R 12-Ersatz
R 401B	MP66	Du Pont	0,03	1190	R 12-Ersatz
R 402A	HP80	Du Pont ICI	0,02	2600	R 502-Ersatz
R 402B	HP81	Du Pont ICI	0,03	2200	R 502-Ersatz
R 403A	Isceon69S	Rhodia	0,04	2670	R 502-Ersatz
R 403B	Isceon69L	Rhodia	0,03	3700	R 502-Ersatz
R 408A	FX10	Elf Atochem	0,03	3100	R 502-Ersatz
R 409A	FX56	Elf Atochem Allied Signal	0,05	1460	R 12-Ersatz
R 409B	FX57	Atofina	0,05	1400	R 12-Ersatz

### **In welchen Einsatzgebieten kommt der H-FCKW R 22 zur Anwendung?**

Das Kältemittel R 22 wurde Mitte der 50er Jahre in größerem Umfang in der Kältetechnik eingeführt. Zunächst wurde es in Anlagen zum Einfrieren von Lebensmitteln und zur Lagerung gefrorener Waren eingesetzt. Als sog. „Mitteldruckkältemittel“ für den mittleren und tiefen Temperaturbereich mit relativ hoher volumetrischer Kälteleistung ist R 22 sehr vielseitig verwendbar. Es wurde daher in den vergangenen 20 Jahren auch in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen eingesetzt. Die hohe volumetrische Kälteleistung ermöglichte z.B. im Vergleich zum Kältemittel R 12 die Ausführung von kleineren Anlagen.

Im Jahr 1989 war R 22 in Deutschland neben R 12 das bedeutendste halogenierte Kältemittel (ca. 40% Anteil). In den folgenden Jahren haben der Verbrauch und die Bedeutung des Kältemittels R 22 jedoch merklich zugenommen. Dies liegt vor allem daran, dass der Ersatz in Neuanlagen aufgrund des Verbotes der FCKW-Kältemittel R 12 und R 502 zugenommen hat und R 22 häufig als Ersatzkältemittel bei der Umstellung von vorhandenen Kälteanlagen verwendet wurde. Im Jahr 1995 wurden ca. 5000 t<sup>1</sup> R 22 verbraucht, was einem Anteil von 56 % R 22 am gesamten Kältemittelverbrauch in Deutschland entsprach. Damit war R 22 das mit Abstand bedeutendste Kältemittel auf dem deutschen Markt.

<sup>1</sup> Texte 34/98: Ersatz des Kältemittels R 22 in bestehenden Kälte- und Klimaanlage, 1998

Das Kältemittel R 22 wurde in nahezu allen Bereichen der Kältetechnik eingesetzt. Ausgenommen waren lediglich der Bereich der Haushaltskühl- und -gefriergeräte und die PKW-Klimatisierung sowie sonstige Fahrzeugklimatisierung. Haupteinsatzgebiete waren die Gewerbekälte (67 %) und die Industriekälte (30 %). Da seit Beginn des Jahres 2000 in Deutschland kein Neubefüllen von R 22 mehr stattfindet, ist der Verbrauch stark zurück gegangen. 1999 lag er noch bei ca. 1670 t<sup>1</sup>.

- *Anwendungsbereich 1: Anlagen zur gewerblichen Kühlung*

Zu den Kälteanlagen der gewerblichen Kühlung zählen Kälteanlagen, die der Frischhaltung und Tiefkühlung zu verkaufender Waren dienen. Gewerbekälteanlagen finden sich im Lebensmittelhandel, in Supermärkten und Discountmärkten, in Metzgereien und Bäckereien, aber auch in Gaststätten, in Gärtnereien und Blumengeschäften sowie in Großküchen in diversen Bereichen. In Kälteanlagen zur gewerblichen Kühlung wurden in der Vergangenheit v.a. die Kältemittel R 12, R 502 und R 22 eingesetzt. R 12 wurde bevorzugt in Anlagen kleiner Leistung für die Normalkühlung verwendet, R 502 in Anlagen für die Tiefkühlung, da R 502 aufgrund der niedrigen Verdichtungstemperaturen in diesem Bereich gegenüber R 22 anwendungstechnische Vorteile aufwies. R 22 wurde in Anlagen mittlerer und größerer Leistung (Einzelanlagen und Verbundanlagen) für die Normalkühlung verwendet. Nach dem Verbot des Neueinsatzes von R 12 und R 502 in Deutschland seit dem 01. Januar 1992 bzw. 01. Januar 1995 wurde anstelle von R 12 zum einen R 134a aber auch R 22 und H-FCKW-Gemischkältemittel eingesetzt. Im Bereich der Tiefkühlung wurde anstelle von R 502 zunächst ausschließlich R 22 verwendet. Zunehmend fanden jedoch R 404A bzw. R 507 als Ersatzkältemittel für R 502 Verwendung.

Für den Bereich der Gewerbekälteanlagen wurde für das Jahr 1995 in Deutschland ein R 22-Verbrauch von insgesamt 3300 t abgeschätzt, der sich zu gleichen Teilen aus Nachfüllungen und Erstbefüllungen zusammensetzte.

- *Anwendungsbereich 2: Industriekälteanlagen*

Ein weiterer großer Anwendungsbereich für R22 ist die industrielle Kälteerzeugung, z. B. in Kühllhäusern zur Warenverteilung, Kälteanlagen der lebensmittelverarbeitenden Industrie, in Brauereien sowie Großmolkereien und Kälteanlagen zur Prozesskühlung in der chemischen oder sonstigen Industrie. Die Kälteleistungen reichen von 50 kW bis zu einigen MW. Die Füllmenge der Anlagen kann bis zu mehreren Tonnen betragen. Die Kältemittel in der industriellen Kälteerzeugung waren im Jahre 1998 fast ausschließlich Ammoniak und R 22, wobei R 22 bis zu 30 % des Kältemittelbedarfs stellte. R 22 wurde vor allem in Gefrier- und Kühlanlagen sowie in Kaltwassersätzen zur Prozesskühlung und industriellen Klimatisierung verwendet. Für den Bereich der Industriekälte wurde für das Jahr 1995 in Deutschland ein R 22-Verbrauch von insgesamt 1500 t geschätzt, der sich aus 900 t Nachfüllungen und 600 t für Erstbefüllungen zusammensetzte. Durch das Verbot von R 22 in Neuanlagen, kommen heute neben Ammoniak vor allem R 134a, R 404A und R 507A zum Einsatz.

- *Anwendungsbereich 3: Klimaanlagen*

Der Einsatzbereich von R 22 in der Klimaanwendung umfasst vor allem die stationären Klimaanlagen zur Raumklimatisierung und zur Klimatisierung mittelgroßer Gebäude im Leistungsbereich von 2,5 kW bis ca. 700 kW Kälteleistung. Die stationären Klimaanlagen

---

<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt, Jahrbuch 2001

lassen sich in Systeme mit Direktverdampfung und sogenannten Wasserkühlsätzen unterteilen. In diesem Anwendungsbereich wurde der R 22-Verbrauch für das Jahr 1995 mit insgesamt 67 t abgeschätzt.

- *Anwendungsbereich 4: Wärmepumpen*

Wärmepumpen mit dem Kältemittel R 22 sind hauptsächlich elektrisch angetrieben und stellen Wärmeleistungen im Bereich von etwa 1 kW bis 50 kW zur Verfügung. Diese Anlagen dienen nahezu ausschließlich der Beheizung von kleinen Gebäuden wie Ein- und Zweifamilienhäusern sowie zur Erwärmung von Brauchwasser. Die Anzahl der in Deutschland mit dem Kältemittel R 22 betriebenen Wärmepumpen wird mit ca. 18.000 angegeben, wobei die Füllmenge dieser Anlagen je nach Leistung und Ausführung etwa 1 kg bis 20 kg beträgt.

- *Anwendungsbereich 5: Transportkälteanlagen*

Zu Transportkälteanlagen zählen Kälteaggregate in Lastkraftwagen, auf Kühlschiffen und an Kühlcontainern sowie in Eisenbahnen im Kühl- und Tiefkühltransport. Die in Kühlaggregaten für Lastkraftwagen in der Vergangenheit eingesetzten klassischen Kältemittel waren R 12, R 22 und R 502. Im Frischdienst, dem Transport von z. B. Molkereiprodukten, Getränken usw. waren 1995 20 % der dort eingesetzten Kühl-LKW mit R 22 ausgerüstet. Der Anteil von R 22 im Tiefkühltransport betrug etwa 30 %. Für Kühlfahrzeuge wurden nach dem Verbot von R 12 und R 502 in Neuanlagen vorwiegend R 22, zu einem geringen Anteil R 22-haltige Gemische eingesetzt. Auf Kühlschiffen und Fabriksschiffen wurden nahezu ausschließlich R 22-Großkälteanlagen eingesetzt, die die vormals angewendeten Ammoniak- und R 12-Kälteanlagen fast vollständig ersetzt haben. Der Verbrauch von R 22 durch Schiffskälteanlagen lag 1995 bei ca. 6 t. Der Einsatz von R 22 in Kühlcontainern und Kühlwaggons spielt eine eher untergeordnete Rolle, auch wenn z. B. die heute in Europa verbliebenen Maschinenkühlwagen noch mit dem Kältemittel R 22 betrieben werden.

### ***Sind Ersatzkältemittel für R 22 vom Umweltbundesamt bekannt gegeben worden?***

Das Umweltbundesamt hat für R 22 bisher keine Ersatzkältemittel bekannt gegeben. Eine Bekanntgabe wird aber weiterhin geprüft.

Eine Reihe von Kälteanlagen mit R 22 als Kältemittel konnte bereits erfolgreich auf nicht ozonschichtschädigende Kältemittel umgestellt werden.

Einen Überblick zum Ersatz des Kältemittels R 22 in bestehenden Anlagen gibt eine Studie des Umweltbundesamtes, welche in der Reihe Texte des UBA Nr. 05/01 veröffentlicht wurde. (Bezugsquelle siehe unten).

### ***Welche Ersatzkältemittel kommen grundsätzlich in Frage?***

Als Ersatzstoffe für das Kältemittel R 22 kommen grundsätzlich nur solche Kältemittel in Frage, die kein Ozonabbaupotenzial (ODP = 0) aufweisen. Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt bei der Wahl eines Ersatzstoffes in bestehenden Kälteanlagen ist das Leistungsverhalten des alternativen Kältemittels: Das Ersatzkältemittel darf in Kälteleistung

und Energieverbrauch nicht wesentlich von den Werten des R 22 abweichen, soll die gegebene Kälteanwendung weiterhin gewährleistet bleiben. Darüber hinaus sind neben den anwendungstechnischen Charakteristika Kriterien wie Treibhauspotenzial und die Berücksichtigung entsprechender Sicherheitsstandards für die Wahl des Ersatzkältemittels von Bedeutung.

Die nachfolgende Tabelle fasst die verfügbaren Ersatzkältemittel für R 22 zusammen.

**Tabelle: Ersatzkältemittel für R 22**

Kälte- mittel	Komponenten	Hersteller- bezeichnung	T (° C) <sup>1)</sup> (Temp.- gleit	GWP <sup>2)</sup> 100a	Bemerkung
R 22			-40,8	1500	
R 134a			-26,1	1300	
R 290			-42,1	~20	brennbar
R 404A	R125/R134a/R143 a	HP62 FX70 u.a.	-46,5 (0,5)	3260	
R 407A	R32/R125/R134a	Klea60	-45,8 (6,6)	1770	
R 407B	R32/R125/R134a	Klea61	-47,6 (4,4)	2290	
R 407C	R32/R125/R134a	Klea66 Suva9000 u.a.	-44,3 (7,2)	1530	
R 410A	R32/R125	AZ20 Solkane410 u.a.	-52,7 (0,2)	1830	
R 417A	R125/R134a/R600	Isceon59	-41,8 (5,1)	1955 <sup>6)</sup>	
R 507A	R125/R143a	AZ50 u.a.	-46,5	3300	
R 717	100		-33,3	<1	
R 1270	100		-47,7	k.A.	brennbar
	R290/R170	Care 50	-49 (5,8)	~20 <sup>6)</sup>	brennbar
	R125/R134a/ R-E170	FX90	-43 (6,6)	2400	Kältemittel nicht in der Studie <sup>1)</sup> untersucht

1) Quelle: UBA-Texte 05/01

2) Siedepunkttemperatur für p=1,013 bar; (): Temperaturgleit beim Siededruck von p=1,013 bar

3) Treibhauspotenzial/kg CO<sub>2</sub>

4) Sicherheitseinstufung nach UVV-VBG20

5) Sicherheitseinstufung nach ASHRAE

6) keine Angabe

Neben R 22 und Gemischen mit R 22 werden in geringem Umfang noch einige vollhalogenierte Kältemittel in bestehenden Anlagen eingesetzt. Mögliche Ersatzkältemittel sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle: Ersatzkältemittel für andere FCKW**

Kältemittel	Komponenten	Herstellerbezeichnung	T (° C) <sup>1)</sup> (Temp.-gleit)	GWP <sup>2)</sup> 100a	Bemerkung
R 23		FE13	-82	12100	R13,R503-Ersatz
R 134a			-26,1	1300	
R 290			-42,1	~20	brennbar
R 227ea			-16,5	2900	R12B1-Ersatz
R 236fa			-1,6	6300	R114-Ersatz
R 717	100		-33,3	<1	
R 1270	100		-47,7	k.A.	brennbar
R 410A	R32/R125	AZ20 Solkane410 u.a.	-52,7 (0,2)	1830	R13B1-Ersatz
R 508A	R23/R116	5R3	-86	12300	R503-Ersatz
R 508B	R23/R116	Suva95	-88	12300	R503-Ersatz
	R125/R218/R290	Isceon89	-55 (4,0)	3090	R13B1-Ersatz
	R32/R125	FX80	-51 (<0,2)	2360	R13B1-Ersatz

Quelle: UBA-Texte 59/98 sowie Bitzer-Report Nr.10

***Was ist bei der Auswahl des Ersatzkältemittels bzw. bei der Umstellung von FCKW- und H-FCKW-Anlagen auf Ersatzkältemittel zu beachten?***

Grundsätzlich kann bei der Umstellung bestehender Kälteanlagen auf einen Ersatzstoff zwischen dem Drop-In- und einem Retrofit-Verfahren unterschieden werden. Beim Drop-In-Verfahren beschränkt sich die Umstellung im wesentlichen auf den Austausch des Kältemittels und ggf. einen Ölwechsel. Diese sogenannten Drop-In Kältemittelgemische erfordern einen eher geringen Umrüstungsaufwand und sind damit häufig die kostengünstigste Variante.

Sogenannte Retrofit-Kältemittelgemische ohne ein Ozonabbaupotenzial erfordern in der Regel den Austausch des bisher verwendeten Mineralöles aus dem Kältemittelkreislauf. Das aufwendigere Umrüstverfahren führt im Vergleich zu den Drop-In Kältemittelgemischen zu höheren Kosten. Diese Anlagen können jedoch ohne gesetzliche Beschränkungen weiter betrieben werden.

In geeigneten Fällen kann ein Austausch von R 22 auch auf Propan (R 290), Propen (R 1270) oder auf das Kohlenwasserstoffgemisch CARE 50 erfolgen. Diese Stoffe/ Stoffgemisch

besitzen kein Ozonabbaupotential und ein vernachlässigbares Treibhauspotential. Beim Einsatz dieser Kältemittel sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften bezüglich der Brennbarkeit zu beachten.

### ***Wo sind weitere Informationen zu finden?***

Weitere Informationen zur Umrüstung sowie zu einsetzbaren Kältemitteln können den Statusberichten „Ersatz des Kältemittels R 22 in bestehenden Kälte- und Klimaanlage“ entnommen werden, die in der Reihe UBA-Texte unter der Nummer 34/98 sowie 05/01 erschienen sind.

Darüber hinaus wurden Berichte zum Ersatz der Kältemittel R 12 (UBA-Texte 6/96), zum Ersatz des Kältemittels R 502 (UBA-Texte 29/97) sowie zum Ersatz von R 11 und anderer FCKW-Kältemittel (UBA-Texte 59/98) veröffentlicht.

Alle Berichte können bei der Firma Werbung und Vertrieb, Ahornstraße 1-2, 10 787 Berlin, gegen Vorauszahlung von jeweils 7,67 Euro (per Verrechnungsscheck oder Überweisung-Konto-Nr.43 27 65 104, BLZ 100 100 10, Postbank Berlin bezogen werden. Für die Bestellung dieser Berichte kann der als Anhang beigefügte Vordruck verwendet werden.

Darüber hinaus sind Informationen über die folgenden Links abrufbar:

<http://www.umweltbundesamt.de>

<http://www.bmu.de>

<http://europa.eu.int/comm/environment/ozone/index.htm>

<http://www.unep.org/ozone/>

<http://www.afeas.org>