

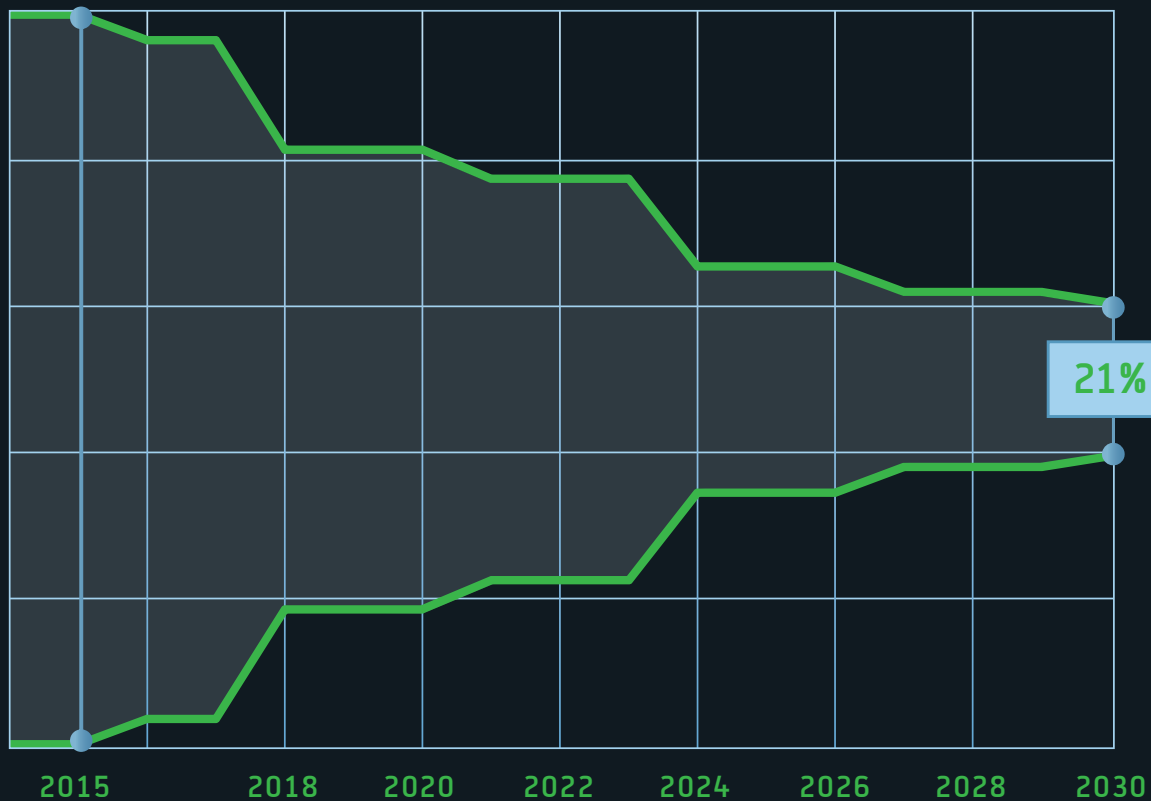


THE HEART OF FRESHNESS

NEW EU F-GAS REGULATION

NEUE EU F-GASE VERORDNUNG

PHASE-DOWN



Neue EU F-Gase Verordnung Nr. 517/2014 – Konsequenzen für die Kälte-, Klima- und Wärmepumpenbranche

Seite	Inhalt
2	1 Ausgangssituation
3	2 Kernelemente der revidierten F-Gase Verordnung
4	3 Gestufte Reduzierung („Phase-Down“) von F-Gasen
5	4 Verwendungsbeschränkungen / Verbote
7	5 Bewertung von Kältemittel-Alternativen mit reduziertem Treibhauspotenzial
10	6 Lösungen von BITZER für zukünftige Kältemittel

Am 16.12.2013 erfolgte die Einigung zwischen Umwelt-Komitee des Europäischen Parlaments, dem Europäischen Rat und der Kommission über eine gestufte Reduzierung („Phase-Down“) des Verbrauchs von fluorierten Treibhausgasen (F-Gase) um 79% bis zum Jahr 2030.

Inzwischen wurde der Verordnungstext sowohl vom Parlament als auch vom Rat gebilligt und am 20. Mai im „Official Journal“ veröffentlicht. Die Verordnung trat am 9. Juni 2014 in Kraft und kommt ab 01. Januar 2015 in der gesamten EU zur Anwendung.

1 Ausgangssituation

Die seit 2007 geltende erste Fassung der EU F-Gase-Verordnung Nr. 842/2006 hatte eine deutliche Reduzierung der F-Gase Emissionen durch verbesserte Anlagendichtheit und Rückgewinnung der F-Gase zum Ziel. Dazu gehörten u.a. Vorgaben zur regelmäßigen Dichtheitskontrolle, besondere Anforderungen an die Ausbildung und Zertifizierung des Personals sowie Berichterstattung der Kältemittelhersteller über den Verbrauch von F-Gasen. Für den Bereich stationärer Kälteanlagen wurden keine Verwendungsverbote erlassen.

In der Verordnung wurde ebenfalls eine Überprüfung der Auswirkungen bis zum Juli 2011 festgelegt. Die dafür in Auftrag gegebene Studie kam zum Ergebnis, dass die Umsetzung der Maßnah-

New EU F-Gas Regulation 517/2014 – Conse- quences for the refrigeration, air conditioning and heat pump sector

Page	Contents
2	1 Initial situation
3	2 Core elements of the revised F-Gas Regulation
4	3 Phase-down of F-Gases
5	4 Control of use / prohibitions
7	5 Evaluation of alternative refrigerants with reduced global warming potential
10	6 Solutions offered by BITZER for future refrigerants

On 16.12.2013, the Environmental Committee of the European Parliament, the European Council and the European Commission agreed on a phase-down of the consumption of fluorinated greenhouse gases (F-Gases) by 79% by the year 2030.

In the meantime, the text of the Regulation was adopted both by Parliament and Council and published in the Official Journal on 20th May. The Regulation entered into force as of 9 June 2014 and will become applicable in the entire EU as of 01 January 2015.

1 Initial situation

The first version of the F-Gas Regulation No. 842/2006 in force since 2007 was aimed at considerably reducing emissions of F-Gases by means of improved containment of the installations and recovery of F-Gases. This included, among others, regular leak checks, special requirements with regard to training and certification of personnel as well as reporting on the use of F-Gases by the refrigerant manufacturers. For stationary refrigeration systems, there were no prohibitions of use.

This Regulation also stipulated that the impact had to be assessed by July 2011. The study ordered for this purpose showed a positive development after the implementation of the measures. However, it could be seen that the medium and long-term targets

men eine positive Entwicklung nimmt. Allerdings zeigte sich, dass die inzwischen von der EU definierten mittel- und langfristigen Ziele zur Minderung von direkten Emissionen mit den ursprünglichen Vorgaben nicht erreicht werden können. Als Folge wurde ein Verfahren zur Revision der Verordnung eingeleitet.

2 Kernelemente der revidierten F-Gase Verordnung

Gegenüber der bisherigen Verordnung No. 842/2006 erfolgt in wesentlichen Elementen eine Verschärfung, neue Anforderungen kommen dazu. Nachfolgend eine Liste der wichtigsten Änderungen:

- ❑ Gestufte Reduzierung („Phase-Down“) der zur Verfügung stehenden Gesamtmenge an F-Gasen (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe). Dabei wird die Menge in Tonnen CO₂-Äquivalent definiert – als Produkt von Kältemittelmenge und jeweiligem Treibhauspotenzial (GWP). Diese Menge wird in mehreren Stufen ab 2015 auf nur noch 21% bis 2030 abgesenkt.
- ❑ Quotensystem: Zur Kontrolle des Kältemittelverbrauchs werden den Herstellern auf Antrag Quoten zugewiesen. Dazu besteht die Pflicht der Berichterstattung über den tatsächlichen Verbrauch (CO₂-Äquivalent).
- ❑ Für eine Reihe von Anwendungen ist ein maximal zulässiger GWP-Wert des Kältemittels festgelegt. Dies bedeutet in verschiedenen Segmenten eine Verwendungsbeschränkung von derzeit eingesetzten Kältemitteln und Technologien bereits ab 2020 (Haushaltsgeräte ab 2015) – mit weiteren wesentlichen Einschränkungen ab 2022. Siehe Kapitel „Verwendungsbeschränkung / Verbote“ sowie Abb. 3.
- ❑ Vorschriften zur Emissionsminderung („Containment“), Dichtheitskontrollen und Kennzeichnung sind neu geregelt. Regelmäßige Kontrollen sind von 2016 an bereits ab einer Kältemittelfüllung von ≥ 5 Tonnen CO₂-Äquivalent vorgeschrieben – entspricht bei R134a $\geq 3,5$ kg; R404A $\geq 1,3$ kg.
- ❑ Mit F-Gasen vorgefüllte Systeme (z.B. Klimageräte, Wärmepumpen, Kühlsätze), die aus Ländern außerhalb der EU importiert werden, dürfen nach einer gewissen Übergangsfrist nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie im Quotensystem berücksichtigt sind. Hierüber besteht ebenfalls Berichtspflicht durch den Hersteller oder Importeur.

Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich im Wesentlichen auf die gestufte Reduzierung („Phase-Down“) von F-Gasen und die Beschränkungen der Verwendung in Kälte-, Klima- und Wärmepumpensystemen mittlerer bis größerer Leistung. Darüber hinaus werden für die einzelnen Segmente Lösungsansätze hinsichtlich Kältemittel sowie Verdichter- und System-Technologien behandelt.

defined in the meantime by the EU to reduce direct emissions cannot be reached using the original measures. As a consequence, a procedure for revising the Regulation was initiated.

2 Core elements of the revised F-Gas Regulation

Contrary to the previous Regulation No. 842/2006, essential parts are tightened, new requirements are added. The following list shows the most important changes:

- ❑ Phase-down of the available total volume of fluorinated greenhouse gases (partially fluorinated hydrocarbons). The quantity is defined in tons of CO₂ equivalent – as product of refrigerant quantity and global warming potential (GWP). This quantity will be reduced in several steps from 2015 onwards to just 21% by 2030.
- ❑ Quota system: On request, manufacturers will be assigned quota to control refrigerant consumption. It is mandatory to report actual consumption (CO₂ equivalent).
- ❑ For a number of applications, a maximum admissible GWP value of the refrigerant is defined. This means, use of currently applied refrigerants and technologies can already be limited from 2020 in certain segments (domestic appliances from 2015) – with further considerable restrictions from 2022. See chapter "Control of use / prohibitions" and Fig. 3.
- ❑ There are new requirements with regard to containment, leak checks and marking. As of 2016 regular checks are mandatory from a refrigerant charge of ≥ 5 tons of CO₂ equivalent – i.e. for R134a ≥ 3.5 kg; R404A ≥ 1.3 kg.
- ❑ Systems pre-charged with F-Gases (e.g. air conditioning systems, heat pumps, chillers) imported from non-EU countries can after a certain transition period only be placed on the market if considered in the quota system. Reporting on this by manufacturer or importing company is also required.

The following explanations mainly refer to the phase-down of F-Gases and restrictions for use in refrigeration, air conditioning and heat pump systems of medium to large capacity. Furthermore, solutions for refrigerants as well as compressor and system technologies for the individual segments are presented.

3 Gestufte Reduzierung („Phase-Down“) von F-Gasen

Die Mengenbegrenzung (Abb. 1) stellt insgesamt die größte Herausforderung der neuen F-Gase Verordnung dar. Sie beschreibt den gesamten Verbrauch, also Neubefüllungen, Leckagemengen, Verluste durch Havarien und Wartung, Reparaturen und Recycling und bezieht sich auf den Durchschnittsverbrauch der Jahre 2009 bis 2012.

3 Phase-down of F-Gases

The quantitative limitation (Fig. 1) is the biggest challenge of the new F-Gas Regulation. It describes the total consumption, i.e. refilling, leakage quantities, losses due to damages and maintenance, repair and recycling, and refers to the average consumption in the years 2009 to 2012.

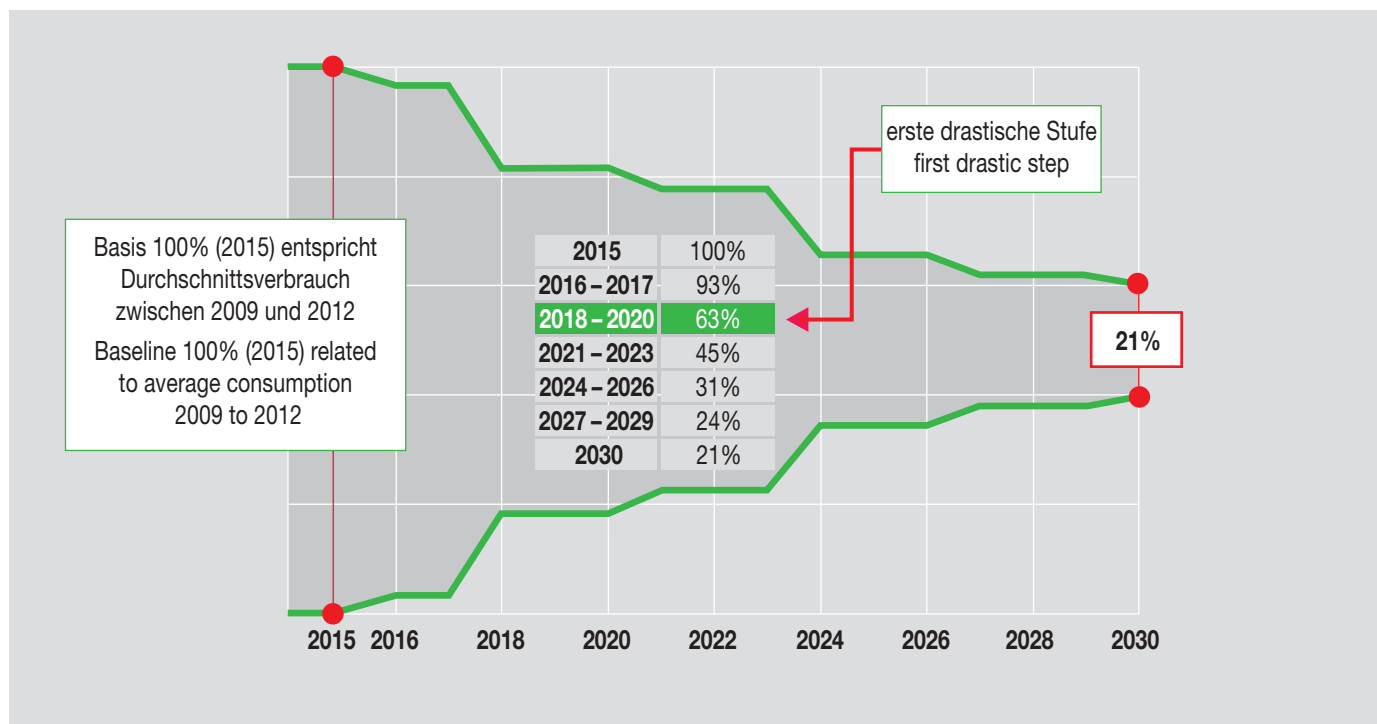


Abb. 1 Mengenbegrenzung („Phase-Down“) bis 2030

Fig. 1 Quantitative limit ("phase-down") until 2030

Betrachtet man dabei den durchschnittlichen GWP-Wert (ca. 2200 – 2300) aller derzeit in der EU als Kältemittel eingesetzten HFKW, dann resultiert aus der Mengenbegrenzung auf 21% ein durchschnittlicher GWP von deutlich unter 500 (siehe Abb. 2). Alle derzeit als Alternative verfügbaren Kältemittel mit GWP < 500, ausgenommen CO₂, sind brennbar, teilweise auch toxisch. Bereits der niedrige Durchschnittswert lässt den Schluss zu, dass eine Reduzierung des Verbrauchs durch die geplanten Verwendungsbeschränkungen (ab 2020 und 2022) alleine nicht ausreichen wird, um die Mengenbegrenzungen zu erreichen. Dies auch unter dem Gesichtspunkt eines künftig steigenden Bedarfs an kältetechnischen Anlagen. Das hat zur Folge, dass alternative Kältemittel und/oder Technologien künftig auch in Anwendungssektoren eingesetzt werden müssen, die nicht unmittelbar von den Beschränkungen betroffen sind.

Considering the average GWP value (approx. 2200 – 2300) of all HFCs currently used as refrigerants in the EU, an average GWP of clearly below 500 would be the result of the quantitative limit of 21% (see Fig. 2). All refrigerants with GWP < 500 currently available as alternative, with exception of CO₂, are flammable, some also toxic. This already low average value allows the conclusion that reduction of consumption by means of the planned use bans (from 2020 and 2022) alone will not be sufficient to reach the quantitative limit. Also taking into consideration the future increasing need for refrigeration systems. This means that alternative refrigerants and/or technologies will have to be used also in fields of application that are not directly affected by the bans.

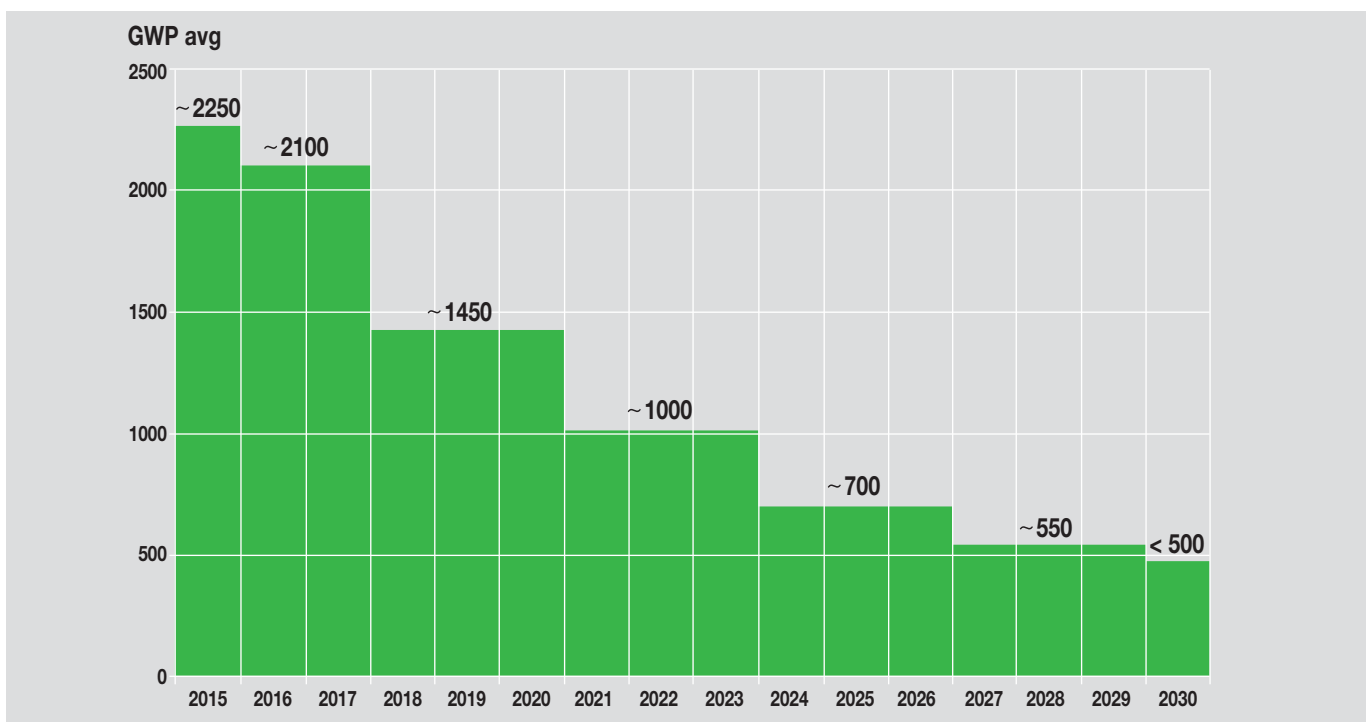


Abb. 2 Theoretische durchschnittliche GWP-Werte durch Mengenbegrenzung („Phase-Down“)

Fig. 2 Theoretical average GWP values due to phase-down

Welche Verteilung sich aus der künftigen Quotenregelung und des tatsächlichen Bedarfs an F-Gasen ergeben wird, wäre derzeit reine Spekulation. Durch eine deutliche Abnahme des Verbrauchs an R134a in Kfz-Klimaanlagen ab 2017 sowie eines schon bald zu erwartenden Anstiegs von „Low GWP“ Lösungen wird es wohl in verschiedenen Anwendungen möglich sein, bisher verwendete HFKW-Kältemittel oder deren nicht brennbare Alternativen einzusetzen.

The distribution resulting from the quota system and actual demand of F-Gases would currently be mere speculation. Due to a significant reduction of consumption of R134a in automotive air conditioning systems from 2017 and a soon to be expected increase of "low GWP" solutions it might be possible to continue using existing HFC refrigerants or their non-flammable alternatives in some applications.

4 Verwendungsbeschränkungen / Verbote

Im Bereich stationärer Anlagen wird ab 2020 der Einsatz von Kältemitteln mit GWP über 2500 verboten sein. Dies gilt ebenfalls für die Wartung von Anlagen mit neuem Kältemittel bei mehr als 40 Tonnen CO₂-Äquivalent. Dies entspricht bei R404A und R507A einer Füllmenge von etwa 10 kg. Ausgenommen sind Anwendungen im militärischen Bereich sowie Anlagen mit Lagertemperaturen unter -50°C. Ebenso kann in Bestandsanlagen Recycling-Kältemittel mit GWP > 2500 unter bestimmten Voraussetzungen noch bis 2030 eingesetzt werden.

4 Control of use / prohibitions

For stationary systems, the use of refrigerants with GWP over 2500 will be prohibited from 2020. This also is valid for the maintenance using new refrigerant for systems with charge of more than 40 tons of CO₂ equivalent. This corresponds to a charge quantity of approx. 10 kg for R404A and R507A. Applications for military use and systems with storage temperatures below -50°C are exempted. In existing systems, recycled refrigerant with GWP > 2500 can still be used until 2030 under certain conditions.

Ab 2022 dürfen in „mehnteiligen zentralisierten Kälteanlagen“ (Multipack Centralized Refrigeration Systems), also weit verzweigten Kälteanlagen mit mindestens zwei Verdichtern, mehreren Kühlstellen und über 40 kW Kälteleistung nur noch Kältemittel mit einem GWP < 150 eingesetzt werden. Ausgenommen ist die obere Stufe von Kaskaden (mit Sekundärkreislauf für Normalkühlung), bei denen Kältemittel bis GWP 1500 erlaubt sind, z.B. R134a.

Die folgende Tabelle (Abb. 3) zeigt eine Zusammenfassung der Verwendungsbeschränkungen bei gewerblichen Kühl- und Gefriergeräten sowie Kälteanlagen, außerdem eine Übersicht der künftig noch erlaubten Kältemittel für die einzelnen Anwendungssegmente. Bewegliche Raumklimageräte und Mono-Splitklimageräte sind ebenfalls von den Beschränkungen betroffen, werden jedoch im Rahmen dieser Publikation nicht betrachtet.

From 2022, only refrigerants with GWP < 150 are allowed for use in multipack centralized refrigeration systems, i.e. widely branched refrigeration systems with minimum two compressors, multiple cooling spaces and more than 40 kW capacity. This excludes the high stage of cascades (with secondary circuit for medium temperature), in which refrigerants of up to GWP 1500 are allowed, e.g. R134a.

The following table (Fig. 3) shows a summary of prohibitions of use for commercial refrigerators and freezers as well as refrigeration systems, furthermore an overview of the refrigerants still permitted in the future for the individual applications. Moveable room air-conditioning appliances and single split air-conditioning systems are also affected by the bans. However, they will not be considered in this publication.

Erzeugnisse und Einrichtungen Products and Equipment	Zeitplan / Kältemittel-Optionen Timing / Refrigerant Options												
	KW/HCs	R744 (CO ₂)	R717 (NH ₃)	R404A/R507A	R417B/R422D	R134a	R407A/C/F	R410A	R417A/R427A	R32	HFO*	HFO/HFC Blends GWP < 150	HFO/HFC Blends GWP 150-1500
Kühlgeräte und Gefriergeräte für die gewerbliche Verwendung (hermetisch geschlossene Einrichtungen), die HFKW mit einem GWP ≥ 2500 enthalten – ab 2020 // HFKW mit GWP ≥ 150 – ab 2022 Refrigerators and freezers for commercial use (hermetically sealed equipment) that contain HFCs with GWP of 2500 or more – from 2020 // HFCs with a GWP of 150 or more – from 2022				2020	2020	2022	2022	2022	2022	2022			2022
Ortsfeste Kälteanlagen, die HFKW mit einem GWP ≥ 2500 enthalten oder zu ihrem Funktionieren benötigen, außer Einrichtungen, die für die Anwendung zur Kühlung von Produkten auf unter -50°C bestimmt sind Stationary refrigeration equipment, that contains, or whose functioning relies upon, HFCs with GWP of 2500 or more except equipment intended for application designed to cool products to temperatures below -50°C						Indirekte Beschränkung durch „Phase-Down“ Indirect restrictions due to phase-down							
Mehnteilige zentralisierte Kälteanlagen für die gewerbliche Verwendung mit einer Nennleistung von 40 kW oder mehr, die fluoridierte Treibhausgase mit einem GWP ≥ 150 enthalten oder zu ihrem Funktionieren benötigen, außer im primären Kältemittelkreislauf in Kaskadensystemen, in dem fluoridierte Treibhausgase mit einem GWP < 1500 verwendet werden dürfen Multipack centralised refrigeration systems for commercial use with a rated capacity of 40 kW or more that contain, or whose functioning relies upon, fluorinated greenhouse gases with GWP of 150 or more, except in the primary refrigerant circuit of cascade systems where fluorinated greenhouse gases with a GWP of less than 1500 may be used						Kaskade – Primärkreislauf Cascade – primary circuit					Kaskade – Primärkreislauf Cascade – primary circuit		Kaskade – Primärkreislauf Cascade – primary circuit

* HFO (Hydro Fluoro Olefins) sind ungesättigte HFKW mit chemischer Doppelbindung. Bei Freisetzung in die Atmosphäre erfolgt ein rascher Zerfall des Moleküls innerhalb weniger Tage mit der Folge eines sehr geringen GWP.

* HFO (Hydro Fluoro Olefins) are non-saturated HFCs with chemical double bond. When being released to the atmosphere, the molecule rapidly dissociates within a few days, resulting in a very low GWP.

Abb. 3 Verwendungsverbote nach Produktgruppen und Kältemittel (Auszug)

Fig. 3 Prohibitions of use according to product group and refrigerant (extract)

5 Bewertung von Kältemittel-Alternativen mit reduziertem Treibhauspotenzial

Günstige Voraussetzungen hinsichtlich GWP und dem späteren Ersatz durch HFKW/HFO-Gemische bietet **R134a**. Der vergleichsweise geringe GWP von 1430 erlaubt den Einsatz dieses Kältemittels noch auf längere Sicht. Dessen direkte, nicht brennbare Gemisch-Alternativen (GWP ca. 600) ermöglichen zudem eine weitere Optimierung aktueller Systemlösungen sowie künftig eine relativ einfache Umstellung bestehender Anlagen.

Als weitere Option kann das HFO-Kältemittel R1234yf (GWP 4) angesehen werden. Volumetrische Kälteleistung und Effizienz sind sehr ähnlich wie bei R134a, das Kältemittel ist jedoch brennbar (Sicherheitsgruppe A2L). Dies bedingt neben den besonderen Anforderungen an die Systemausführung ggf. auch den Einsatz eines Sekundärkreislaufs.

HFO R1234ze (GWP 7, Sicherheitsgruppe A2L) wird teilweise als R134a-Substitut bezeichnet, liegt jedoch in der volumetrischen Kälteleistung um mehr als 20% unterhalb R134a. Der Siedepunkt (-18°C) schränkt zudem die Anwendung bei tieferen Verdampfungstemperaturen stark ein. Mit Verdrängerverdichtern liegt deshalb der bevorzugte Einsatz bei Hochtemperaturanwendungen.

Nicht brennbare Alternativen zu **R404A/R507A** (GWP 3922/3985) oder R22 mit vergleichbarer volumetrischer Kälteleistung und Effizienz weisen einen GWP von ca. 1300 bis 1400 auf. Die längerfristigen Einsatzmöglichkeiten, z.B. in gewerblichen Kälteanlagen bis 40 kW Kälteleistung, hängen von den real erreichbaren Mengenreduzierungen in anderen Sektoren der Kälte- und Klimatechnik ab.

Neuerdings werden auch nicht brennbare HFKW/HFO-Gemische mit GWP ca. 1000 als Substitute für R404A/R507A und R22 angeboten. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die volumetrische Kälteleistung bis ca. 20% geringer ist als bei den Referenz-Kältemitteln.

Wirklich langfristig einsetzbare System-Alternativen werden zu einem hohen Grad mit brennbaren Kältemitteln betrieben werden müssen (HFO, HFKW/HFO-Gemische, Kohlenwasserstoffe, NH₃ bei Großanlagen). Dabei ist anzumerken, dass HFO und HFKW/HFO-Gemische in Sicherheitsgruppe A2L eingestuft sind und damit die Sicherheitsanforderungen entsprechend geringer ausfallen als bei reinen Kohlenwasserstoffen, wie z.B. Propan, Propen (A3). Dennoch kann es bei verschiedenen Anwendungen mit erhöhtem Gefährdungspotenzial auch bei A2L Kältemitteln erforderlich sein, Systeme mit Sekundärkreislauf einzusetzen. Eine weitere Option mit langfristiger Perspektive bietet die CO₂-Technologie. Je nach Einsatzbedingungen, Leistungsgröße und den klimatischen Bedingungen werden reine CO₂-Anlagen, Hybrid-Systeme (Tiefkühlung mit CO₂) sowie Anlagen mit CO₂-Sekundärkreislauf eine größere Verbreitung finden.

5 Evaluation of alternative refrigerants with reduced global warming potential

R134a offers favorable conditions with regard to GWP and later replacement by HFC/HFO blends. The comparably low GWP of 1430 allows this refrigerant to still being used for some time. Its direct, non-flammable blend alternatives (GWP approx. 600) also allow a further optimization of current system solutions as well as a relatively easy conversion of existing systems in the future.

Another option is the HFO refrigerant R1234yf (GWP 4). Volumetric refrigerating capacity and efficiency are similar to R134a, but the refrigerant is flammable (safety group A2L). In addition to the special requirements with regard to system design, this may also require the use of a secondary circuit.

HFO R1234ze (GWP 7, safety group A2L) is sometimes called an R134a substitute, but its volumetric refrigerating capacity is more than 20% below that of R134a. The boiling point (-18°C) considerably limits its use for lower evaporation temperatures. Therefore, the preferred use with positive displacement compressors is for high-temperature applications.

Non-flammable alternatives of **R404A/R507A** (GWP 3922/3985) or R22 with comparable volumetric refrigerating capacity and efficiency have a GWP of approx. 1300 to 1400. Long-term uses, e.g. in commercial refrigeration systems with capacities up to 40 kW, depend on the actually achievable quantitative reductions in other refrigeration and air conditioning sectors.

Nowadays, non-flammable HFC/HFO blends with GWP of approx. 1000 are offered as substitutes for R404A/R507A and R22. However, it has to be considered that the volumetric refrigerating capacity is up to approx. 20% lower than that of the reference refrigerants.

System alternatives that can be used for a really long term have to a large extent to be operated with flammable refrigerants (HFO, HFC/HFO blends, hydrocarbons, NH₃ for large systems). It has to be noted that HFO and HFC/HFO blends are in safety group A2L, i.e. the safety requirements are lower than for pure hydrocarbons, such as propane, propylene (A3). However, it might be necessary to use systems with secondary circuit for various applications with increased hazard potential, even when using A2L refrigerants. Another option with long-term perspective is the CO₂ technology. Depending on operating conditions, capacity and climatic conditions, pure CO₂ systems, hybrid systems (low temperature application with CO₂) and systems with CO₂ secondary circuit will be increasingly used.

R410A (GWP 2088) hat sich insbesondere in der Klima- und Wärmepumpentechnik mit Rollkolben- und Scroll-Verdichtern durchgesetzt. Auf Grund seiner thermodynamischen Stoffdaten und den guten Wärmeübertragungs-Eigenschaften ermöglicht R410A recht kostengünstige und effiziente Systemlösungen.

Das Kältemittel selbst und die vorzugsweise damit betriebenen Erzeugnisse und Einrichtungen unterliegen keinen direkten Verwendungsbeschränkungen. Allerdings hängen auch hier die längerfristigen Einsatzmöglichkeiten von den real erreichbaren Mengenreduzierungen in anderen Sektoren der Kälte- und Klimatechnik ab.

Nicht brennbare Kältemittel-Alternativen mit deutlich geringerem GWP sowie vergleichbarer volumetrischer Kälteleistung und Effizienz stehen nicht zur Verfügung.

Als Substitute mit ähnlicher Kälteleistung und geringerem GWP gelten R32 (GWP 675) sowie Gemische aus R32 und HFO (GWP ca. 400 – 500). Sie wurden bereits in verschiedenen Programmen getestet, wobei die grundsätzliche Eignung nachgewiesen werden konnte. Wegen der Brennbarkeit (Sicherheitsgruppe A2L) gelten jedoch erhöhte Sicherheitsanforderungen gegenüber R410A. Dies bedingt ggf. auch den Einsatz eines Sekundärkreislaufs.

Falls es die besonderen Sicherheitsbestimmungen für A3- und B2(L)-Kältemittel erlauben sollten, sind auch Propan und Propen (bei Systemen mit geringer Kältemittelfüllung) und Ammoniak (z.B. für Flüssigkeitskühlsätze größerer Leistung) als Alternative möglich. Allerdings ist die volumetrische Kälteleistung jeweils deutlich geringer als bei R410A und auch die thermodynamischen Stoffdaten weisen große Unterschiede auf. Bei Ammoniak (NH₃) ist noch die korrosive Wirkung gegenüber Kupferwerkstoffen zu berücksichtigen. In Summe bedeutet dies, dass die Verdichter anders konstruiert und ebenfalls die Systeme völlig neu aufgebaut werden müssen. Damit wird deutlich, dass diese Kältemittel nur in begrenztem Umfang als direkte Substitute eingesetzt werden können.

Wegen der bereits hohen Variantenvielfalt an Alternativ-Kältemitteln enthält die nachfolgende Tabelle nur eine vereinfachte Übersicht der jeweils wesentlichen Gemisch-Komponenten. Inzwischen werden von Kältemittelherstellern bereits Kältemittel unter diversen Handelsnamen für Testzwecke angeboten. Einige Produkte sind auch schon in der ASHRAE-Nomenklatur gelistet.

R410A (GWP 2088) has become accepted mainly in air conditioning and heat pump applications using rotary and scroll compressors. Due to its thermodynamic properties and good heat transfer characteristics, R410A allows for quite economic and efficient system solutions.

The refrigerant itself and the products and systems preferably operated with it are not subject to any use ban. However, long-term use also depends on the actually achievable quantitative reductions in other refrigeration and air conditioning sectors.

Alternative non-flammable refrigerants with considerably lower GWP and comparable volumetric refrigeration capacity and efficiency are not available.

R32 (GWP 675) and blends of R32 and HFO (GWP approx. 400 – 500) are considered substitutes with similar refrigerating capacity and lower GWP. They have already been tested in different programs proving their general suitability. However, due to flammability (safety group A2L), higher safety requirements than for R410A apply. The use of a secondary circuit might also be required.

If it is admissible according to the special safety requirements for A3 and B2(L) refrigerants, propane and propylene (for systems with lower refrigerant charge) and ammonia (e.g. for water chillers with larger capacity) are possible alternatives. However, the volumetric refrigerating capacity is considerably lower than that of R410A, and the thermodynamic properties differ substantially. With ammonia (NH₃), the corrosive effect on copper has to be considered as well. In total, this means that the compressors need to be designed in a different way, and the systems might have to be constructed completely new. This illustrates why these refrigerants can only be used to a limited extent as direct substitutes.

Due to the already high number of alternative refrigerants, the following table only includes a simplified overview of the essential blend components. Today, refrigerant manufacturers already offer refrigerants under various brand names for testing purposes. Some products are already listed in the ASHRAE nomenclature.

Aktuelle Kältemittel Current Refrigerants		Alternativ-Kältemittel mit reduziertem GWP / Alternative refrigerants with reduced GWP Sicherheitsgruppe / Safety Group					
	GWP	A1		A2L		A3	
		Zusammensetzung Composition	GWP	Zusammensetzung Composition	GWP	Zusammensetzung Composition	GWP
R404A	3922	R407A	2107	R32/.../.../1234yf R32/.../.../1234yf/1234ze	ca. 300 – 400	R290 R1270	3 3
R507A	3985	(R407C)	1774				
(R22)	1810	R407F	1825				
		R32/.../.../1234yf R32/.../.../1234yf/1234ze	ca. 1300 – 1400 ca. 1000 ^②				
R410A	2088	keine direkte Alternative verfügbar no direct alternative available		R32 R32/1234yf R32/1234yf/1234ze R32/1234ze R32/...	ca. 400 – 500	R290 ^② R1270 ^②	3 3
R134a^①	1430	R134a/1234yf R134a/1234yf/1234ze	ca. 600	R1234yf R1234ze ^②	4 7	R290 ^③	3

① Der vergleichsweise geringe GWP (1430) von R134a erlaubt den Einsatz dieses Kältemittels noch auf längere Sicht

② Deutlich geringere volumetrische Kälteleistung als Referenz-Kältemittel

③ Höhere volumetrische Kälteleistung als Referenz-Kältemittel

Abb. 4 Kältemittel-Alternativen mit reduziertem Treibhauspotenzial

① The relatively low GWP (1430) allows the use of this refrigerant also longer term

② Significantly lower volumetric refrigerating capacity than reference refrigerant

③ Higher volumetric refrigerating capacity than reference refrigerant

Fig. 4 Alternative refrigerants with reduced global warming potential

6 Lösungen von BITZER für zukünftige Kältemittel

Das aktuelle Lieferprogramm umfasst bereits eine Reihe von Produktfamilien, die für den Einsatz mit neuen Kältemitteln geeignet und teilweise für Feld- und Labortests freigegeben sind. Für solche Projekte ist jeweils eine individuelle Abstimmung und Vereinbarung mit BITZER erforderlich.

Hubkolbenverdichter:

- Halbhermetische Hubkolbenverdichter ECOLINE sind freigegeben für HFKW gemäß Dokumentation und Software sowie für Feldtests mit HFKW/HFO-Gemischen, R1234yf und R1234ze (für höhere Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen).
- Eine Sonderausführung der ECOLINE-Verdichter wird für den Einsatz mit Propan und Propen angeboten. Mit Blick auf die besonderen Sicherheitsanforderungen beim Einsatz von Kältemitteln der Sicherheitsgruppe A3 wird eine zusätzliche Vereinbarung getroffen.
- Halbhermetische Hubkolbenverdichter für sub- und transkritische CO₂ Systeme – freigegeben für alle Anwendungen gemäß Dokumentation und Software. Wegen der besonderen Anforderungen bei CO₂ wird eine zusätzliche Vereinbarung getroffen.
- Offene Hubkolbenverdichter für Ammoniak (NH₃) – freigegeben für Standardanwendungen gemäß Dokumentation und Software.

Schraubenverdichter:

- Halbhermetische Schraubenverdichter CS. und HS. sind freigegeben für HFKW gemäß Dokumentation und Software sowie für Feldtests mit HFKW/HFO-Gemischen, R1234yf und R1234ze (für höhere Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen).
- Für halbhermetische Kompakt-Schraubenverdichter wird außerdem eine Sonderausführung für den Einsatz mit Propan und Propen angeboten. Hierzu wird ebenfalls eine zusätzliche Vereinbarung getroffen.
- Offene Schrauben für Ammoniak (NH₃) – freigegeben für Standardanwendungen gemäß Dokumentation und Software.

Scrollverdichter:

- Hermetische Scrollverdichter sind freigegeben für HFKW gemäß Dokumentation und Software und die Baureihen GSD6/GSD8 für Labortests mit R32 und R32/HFO-Gemischen.

6 Solutions offered by BITZER for future refrigerants

The current product range already includes a number of product families suitable for use with new refrigerants and partly being released for field and laboratory tests. For such projects, individual coordination and agreement with BITZER is required.

Reciprocating compressors:

- Semi-hermetic reciprocating compressors ECOLINE are released for HFC acc. to documentation and software and for field tests using HFC/HFO blends, R1234yf and R1234ze (for higher evaporation and condensing temperatures).
- A special version of the ECOLINE compressors is offered for use with propane and propylene. Considering the special safety requirements for use of refrigerants of safety group A3, an additional agreement is made.
- Semi-hermetic reciprocating compressors for sub- and trans-critical CO₂ systems – released for all applications acc. to documentation and software. An additional agreement is made due to the special requirements for CO₂.
- Open drive reciprocating compressors for ammonia (NH₃) – released for standard applications acc. to documentation and software.

Screw compressors:

- Semi-hermetic screw compressors CS. and HS. are released for HFC acc. to documentation and software and for field tests using HFC/HFO blends, R1234yf and R1234ze (for higher evaporation and condensing temperatures).
- A special version of semi-hermetic compact screw compressors is offered for use with propane and propylene. An additional agreement is made for this case.
- Open drive screw compressors for ammonia (NH₃) – released for standard applications acc. to documentation and software.

Scroll compressors:

- Hermetic scroll compressors are released for HFC acc. to documentation and software, and series GSD6/GSD8 for laboratory tests with R32 and R32/HFO blends.

Hinweis zu HFKW/HFO-Gemischen für Feld- und Labortests:

Inzwischen hat die Kältemittelindustrie bereits eine größere Anzahl von Gemischen entwickelt, die durch Zusatz von HFO und/oder Kohlenwasserstoffen einen deutlich geringeren GWP aufweisen als bisher verwendete Kältemittel.

Wegen der Vielzahl von Varianten ist es für BITZER allerdings nur möglich, einen Teil der Gemische hinsichtlich Materialverträglichkeit und Eignung von Schmierstoffen zu untersuchen sowie Leistungstests durchzuführen. Hieraus ist allerdings keine Wertigkeit abzuleiten.

Um eine allgemeine Bewertung und Hinweise auf eine mögliche Eignung von bisher nicht getesteten Gemischen zu ermöglichen, hat BITZER eine Liste von Bewertungskriterien in einer Informationsschrift zusammengestellt (Nr. 378 20 386) – sie ist auf Anfrage verfügbar.

Note on HFC/HFO blends for field and laboratory tests:

In the meantime, the refrigerant manufacturers have developed a larger number of blends, which, by addition of HFO and/or hydrocarbons, have a considerably lower GWP than previously used refrigerants.

However, due to the large number of versions BITZER can only test some blends with regard to material compatibility and suitability of lubricants and in performance tests. Though, this does not implicate any quality rating.

To allow for a general evaluation and information about a possible suitability of previously untested blends, BITZER has made a list of evaluation criteria and published it in a brochure (No. 378 20 387) – it is available on request.



BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
Eschenbrünnelestraße 15 // 71065 Sindelfingen // Germany
Tel +49 (0)70 31 932-0 // Fax +49 (0)70 31 932-147
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de

Subject to change // Änderungen vorbehalten // 80050601 // 09.2014