



„Hauptsache KALT?“

Was müssen Betreiber von Kälte- und Klimaanlage mit fluorierten Kältemitteln ab 2015 beachten?

Impressum

Herausgeber:
Umweltbundesamt
Fachgebiet III 1.4 „Stoffbezogene Produktfragen“
Postfach 14 06
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de
 /umweltbundesamt

Autoren:
Katja Becken, Dr. Daniel de Graaf, Dr. Cornelia Elsner,
Gabriële Hoffmann, Kerstin Martens
Umweltbundesamt (Fachgebiet III 1.4)

Redaktion:
Umweltbundesamt (Fachgebiet III 1.4)

Gestaltung:
RHEINDENKEN GMBH, www.rheindenken.de

Druck :
gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier

Publikationen als pdf:
www.umweltbundesamt.de/publikationen/hauptsache-kalt

Bildquellen:
iStock: Titel, S. 13, S. 14, S. 17, S. 19, S. 21.
fotolia: S. 20.
Jan Bitter (2011): S. 9.

Stand: Mai 2015

Inhaltverzeichnis

1. Wofür werden Kältemittel benötigt?	4
2. Was sind klimaschädliche Kältemittel?	4
3. Ich habe eine Kälte- oder Klimaanlage. Was muss ich beachten?	5
4. Ich möchte eine neue Anlage kaufen. Was muss ich beachten?	10
5. Wie finde ich HFKW-freie Anlagen für Industrie, Gewerbe und Handel?	14
5.1 Lebensmitteleinzelhandel (LEH)	14
5.2 Einzelhandelsgeschäfte & Gewerbe/Industrie	15
5.3 Technische Gebäudeausstattung	15
5.3.1 Gebäudeklimatisierung	15
5.3.2 Rechenzentren	17
5.4 Wärmepumpen	17
5.5 Kühlung in Hotels, Gaststätten und Großküchen	19
6. Wo gibt es Fördermöglichkeiten?	20
6.1 BAFA	20
6.2 Mittelstandsinitiative	20
7. Wo steht die Kältetechnik in 10 Jahren?	21
8. Weiterführende Informationen	22

1. Wofür werden Kältemittel benötigt?

Kühlen und Klimatisieren gehören heute zum alltäglichen Leben. Keiner möchte auf gekühlte Lebensmittel oder klimatisierte Büros verzichten. Ohne Kältemittel geht das vielfach nicht. Allerdings können bei geeigneten Randbedingungen auch Verfahren ohne Kältemittel zum Abführen von Wärme eingesetzt werden, wie das Kühlen mit einem Kühlturm, mit Grundwasser, mit freier Kühlung oder durch Abwärmenutzung. Alle Verfahren zum Abführen von Wärme sollten energieeffizient und umweltschonend sein.

Werden Kältemittel verwendet, so ist die Wahl des Kältemittels von erheblicher Bedeutung für die Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit. Neben den natürlichen Kältemitteln wie Kohlenwasserstoffen, Ammoniak (NH₃) und Kohlendioxid (CO₂) gibt es noch immer klimaschädliche Kältemittel (siehe Abschnitt 2). Letztere werden in über 95 % aller bestehenden Kälteanlagen verwendet.

2. Was sind klimaschädliche Kältemittel?

Fluorierte Kältemittel können zur Erderwärmung beitragen. Sie haben ein oft vielfach höheres Treibhauspotential (GWP) als CO₂.

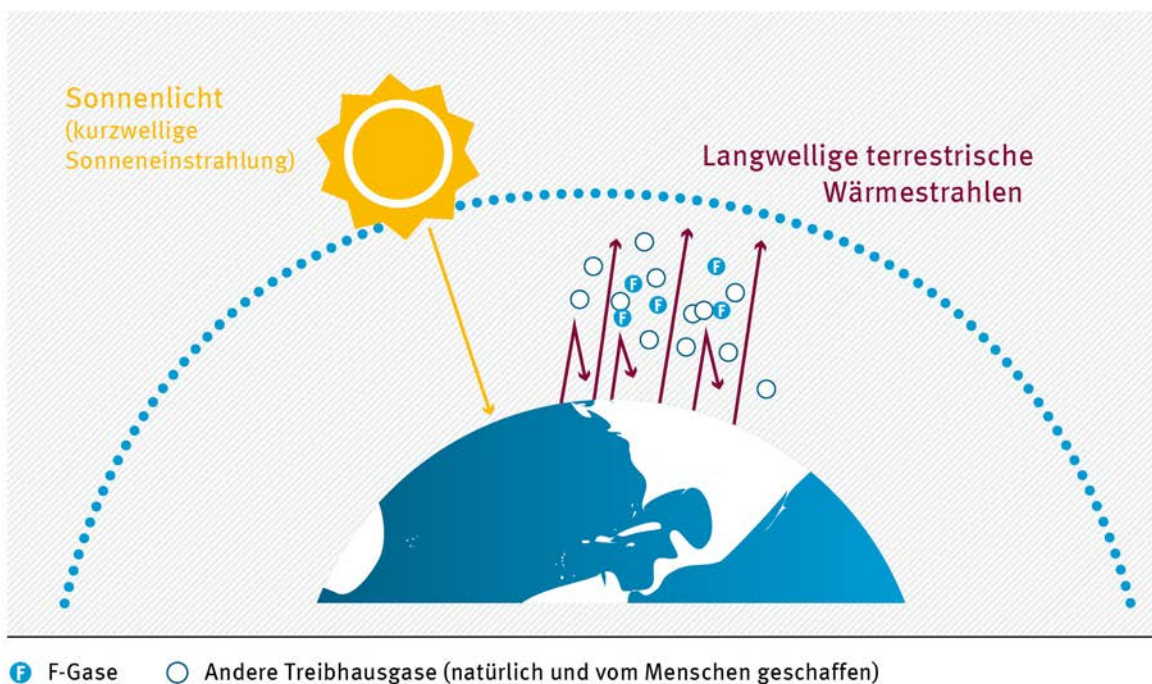
Übliche Kältemittel sind R 134a, R 404A und R 407C. Eine Liste der gängigsten Kältemittel finden Sie auf der UBA-Homepage unter dem Stichwort Treibhauspotentiale oder auszugsweise in Abbildung 3.

Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) sind die Gruppe der am häufigsten verwendeten fluorierten Kältemittel. Sie kommen in zahlreichen Industriezweigen in Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen zum Einsatz.

Eine ausführlichere Liste finden Sie unter www.uba.de; Stichwort Treibhauspotentiale.

Abbildung 1:

Prinzipiskizze der globalen Erwärmung



Quelle: EU- Kommission

3. Ich habe eine Kälte- oder Klimaanlage. Was muss ich beachten?

Die Verordnung (EU) Nr. 517/2014 regelt den Einsatz, Umgang und die Entsorgung klimaschädlicher Kältemittel und setzt für verschiedene Anwendungen klare Ausstiegsfristen. Konkretisiert wird diese Verordnung in Deutschland durch die Chemikalien-Klimaschutzverordnung.

Gut zu wissen:

Welche Umweltvorschriften gelten für klimaschädliche Kältemittel?

- ▶ **Verordnung (EU) Nr. 517/2014**
(s. www.uba.de; Stichwort: Phase down)
- ▶ **ChemKlimaschutzV**
(s. www.uba.de; Stichwort: ChemKlimaschutzV)
- ▶ **Energieeinsparverordnung (EnEV)**
(s. www.enev-online.com)
- ▶ **Ökodesign-Richtlinie**
(s. www.uba.de)

Die Verantwortung, Emissionen fluoriertem Kältemittel zu verhindern und Aufzeichnungen zu führen, liegt klar beim Betreiber und nicht beim Serviceunternehmen. Vertraglich kann diese Aufgabe delegiert werden, die Verantwortung jedoch nicht.

Gut zu wissen:

Wer gilt als Betreiber?

Ob Sie Betreiber sind, hängt davon ab, ob Sie die Kontrolle über das technische Funktionieren der Einrichtung haben. Es ist sekundär, ob Sie auch der Eigentümer sind.

Zu den Betreiberpflichten nach der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 zählen:

- ▶ Vermeidung von Leckagen
- ▶ Reparaturpflicht
- ▶ Pflicht zu regelmäßigen Dichtheitskontrollen, siehe Infokasten
- ▶ Pflicht für Leckageerkennungssysteme
- ▶ Aufzeichnungspflichten
- ▶ Rückgewinnungspflichten
- ▶ Pflicht zur Prüfung der erforderlichen Zertifizierungen
- ▶ Beachtung der Kaufs- und Verkaufsvoraussetzungen

Gut zu wissen:

Welche Intervalle gelten für Dichtheitskontrollen?

- ▶ **5 t bis unter 50 t CO₂-Äquivalente:**
alle 12 Monate, mit LES⁷ alle 24 Monate
- ▶ **50 t bis unter 500 t CO₂-Äquivalente:**
alle 6 Monate, mit LES alle 12 Monate
- ▶ **Ab 500 t CO₂-Äquivalente:**
alle 3 Monate, mit LES (bei ortsfesten Kälteanlagen obligatorisch) alle 6 Monate

Das Fließschema in Abbildung 3 kann Ihnen helfen, Ihre Pflichten zu identifizieren. Abbildung 2 enthält weitere Erläuterungen.

Zu den Pflichten des Fachbetriebes gehören der Nachweis der Sachkunde durch Zertifizierung des Personals und gegebenenfalls des Betriebes, die Aufbewahrung der Anlagenaufzeichnungen in Kopie sowie die Rückgewinnungs- und Entsorgungspflicht.

Detaillierte Information zu Betreiberpflichten nach der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 bei bestehenden Kälteanlagen

Art. 3 (2): Vermeidung von Leckagen

Betreiber von Einrichtungen, [...], treffen Vorkehrungen, um die unbeabsichtigte Freisetzung dieser Gase (im Folgenden „Leckage“) zu verhindern. Sie ergreifen alle technisch und wirtschaftlich durchführbaren Maßnahmen, um Leckagen fluoriierter Treibhausgase auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Art. 3 (3): Reparaturpflicht

Wird eine Leckage fluoriierter Treibhausgase entdeckt, stellt der Betreiber sicher, dass die Einrichtung unverzüglich repariert wird.

Art. 4: Pflicht zu regelmäßigen Dichtheitskontrollen (Kontrollintervalle siehe Infokasten S. 5)

Die Betreiber von [ortsfesten Kälteanlagen, ortsfesten Klimaanlageanlagen, ortsfesten Wärmepumpen, Kälteanlagen in Kühlkraftfahrzeugen und -anhängern], die fluorierte Treibhausgase in einer Menge von fünf Tonnen CO₂-Äquivalent oder mehr enthalten, [...], stellen sicher, dass die Einrichtung auf Undichtigkeiten kontrolliert wird.

[Entsprechend gekennzeichnete] hermetisch geschlossene Einrichtungen, die fluorierte Treibhausgase in einer Menge von weniger als zehn Tonnen CO₂-Äquivalent enthalten, werden den Dichtheitskontrollen gemäß diesem Artikel nicht unterzogen [...].

Bei den genannten Einrichtungen werden die Kontrollen von natürlichen Personen ausgeführt, die gemäß Artikel 10 zertifiziert sind.

Art. 5 (1) und (3): Pflicht für Leckage-Erkennungssysteme

Die Betreiber der [...] [ortsfesten] Einrichtungen, die fluorierte Treibhausgase in einer Menge von 500 Tonnen CO₂-Äquivalent oder mehr enthalten, stellen sicher, dass die Einrichtungen mit einem Leckage-Erkennungssystem versehen sind, das den Betreiber oder das ein Wartungsunternehmen bei jeder Leckage warnt.

Die Betreiber der [...] [ortsfesten] Einrichtungen stellen sicher, dass die Leckage-Erkennungssysteme mindestens einmal alle 12 Monate kontrolliert werden, um ihr ordnungsgemäßes Funktionieren zu gewährleisten.

Art. 6: Aufzeichnungspflichten

Die Betreiber von Einrichtungen, für die [...] eine Dichtheitskontrolle vorgeschrieben ist, führen für jede einzelne dieser Einrichtungen Aufzeichnungen, die die folgenden Angaben enthalten:

- a. Menge und Art der enthaltenen fluorierten Treibhausgase;
- b. Menge der fluorierten Treibhausgase, die bei der Installation, Instandhaltung oder Wartung oder aufgrund einer Leckage hinzugefügt wurde;
- c. Angaben dazu, ob die eingesetzten fluorierten Treibhausgase recycelt oder aufgearbeitet wurden, einschließlich des Namens und der Anschrift der Recycling- oder Aufarbeitungsanlage und gegebenenfalls deren Zertifizierungsnummer;
- d. Menge der rückgewonnenen fluorierten Treibhausgase;

- e. Angaben zum Unternehmen, das die Einrichtung installiert, gewartet, instand gehalten und, wenn zutreffend, repariert oder stillgelegt hat, einschließlich gegebenenfalls der Nummer seines Zertifikats;
- f. Zeitpunkte und Ergebnisse der nach Artikel 4 Absätze 1 bis 3 durchgeführten Kontrollen;
- g. Maßnahmen zur Rückgewinnung und Entsorgung der fluorierten Treibhausgase, falls die Einrichtung stillgelegt wurde.

(2) Sofern die [...] Aufzeichnungen nicht in einer von den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten eingerichteten Datenbank gespeichert sind, gelten die folgenden Regeln:

- a. Die [...] Betreiber bewahren die [...] Aufzeichnungen mindestens fünf Jahre lang auf.
- b. Unternehmen, die [...] bestimmte Tätigkeiten für die Betreiber ausführen, bewahren Kopien der [...] Aufzeichnungen mindestens fünf Jahre lang auf.

Die in Absatz 1 genannten Aufzeichnungen sind der zuständigen Behörde des betreffenden Mitgliedstaats oder der Kommission auf Anfrage zur Verfügung zu stellen. [...]

Art. 8: Rückgewinnungspflichten

Die Betreiber von ortsfesten Einrichtungen oder von Kälteanlagen von Kühllastkraftfahrzeugen und -anhängern, [...], stellen die Rückgewinnung dieser Gase durch natürliche [zertifizierte] Personen [...] sicher, damit diese Gase recycelt, aufgearbeitet oder zerstört werden.

Für die Rückgewinnung aus mobilen Einrichtungen gelten andere Anforderungen.

Art. 10 (11): Pflicht zur Prüfung der erforderlichen Zertifizierungen

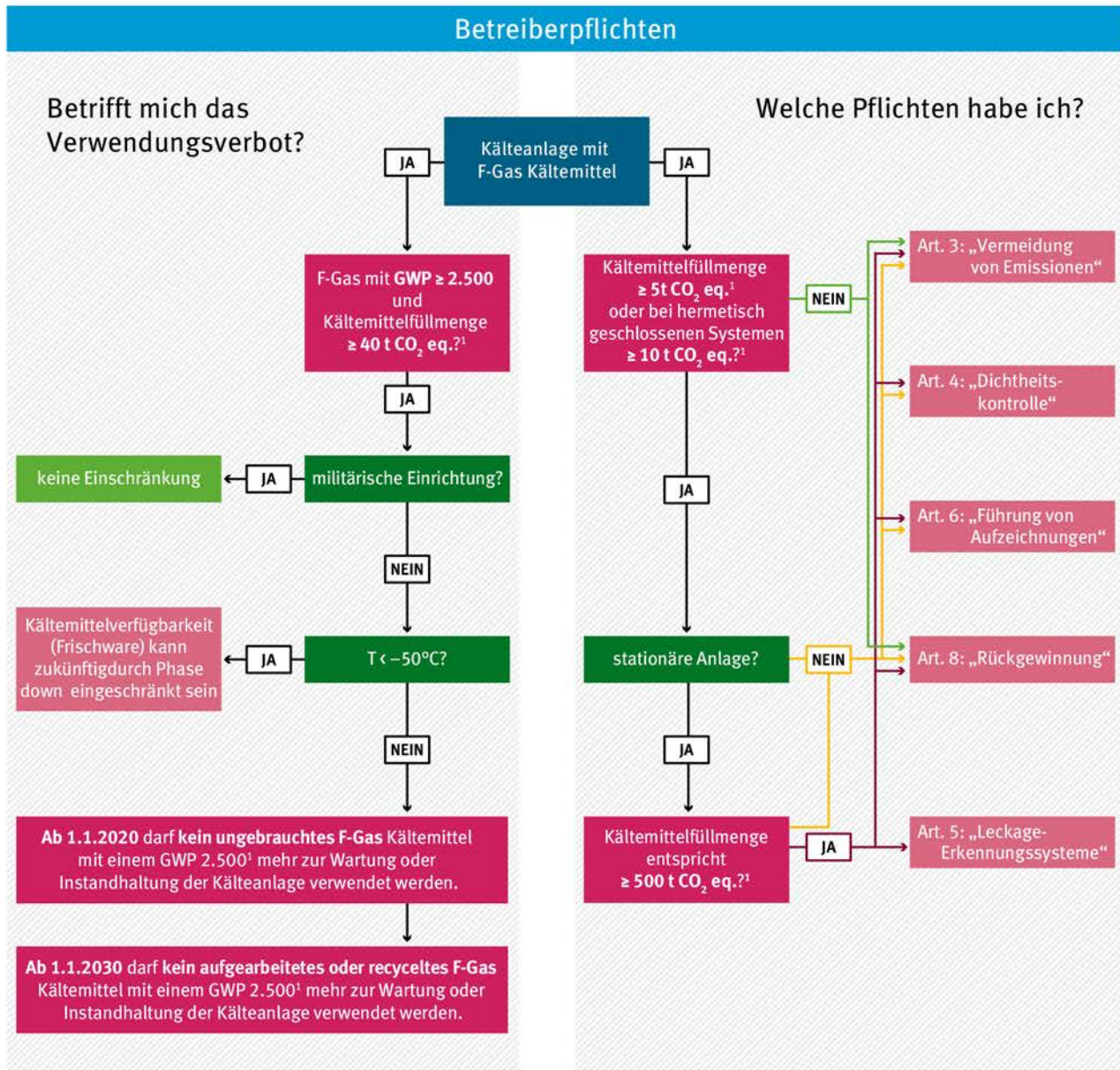
Jedes Unternehmen, das ein anderes Unternehmen mit der Ausführung [bestimmter] [...] Aufgaben [Installation, Wartung, Instandhaltung, Reparatur oder Stilllegung, Dichtheitskontrollen, Rückgewinnung] beauftragt, unternimmt angemessene Schritte, um sicherzugehen, dass dieses im Besitz der für die Ausführung der erforderlichen Aufgaben notwendigen Zertifikate gemäß dem vorliegenden Artikel ist.

Art. 11 (4): Beachtung der Kaufs- und Verkaufsvoraussetzungen

Zum Zweck der Ausführung der Installation, Wartung, Instandhaltung oder Reparatur von Einrichtungen, die fluorierte Treibhausgase enthalten oder zu ihrem Funktionieren benötigen und für die eine Zertifizierung oder Bescheinigung [...] erforderlich ist, dürfen fluorierte Treibhausgase nur an und von Unternehmen verkauft und gekauft werden, die Inhaber der entsprechenden Zertifikate oder Bescheinigung [...] sind, oder an und von Unternehmen, die die Personen beschäftigen, die Inhaber eines Zertifikats oder einer Ausbildungsbescheinigung nach Artikel 10 Absätze 2 und 5 sind.

Abbildung 3:

Fließbild zur Identifikation von Betreiberpflichten bei bestehenden Kälteanlagen (rechte Seite) und zur Feststellung, ob die Anlage einem zukünftigen Verwendungsverbot unterliegt (linke Seite). Eine Antwort auf die Frage „Was ist verwendet?“ finden Sie im Infokasten auf Seite 11.



¹ Kältemittelmenge [kg] entsprechend 5 und 40t CO₂ eq.

F-Gas	GWP ₁₀₀ *	5 t CO ₂ eq.	40 t CO ₂ eq.
R 134a	1430	3,5	28,0
R 404A	3922	1,3	10,2
R 407C	1774	2,8	22,5
R 410A	2088	2,4	19,2
R 422D	2730	1,8	14,7
R 507	3985	1,3	10,0

* IPCC 4th AR, 2007

Sind Sie Betreiber von Klimaanlage mit mehr als 12 kW Nennleistung, so gilt zusätzlich die Energieeinsparverordnung (EnEV 2014). Danach sind Gebäudebetreiber seit 2007 verpflichtet, alle 10 Jahre energetische Inspektionen an diesen Klimaanlage durchführen zu lassen. Damit werden Maßnahmen identifiziert, um den Wirkungsgrad einer Klimaanlage zu verbessern und die Betriebskosten zu verringern.

Gut zu wissen:

Was sind 5t CO₂-Äquivalente?

Die Füllmenge der Anlage multipliziert mit dem GWP des Kältemittels ergibt die Füllmenge in CO₂-Äquivalenten. Beispiele finden Sie in Abbildung 2.

Sind Dichtheitskontrollen für alle Anlagen durchzuführen?

Entsprechen die 5t CO₂-Äquivalente einer Füllmenge unter 3 kg oder bei hermetisch geschlossenen Anlagen weniger als 6 kg, sind regelmäßige Dichtheitskontrollen erst ab dem 01.01.2017 notwendig.

Beginnen die Fristen für die regelmäßigen Dichtheitskontrollen ab 01.01.2015?

Nein! Maßgeblich ist die letzte Dichtheitskontrolle.

Kann ich meine Kälteanlage unbefristet weiter betreiben?

Einschränkungen für Bestandsanlagen gibt es nur für bestimmte Kältemittel und Anlagen, siehe Abbildung 2.

Bekomme ich auch in Zukunft ausreichend HFKW-Kältemittel?

Die am Markt verfügbaren Mengen an HFKW werden schrittweise reduziert. Es wird also zu einer künstlich erzeugten Verknappung kommen, die – je nach Nachfrage – erhebliche Auswirkungen auf den Preis und die grundsätzliche Verfügbarkeit haben kann.



4. Ich möchte eine neue Anlage kaufen. Was muss ich beachten?

Einige Kälte- und Klimaanlage mit bestimmten HFKW-Kältemitteln dürfen nach einem festgelegten Stichtag nicht mehr in den Verkehr gebracht werden (s. Abbildung 4). Die Einhaltung dieser Verbotsfristen obliegt dem Hersteller/Inverkehrbringer der Anlage. Für Sie als Käufer einer neuen Anlage kann es aber durchaus lohnend sein, sich die geplanten Verbote anzusehen:

Stellen Sie als erstes fest, welches Kältemittel in der zukünftigen Anlage enthalten ist. Hierbei hilft Ihnen das Typenschild oder der Hersteller/Verkäufer der Anlage. Auf HFKW-Kältemittel, die der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 über fluorierte Treibhausgase unterliegen, muss zudem auf der Anlage sowie in Informationen zur Anlage hingewiesen werden.

Enthält die Anlage ein HFKW-Kältemittel, stellen Sie fest, ob die Anlage zukünftig einem Verbot unterliegt. Für stationäre Kälte- und Klimaanlage geben Abbildung 4 und

Abbildung 4:

Zeitliche Staffelung von Verboten des Inverkehrbringens nach Verordnung (EU) Nr. 517/2014 über fluorierte Treibhausgase

Verbot des Inverkehrbringens (HFKW) ab 01. Januar	
Bewegliche Raumklimageräte	2020 (GWP \geq 150)
Ortsfeste Kälteanlagen außer zur Kühlung von Produkten auf unter - 50°C)	2020 (GWP \geq 2500)
Kühl- und Gefriergeräte für die gewerbliche Verwendung (hermetisch geschlossene Einrichtungen)	2020 (GWP \geq 2500) 2022 (GWP \geq 150)
Mehrteilige zentralisierte Kälteanlagen für die gewerbliche Verwendung, Nennleistung mind. 40 kW, außer Primärkreislauf in Kaskadensystemen	2022 (GWP \geq 150)
Primärkreislauf in Kaskadensystemen obiger Anlagen	2022 (GWP \geq 1500)
Mono-Splitklimageräte \leq 3 kg F-Gase	2025 (GWP \geq 750)

Abbildung 7 einen Überblick. Im Fall eines bevorstehenden Verbots gibt es mit Sicherheit schon heute Alternativen ohne HFKW-Kältemittel am Markt. Für einige Anwendungen finden Sie im Abschnitt 5 konkretere Informationen.

Gut zu wissen:

Wie erfahre ich, ob fluorierte Kältemittel in der Anlage sind?

Auf fluorierte Kältemittel muss auf der Anlage sowie in Informationen zur Anlage hingewiesen werden.

Was ist beim Kauf einer Neuanlage noch zu beachten?

Eine Kälteanlage mit einem zwar heute zulässigen, aber zukünftig verbotenen oder stark reglementierten Kältemittel kann mittel- bis langfristig unnötige Kosten verursachen oder sogar einen Austausch vor dem Ende der Lebenszeit nötig machen.

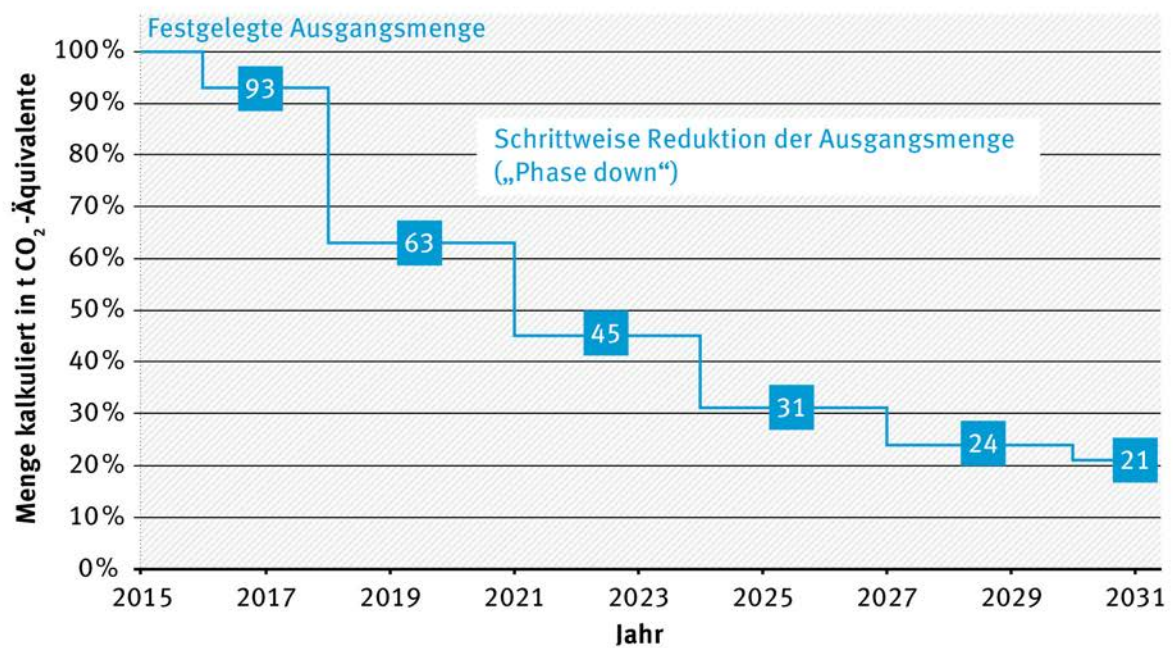
Entscheiden Sie sich dennoch für den Kauf einer Anlage mit HFKW-Kältemittel, sollten Sie folgendes berücksichtigen:

- ▶ Ab dem 01. Januar 2020 dürfen bestimmte Anlagen nicht mehr gewartet oder Instand gehalten werden, wenn dabei fluorierte Kältemittel (Neuware) mit einem GWP von 2500 oder mehr verwendet werden (siehe Infokasten). Das sind insbesondere Kältemittel mit der Bezeichnung R404A und R507.
- ▶ Die am Markt verfügbaren Mengen an HFKW werden schrittweise reduziert und bis zum Jahr 2030 auf 21 % einer festgelegten Ausgangsmenge reduziert. Es wird also zu einer künstlich erzeugten Verknappung kommen, die – je nach Nachfrage – erhebliche Auswirkungen auf den Preis und die grundsätzliche Verfügbarkeit haben kann.

Den möglichen wirtschaftlichen Schaden im Fall einer nicht zeitnah möglichen Reparatur Ihrer Anlage oder verteuerteter Einkaufspreise für das Kältemittel sollten Sie bei Ihrer Kaufentscheidung bereits heute berücksichtigen.

Abbildung 5:

Die am Markt verfügbaren Mengen an HFKW werden schrittweise reduziert



Nach der Ökodesign-Richtlinie (Richtlinie 2009/125/EG) müssen Hersteller bestimmter Produkte die Einhaltung von festgelegten Leistungs- und Verbrauchswerten nachweisen und in ihren Produktinformationen dokumentieren. Dies ist vor allem bei der Anschaffung einer neuen energieeffizienten Anlage interessant.

Um welche Produkte es sich handelt, können Sie der Internetseite www.eup-network.de entnehmen.

Abbildung 6:

Energieverbrauchskennzeichnung energieverbrauchsrelevanter Produkte.



Europäische Kommission

Gut zu wissen:

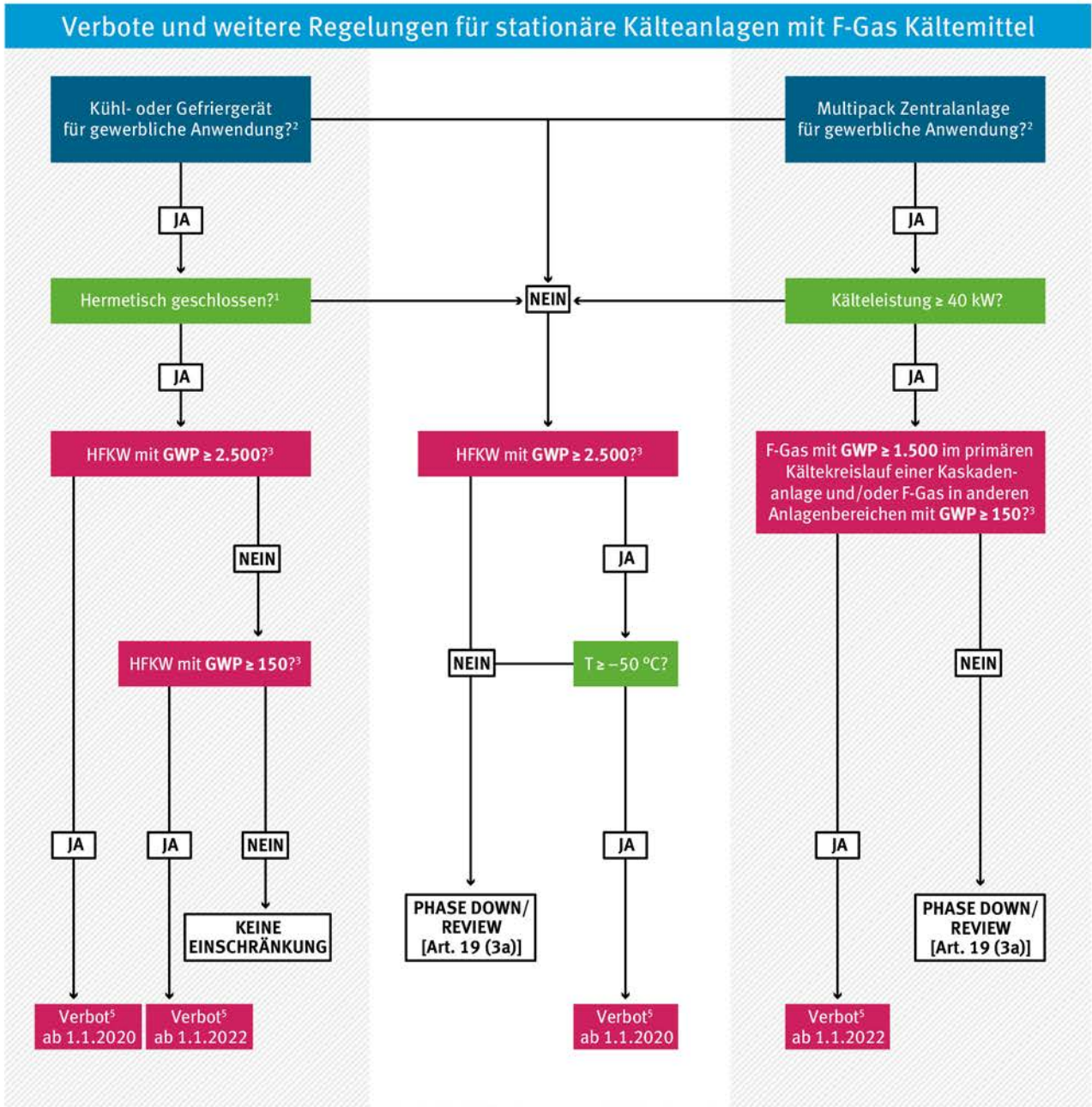
Was ist Verwenden?

„Einsatz fluorierter Treibhausgase zur Herstellung, Instandhaltung oder Wartung (einschließlich der Wiederauffüllung) von Erzeugnissen und Einrichtungen [...]“.

„Instandhaltung oder Wartung“ ist definiert als „sämtliche Tätigkeiten [...], die einen Eingriff in die fluoridierte Treibhausgase enthaltenden oder dafür bestimmten Kreisläufe erfordern, insbesondere das Befüllen des Systems [...], der Ausbau eines oder mehrerer Kreislauf- oder Geräteteile, der erneute Zusammenbau zweier oder mehrerer Kreislauf- oder Geräteteile und die Reparatur von Lecks“.

Abbildung 7:

Fließbild zur Identifikation zukünftiger Verbote/Beschränkungen



¹ s. Art. 2 Nr. 32: „gewerbliche Verwendung“ die Verwendung für die Lagerung, Präsentation oder Abgabe von Erzeugnissen zum Verkauf an Endverbraucher, im Einzelhandel und in der Gastronomie

²eine entsprechende Kennzeichnung muss vorhanden sein

³ Kältemittelmenge [kg] entsprechend 5 und 40t CO₂ eq.

⁴ s. Art. 2 Nr. 38: „primärer Kältemittelkreislauf in Kaskadensystemen“ den Primärkreislauf in Einrichtungen für die indirekte Kühlung im mittleren Temperaturbereich, bei denen zwei oder mehr getrennte Kältemittelkreisläufe hintereinandergeschaltet sind, so dass der Primärkreislauf die Kondensationswärme aus dem Sekundärkreislauf für den mittleren Temperaturbereich aufnimmt

⁵ Verbot des erstmaligen Inverkehrbringens

F-Gas	GWP ₁₀₀ *	5 t CO ₂ eq.	40 t CO ₂ eq.
R 134a	1430	3,5	28,0
R 404A	3922	1,3	10,2
R 407C	1774	2,8	22,5
R 410A	2088	2,4	19,2
R 422D	2730	1,8	14,7
R 507	3985	1,3	10,0

* IPCC 4th AR, 2007



5. Wie finde ich HFKW-freie Anlagen für Industrie, Gewerbe und Handel?

5.1. Lebensmitteleinzelhandel (LEH)

Für die Präsentation und den Verkauf (tief)gekühlter Ware benötigt der LEH Kühlmöbel. Das Angebot an Designs ist zahlreich. Der Betreiber kann wählen zwischen Aufstellern, Truhen, Vitrinen, verglast/unverglast, mit Abdeckung und ohne etc. Grundsätzlich kommen drei Techniken in Betracht: steckerfertige Kühlmöbel, Kühlmöbel mit wassergekühlten Verflüssigern (steckerfertig, mit Wasseranschluss) oder Kühlmöbel, die über zentrale Anlagen versorgt werden. In den meisten Fällen werden mindestens zwei dieser Techniken miteinander kombiniert. Bei der Entscheidung spielen Umweltgesichtspunkte oft eine eher untergeordnete Rolle. Das muss und sollte aber nicht so sein. Auch, weil hier Umweltschutz und Kosteneinsparungen oft Hand in Hand gehen.

Steckerfertige Kühlmöbel gibt es in fast allen Ausführungen ohne HFKW. Sie werden von verschiedenen Herstellern angeboten und enthalten umweltfreundliche Kohlenwasserstoffe oder CO₂ als Kältemittel. Rechtsvorschriften zum Schutz des Klimas vor HFKW mit einem hohen GWP verbieten deren Verwendung in den nächsten Jahren

schrittweise, weshalb die Zahl an Geräten ohne diese Kältemittel noch steigen dürfte. Einem Verzicht auf HFKW steht in diesem Segment somit nichts im Weg.

Entscheidendes Kriterium bei der Wahl eines steckerfertigen Kühlmöbels ohne HFKW sollte letztlich der Energiebedarf des Gerätes sein. Dabei sollte zunächst der Energiebedarf verschiedener Kühlmöbel-Designs verglichen werden. Fragen Sie den Hersteller nach dem Energiemehrverbrauch einer vollverglasten Truhe im Vergleich zu einer geschlossenen oder einer Vitrine. Aber auch nach der Entscheidung sollte ein Vergleich innerhalb des ausgewählten Designs erfolgen. Und: Richtig aufgestellte und gepflegte steckerfertige Kühlmöbel verbrauchen deutlich weniger Strom.

Wenigstens in größeren Märkten kommt man nicht ohne zentrale Anlagen zur Versorgung mehrerer Kühlmöbel (Verbundanlagen) aus. Inzwischen gelten Verbundanlagen mit anderen Kältemitteln als HFKW als Maßstab bei Energieeffizienz und Klimaschutz. In Deutschland sind einige Hundert dieser Anlagen in Betrieb, in Europa meh-



Gut zu wissen:

Verbote für Kälteanlagen, die HFKW mit einem hohen GWP enthalten, sind bereits erlassen, s. Abschnitt 4.

Bei Verwendung von HFKW als Kältemittel sind seit einigen Jahren Pflichten zur Reduzierung ihrer Emissionen zu beachten, die im Jahr 2014 verschärft wurden, s. Abschnitt 3.

Die Energieeffizienz von CO₂-Anlagen ist nach den vorliegenden Erfahrungen verschiedener Betreiber in gemäßigten Breiten (Mitteleuropa) hoch, was zu verminderten Betriebskosten führt.

Für Maßnahmen zur energetischen Sanierung bestehender Kälteanlagen sowie für die Installation von Anlagen ohne halogenierte Kältemittel kann eine Förderung innerhalb des vom Bundesumweltministerium aufgelegten Klimaschutz-Impulsprogramms für gewerbliche Kälteanlagen beantragt werden.

reere Tausend, Tendenz steigend. Meist enthalten diese Anlagen Kohlenwasserstoffe oder CO₂ als Kältemittel. Die Konzepte unterscheiden sich zum Teil erheblich und reichen von Kaskadenanlagen, indirekten Anlagen bis zu transkritisch arbeitenden CO₂-Kälteanlagen, die heute von allen namhaften Herstellern von Kälteanlagen angeboten werden. Bei der Entscheidung steht aber nicht mehr nur die reine Kälteversorgung im Vordergrund. Vielmehr sind Gesamtkonzepte gefragt, bei denen die Kälte- und Wärmeversorgung für den Markt optimiert und aufeinander abgestimmt sind. Die vorhandenen Möglichkeiten sind abhängig vom Standort und der Größe des Marktes. Bei einem Neubau ergeben sich vielfältigere Möglichkeiten als bei Bestandsbauten. An dieser Stelle werden nur grundsätzliche Informationen in Bezug auf die Kältemittel gegeben. Diese sollten vom Betreiber gemeinsam mit dem Planer/Hersteller der Anlage berücksichtigt werden.

Sie betreiben ein Einzelhandelsgeschäft oder zählen sich zum produzierenden Gewerbe und müssen etwas kühlen, egal ob ein Produkt oder einen Produktionsprozess? Falls Sie keines der unter Abschnitt 1. genannten Verfahren ohne Kältemittel verwenden und zur Produktkühlung auf ein steckerfertiges Gerät oder eine Zentralanlage zurückgreifen, gelten die für den LEH gemachten Aussagen

(Abschnitt 5.1). Häufig werden im Einzelhandel oder Gewerbe aber Verflüssigungssätze oder ganz spezielle Kälteaggregate eingesetzt. Für diese gelten zukünftig mitunter Verbote (s. Abbildung 7).

5.2. Einzelhandelsgeschäfte & Gewerbe/Industrie

Verflüssigungssätze gibt es bereits heute ohne fluoridierte Kältemittel, allerdings nicht von jedem Lieferanten oder Hersteller und nicht für alle Leistungsbereiche. Aufgrund der bereits beschlossenen Verbote und weiteren Vorschriften gehen wir zukünftig von einer deutlichen Zunahme des Angebots aus. Angeboten werden bereits heute Verflüssigungssätze mit den Kältemitteln Ammoniak und CO₂. Die Investitionskosten liegen bei diesen Anlagen meist über denen für fluoridierte Kältemittel. Erkundigen Sie sich nach Fördermöglichkeiten (siehe Abschnitt 6) und berücksichtigen Sie die Betriebskosten bei Ihrer Entscheidung.

Benötigen Sie spezielle Kälteaggregate sollten Sie bei Ihrem Lieferanten oder dem Hersteller bezüglich des Kältemittels nachfragen (siehe Abschnitt 4). Sofern Ihnen nur Anlagen/Geräte mit fluoridierten Kältemitteln angeboten werden, erkundigen Sie sich nach zukünftigen Planungen in Hinblick auf halogenfreie Kältemittel, ggf. auch bei anderen Lieferanten/Herstellern.

Machen Sie deutlich, dass Sie an langfristigen Lösungen interessiert sind.

5.3. Technische Gebäudeausstattung

5.3.1. Gebäudeklimatisierung

In der Gebäudeklimatisierung unterscheidet man in Wohngebäude- und Nichtwohngebäudeklimatisierung. Letztere (Bürogebäude, öffentliche Gebäude) weisen in Deutschland aufgrund baulicher und betrieblicher Unterschiede (Glasfassade ohne Verschattung, größere interne Wärmequellen) in etwa einen um den Faktor 100 größeren Kühlenergiebedarf als der Wohngebäudebereich auf. Ungefähr die Hälfte der Büro- und Verwaltungsgebäude sind mit Kühl- oder Klimatisierungssystemen ausgestattet. Bis zum Jahr 2030 wird mit einer Verdopplung der energiebedingten CO₂-Emissionen bei Nichtwohngebäuden gerechnet.

Gebäude können so gestaltet werden, dass sie keine oder kaum Kühlung benötigen – das vermeidet sowohl den Energieverbrauch als auch die Emission von Kältemitteln. Zu diesen Techniken gehören:

- ▶ maßvoll große Fensterflächen,
- ▶ außenliegende Verschattung der Fensterflächen (ggf. automatisch gesteuert),
- ▶ Reduzierung interner Lasten von Elektrogeräten und Beleuchtung,
- ▶ Wärmedämmung,
- ▶ Nachtauskühlung,
- ▶ passive oder freie Kühlung,
- ▶ Erhöhen und Nutzen der Speichermasse des Gebäudes,
- ▶ Einsatz von Tischventilatoren usw.

Bei Neubauten ist der Handlungsspielraum am größten. Manche dieser Techniken lassen sich aber auch erfolgreich in bestehenden Gebäuden einsetzen.

Daher sind umfassende Strategien wichtig, wie die Klimatisierung eines Gebäudes möglichst klimafreundlich gestaltet werden kann. Technische Konzepte und deren Bewertung sind in der Broschüre „Klimafreundliche Gebäudeklimatisierung“ (www.uba.de) beschrieben, die sich speziell an Architekten, Bauherren und Planer richtet.

Kann eine maschinelle Kühlung trotz verschiedener Maßnahmen nicht vermieden werden, entscheidet die Festlegung auf ein bestimmtes Klimasystem in der Planungsphase eines Gebäudes meist über die Betriebskosten und über die Höhe der Klimawirkung in der Nutzungsphase, da ein bestehendes System oft nur mit großem Aufwand nach der Fertigstellung z. B. gegen ein umweltfreundlicheres System ausgetauscht werden kann. Ein Wechsel des Kältemittels ist nicht möglich, so dass die komplette Kältemaschine ersetzt werden muss.

Grundsätzlich bieten sich für die Klimatisierung großer Gebäude zentrale Anlagen mit Flüssigkeitskühler (Kaltwassersatz) und Kaltwassernetz an. Hierfür gibt es von mehreren Herstellern Kälteerzeuger mit Ammoniak oder Propan, die durch ihre bessere Energieeffizienz gegenüber HFKW-Anlagen Betriebskosten sparen und daher bei Betrachtung der Lebenszykluskosten nicht schlechter abschneiden als vergleichbare HFKW-Angebote.

Statt eines Flüssigkeitskühlers mit angeschlossenem Kaltwassernetz werden in den letzten Jahren vermehrt große Multisplit-Geräte zum Kühlen und Heizen eingesetzt, wobei eine Außeneinheit mit bis zu 60 Inneneinheiten (Verdampfern) verbunden ist. Das Kältemittel wird hier über lange Kupferrohrleitungen zu den Inneneinheiten geführt und direkt in den Räumen verdampft, so dass auch aufgrund vieler Anschlüsse, die teilweise als Quetschverbindungen ausgeführt sind, die Leckage neigung hoch ist. Der Einsatz dieser als VRF (Variable Refrigerant Flow: variabler Kältemittelmassenstrom) bezeichneten Anlagen ist daher aus Sicht des Klimaschutzes kritisch zu beurteilen.

Da (Nichtwohn)Gebäudeklimaanlagen lediglich 500 Vollbenutzungsstunden im Jahr aufweisen, aber auch ausgeschaltete Anlagen Kältemittel emittieren, sind bei manchen Anlagen die HFKW-Emissionen in CO₂-Äquivalenten genau so groß oder sogar deutlich größer als die energiebedingten CO₂-Emissionen. Für eine klimaschonende Klimatisierung sind daher Anlagen mit natürlichen Kältemitteln die bessere Wahl.

Nur ca. 2 % der Wohngebäudeflächen werden gekühlt. Hier kommen meist bewegliche Monoblock- oder fest installierte Monosplit-Geräte zum Einsatz. Monoblockgeräte haben den Nachteil, dass die Abwärme mittels Schlauch durch ein geöffnetes Fenster nach draußen geleitet werden muss. Hierdurch strömt warme Außenluft in den Raum zurück, wodurch der Betrieb ineffizienter ist als bei Split-Geräten. Monosplit-Geräte werden meist mit 1 bis 1,5 kg des HFKW-Kältemittels R 410A oder R 407C betrieben. Geräte mit dem natürlichen Kältemittel Propan (R 290) sind bisher nur in Indien erhältlich und gehören zu den effizientesten auf dem dortigen Markt. In China stehen Propan-Geräte vor der Markteinführung.

5.3.2. Rechenzentren

Die für Server benötigte elektrische Energie in Rechenzentren wird fast vollständig in Wärme umgewandelt, die abgeführt werden muss. Dies geschieht durch die Bereitstellung von Kaltwasser, das den Umluftstrom in einem Rechenzentrum kühlt. Bei neueren Systemen sind die Wasser/Luft-Wärmeübertrager direkt in den Serverschränken (Racks) untergebracht, die die Wärme dadurch effizienter abführen können. Wie auch bei der Gebäudeklimatisierung können als klimafreundliche Alternative zu HFKW-Anlagen Flüssigkeitskühler mit natürlichen Kältemitteln eingesetzt werden. Sehr umweltfreundlich ist die Nutzung der natürlichen Freikühlung in Kombination mit der indirekten adiabaten Befeuchtung, je nach Klimazone teilweise auch ganz ohne den Einsatz von Kompressionskälte.



Auch mit (Ab)Wärme angetriebene Ab- und Adsorptionskältemaschinen, welche das Kältemittel Ammoniak bzw. Wasser verwenden, stellen eine Möglichkeit zur Rechenzentrums-klimatisierung dar. Das Umweltbundesamt kühlt das Rechenzentrum des Dienstgebäudes in Dessau mit einer Adsorptionskältemaschine, die mit Solar- und Fernwärme angetrieben wird.

In Serverräumen kommen aufgrund des kleineren Kältebedarfs meist Split-Geräte zum Einsatz, sofern die Kühlung nicht zentral über die Komfortklimaanlage erfolgt.

Zwar gibt es bisher keine Split-Geräte mit natürlichen Kältemitteln, als Alternative sind jedoch auch für den kleineren Leistungsbereich (10–20 kW Nennkälteleistung) Kaltwassersätze mit dem Kältemittel Propan erhältlich,

die bereits in Serverräumen bzw. kleinen Rechenzentren eingesetzt werden. Adsorptionskältemaschinen sind mit Kälteleistungen ab 7,5 kW verfügbar und bieten sich vor allem in Kombination mit einem Blockheizkraftwerk an, dessen Abwärme als Antriebsenergie genutzt wird.

5.4. Wärmepumpen

Industriewärmepumpen haben einen Leistungsbereich von etwa 100 Kilowatt bis zu mehreren Megawatt. Sie können neben den natürlichen Wärmequellen Luft, Wasser und Erdreich auch Abwärme aus Kühlwasser, Abwasser, Abluft, Abgas o. ä. nutzen. Industriewärmepumpen werden häufig entsprechend den Bedürfnissen des Betreibers individuell geplant und installiert. Bei der Auslegung ist neben dem Temperaturniveau der Wärmesenke auch der Einfluss der Wärmequellentemperatur auf die Energieeffizienz der Wärmepumpe zu beachten.

Wärmepumpen können für die Warmwasserbereitung, für die Heizung von Gebäuden und für die Bereitstellung von Prozesswärme eingesetzt werden. Als halogenfreie Kältemittel in Industriewärmepumpen kommen R 744 (Kohlendioxid, CO_2), R 717 (Ammoniak, NH_3), R 723 (Gemisch Ammoniak, Dimethylether) und Kohlenwasserstoffe (z. B. R 290, Propan) zum Einsatz.

Seit einigen Jahren bieten Hersteller vermehrt sogenannte Hochtemperaturwärmepumpen mit CO_2 als Kältemittel an. Mit CO_2 kann Heiz- und Prozesswärme bis 90 °C generiert werden. Inzwischen sind CO_2 -Wärmepumpen mit einer Heizleistung zwischen 40 Kilowatt und 1 Megawatt auf dem Markt verfügbar. Die Hauptanwendungsbereiche von CO_2 -Wärmepumpen sind neben Warmwassererzeugung und Bereitstellung von Heizwärme auch Trocknungsprozesse.

Wärmepumpen mit Ammoniak als Kältemittel stehen für alle Leistungsbereiche zwischen 100 Kilowatt bis ca. 6 Megawatt zur Verfügung, sie sind im industriellen Bereich vor allem im großen Leistungsbereich weit verbreitet. Zum Einsatz kommen sie in den verschiedensten Anwendungen, wie zur Beheizung von Krankenhäusern, zur Bereitstellung von Prozesswärme in Schlachthöfen und in Nahwärmenetzen.

Abbildung 8:

CO₂-Hochtemperaturwärmepumpe mit 1 Megawatt Heizleistung



thermea. Energiesysteme GmbH

Seit den 1990er Jahren sind Heizungs- und Warmwasserwärmepumpen bis etwa 25 kW Wärmeleistung mit Propan als Kältemittel zum Einsatz in Privathaushalten auf dem Markt erhältlich. Diese fabrikgefertigten Standardwärmepumpen enthalten nur geringe Mengen des brennbaren Kältemittels Propan, und die Sicherheitsanforderungen sind leicht erfüllbar. Für gewerbliche und industrielle Anwendungen werden seit etwa 10 Jahren meist individuell gefertigte Wärmepumpen mit einer Leistung von 30 bis 600 kW mit Propan als Kältemittel angeboten. Um die sicherheitsrelevanten Anforderungen bei der Verwendung größerer Mengen brennbarer Kältemittel zu erfüllen, setzen die Hersteller unterschiedliche Maßnahmen um, so dass die Anlagen häufig auch für die Innenaufstellung geeignet sind. Ein Anbieter teilt den Kältekreislauf auf mehrere unabhängig voneinander funktionierende Mo-

dule auf und begrenzt so die Füllmenge an Propan pro Kreislauf. Dadurch kann eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet werden.

Die Investitionskosten von Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln liegen meist über denen von Anlagen mit fluorierten Kältemitteln. Die Betriebskosten sind jedoch häufig geringer. Vor allem speziell projektierte und ausgelegte Systeme mit natürlichen Kältemitteln weisen sehr gute Leistungszahlen und damit geringere Jahresenergieverbräuche auf. Achten Sie darauf, dass bei der Projektierung der Wärmepumpe das optimale Kältemittel für ihren Anwendungsbereich berücksichtigt wird.

Weitere Informationen finden Sie unter www.uba.de unter dem Stichwort Wärmepumpen.

5.5. Kühlung in Hotels, Gaststätten und Großküchen

Der Kühlbedarf in Hotels, Gaststätten und Großküchen ist vielfältig und reicht von der Klimatisierung einzelner Räume bis zur Kühlung von Lebensmitteln und der Zubereitung von Speisen. Für die Klimatisierung gilt das in Abschnitt 5.3 Gesagte. Für Getränkeautomaten oder ähnliche steckerfertige Geräte wird auf Abschnitt 5.1 verwiesen. Weitere genutzte Kühlvorrichtungen sind Kühlzellen, gewerbliche Kühl-/Gefrierschränke und in der Speissherstellung genutzte Geräte, wie Eisbereiter oder Schockfroster.

Anlagen mit 15 bis 100 kW Kälteleistung zur Lebensmittelkühlung in Hotels und Großküchen können als Zweikreisysteme mit natürlichen Kältemitteln realisiert werden. Verschiedene Anlagenbauer haben solche Systeme im Programm. Alternativ kämen CO₂-Anlagen in Betracht, die als Direktverdampfungssysteme angeboten werden. Bereits heute sind für den Anschluss an einen Solekreislauf oder an einen CO₂-Kreislauf geeignete Geräte am Markt verfügbar, teilweise nur auf Anfrage beim Hersteller. Dies betrifft Kühltische, Eiswürfel- und Scherben eis-Bereiter etc.

Einige Hersteller bieten Eiswürfel- und Scherben eis-Bereiter mit integriertem Kälteaggregat ebenfalls mit HFKW-freien Kältemitteln an.

Als Ergebnis der Diskussion um die Klimaschädlichkeit fluorierter Treibhausgase haben einige Unternehmen Schockfroster mit den Kältemitteln Kohlendioxid (CO₂) und Ammoniak (NH₃) entwickelt. Angeboten werden solche Schockfroster im Leistungsbereich von 10 bis 100 kW.

An gewerblich genutzte Kühl- und Gefrierschränke werden häufig spezielle Anforderungen gestellt, wodurch eine Vielzahl an Spezialprodukten am Markt angeboten wird. Viele Gewerbekühl- und gefrierschränke gibt es – ähnlich wie Haushaltsgeräte – mit Kohlenwasserstoffen als Kältemittel. Allerdings haben nicht alle Anbieter entsprechende Geräte im Angebot. Hier hilft nur die konkrete Nachfrage.

Steckerfertige Huckepack-Aggregate für (Fertig)kühlzellen enthalten meist HFKW (R 134a oder R 404A). Seit 2012 sind aber auch Aggregate mit R 290 am Markt verfügbar. Will man auf HFKW verzichten, kann zudem auf konventionelle Kühlräume mit Anschluss an eine Kälteanlage zurückgegriffen werden.



6. Wo gibt es Fördermöglichkeiten?

6.1. BAFA

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert seit dem Jahr 2008 die Anschaffung energieeffizienter Neuanlagen mit halogenfreien Kältemitteln, Maßnahmen zur Energieeffizienzverbesserung an Bestandsanlagen, die Kältemittel mit einem GWP von maximal 2500 verwenden und Beratungsmaßnahmen. Eine zusätzliche Bonusförderung kann beantragt werden, wenn die Abwärme der Anlage genutzt wird. Förderfähig sind folgende Anlagen gewerblicher Unternehmen:

- ▶ Kompressions-Kälteanlagen mit einer elektrischen Antriebsleistung der oder des Verdichter(s) von 5 bis 150 kW;
- ▶ Kompressions-Klimaanlagen mit einer elektrischen Antriebsleistung der oder des Verdichter(s) von 10 bis 150 kW;
- ▶ Sorptionskälte- und -klimaanlagen mit einer Kälteleistung von 5 bis 500 kW;

Nähere Informationen finden Sie unter: www.bafa.de

6.2. Mittelstandsinitiative

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten für Unternehmen sich Hilfe bei der Steigerung der Energieeffizienz und dem Umstieg auf umweltfreundlichere Kältemittel zu holen.

Einen Überblick gibt es auf den Seiten der Mittelstandsinitiative (www.mittelstand-energiewende.de).

Für Firmen mit Kälte- und Klimaanlagen sind verschiedene Förderprogramme der KfW interessant, die meist zinsgünstige Kredite anbieten und parallel zur BAFA-Förderung genutzt werden können. (www.kfw.de)

Es werden aber auch Beratungen zur Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen für kleine und mittlere Unternehmen gefördert. Diese Energieberatung, die auch die Kälte- und Klimaanlagen mit betrachtet, kann ab jährlichen Netto-Energiekosten (Strom, Brennstoff, Fernwärme)

von über 5000 EUR beantragt werden. Der benötigte regionale Ansprechpartner kann unter www.rp-suche.de ermittelt werden.

Im KfW-Umweltprogramm werden alle Investitionen, die dazu beitragen, die Umweltsituation wesentlich zu verbessern, gefördert.

Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, Experten des RKW Kompetenzzentrums (Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e. V. Kompetenzzentrum) für Impulsgespräche zum Thema Energieeffizienz gratis zu gewinnen. Diese regionalen Ansprechpartner zeigen Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten anbieterneutral auf und unterstützen bei der Umsetzung.



Weitere Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU finden Sie unter: www.foerderdatenbank.de

7. Wo steht die Kältetechnik in 10 Jahren?

Die Kälte- und Klimabranche steht – nicht zum ersten Mal – vor einem Umbruch. Nach dem Willen der Europäischen Kommission und der Mitgliedstaaten der Europäischen Union, einschließlich Deutschlands, soll die Verwendung der heute üblichen Kältemittel HFKW deutlich beschränkt werden – zum Schutz unseres Klimas. Damit setzt die Europäische Union ein deutliches Zeichen. Vor allem auch mit Blick auf die Entwicklungs- und Schwellenländer, die aktuell Zukunftsentscheidungen für Kältemittel treffen müssen.

Noch ist nicht endgültig festgelegt, wohin die Reise gehen wird. Klar ist, dass Kältemittel wie R 404A keine Zukunft haben. Ökologisch sind sie ein Desaster: hohes Treibhauspotential (GWP) und geringe Energieeffizienz. Bedingt durch das in der EU eingeführte Quotensystem ist mit einer deutlichen Preissteigerung für R 404A und andere Kältemittel mit einem hohen GWP zu rechnen. Ob es darüber hinaus in den nächsten 10 Jahren zu einer Unterversorgung mit Kältemittel kommen wird, bleibt abzuwarten.

In Spezialanwendungen wird man diese Kältemittel in Ermangelung klimafreundlicher Alternativen zwar noch einige Jahre antreffen. Man sollte sie aber auch nur noch dort in Neuanlagen antreffen – aus ökologischen und aus ökonomischen Gründen. Für Bestandsanlagen bieten Kältemittelhersteller und -lieferanten sogenannte Übergangskältemittel an, beispielsweise R 407F. Ob eine Umstellung bestehender R 404A-Anlagen auf diese Kältemittel ökologisch und/oder ökonomisch sinnvoll ist, bleibt eine Einzelfallentscheidung.

Für Neuanlagen bewertet das Umweltbundesamt diese Kältemittel nicht als zukunftsweisend, da mit halogenfreien, natürlichen Kältemittel wie CO₂, NH₃ oder Kohlenwasserstoffen langfristig sichere Alternativen zur Verfügung stehen.

Daneben sollen sich nach dem Willen einiger Kältemittelhersteller noch ungesättigte fluorierte Treibhausgase als Kältemittel etablieren. HFKW-Kältemittel wie R 1234yf



oder R 1234ze werden als Einstoffkältemittel oder in Gemischen angeboten, weitere sind angekündigt. Unabhängige Informationen zur Energieeffizienz dieser Kältemittel sind rar, ihre Verwendung in mobilen Klimaanlage wird kritisch diskutiert. Aus der Vielzahl der am Markt verfügbaren oder angekündigten neuen Kältemittel werden sich höchstens einige wenige durchsetzen können – schon alleine deshalb, weil die derzeit diskutierte Anzahl vom Markt nicht handhabbar ist. Aus Gründen des Klimaschutzes spricht – eine gute Energieeffizienz vorausgesetzt – nichts gegen diese Kältemittel. Dennoch ist das Umweltbundesamt zurückhaltend in Bezug auf eine positive Bewertung dieser Kältemittel. Zu viele Fragen sind derzeit (noch) ungeklärt, angefangen mit ungeklärten Fragen zu Herstellungsemissionen bis hin zu Abbauprodukten und eventuellen Risiken in der Anwendung. Das Umweltbundesamt wird die weitere Entwicklung verfolgen.



8. Weiterführende Informationen

Diese Broschüre soll eine kurze Übersicht über die neuen Regelungen und die sich daraus ergebenden Verpflichtungen, insbesondere für den Betreiber, geben. Im Internet finden Sie weitere Informationen. Einige dieser Homepages seien hier beispielhaft genannt:

- ▶ Fragen und Antworten zur Verordnung (EU) Nr. 517/2014 unter www.uba.de
- ▶ Informationen zum Phase down und zum Verfahren der Quotenvergabe unter www.uba.de und www.ec-europe.eu
- ▶ Informationen des BMUB unter www.bmub.de
- ▶ Informationen der Bundesländer auf den Seiten des jeweiligen Bundeslandes und beim Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Chemikaliensicherheit (BLAC) unter www.blac.de
- ▶ Informationen der EU-Kommission unter www.ec-europe.eu
- ▶ beim DIHK, den IHKs und HWKs sowie Ihrem Fachbetrieb



► Diese Broschüre als Download
www.umweltbundesamt.de/publikationen/hauptsache-kalt

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt