

Systèmes de climatisation : Les dangers des fluides frigorigènes

Les personnes qui manipulent des fluides frigorigènes à des fins professionnelles doivent disposer non seulement des connaissances nécessaires, mais aussi d'un permis. Vous trouverez ici les principaux renseignements sur les connaissances requises et sur l'examen professionnel ainsi que sur la définition, la fabrication, la mise en circulation, l'importation et l'exportation. Vous trouverez également les liens vers les sites Internet correspondants.

Par connaissances, il faut comprendre que l'utilisateur doit connaître les fluides frigorigènes utilisés et être conscient des conséquences en cas d'utilisation inappropriée. Selon le fluide frigorigène, des dommages environnementaux considérables peuvent survenir. Pour les éviter, des recherches ont été menées par le passé pour trouver des produits moins nocifs, voire totalement inoffensifs. L'usage de certains produits a même été interdit (CFC R12 et H-CFC R22, voir encadré « Aperçu des principaux fluides frigorigènes »). Les produits utilisés aujourd'hui entraînent toutefois de nouveaux effets secondaires, qui ne sont pas toujours bénéfiques pour le fonctionnement d'une installation frigorifique.

Connaissances nécessaires et examen professionnel

Section 1 : nécessité du permis et conditions d'obtention

Art. 1 Nécessité du permis

1) Toute personne qui, à titre professionnel ou commercial, utilise des fluides frigorigènes au sens de l'annexe 2.10, ch. 1, al. 1, ORRChim pour la fabrication, le montage, l'entretien ou l'élimination d'appareils ou d'installations servant à la réfrigération, à la climatisation ou au captage de chaleur doit être titulaire d'un permis :

Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux (Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques, ORRChim)

<http://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20021520/index.html>

2) Dans les entreprises exerçant une activité au sens de l'al. 1, au moins une des personnes responsables doit être titulaire d'un permis; si des fluides frigorigènes sont utilisés en dehors de l'aire de l'entreprise, au moins une des personnes présentes doit être titulaire du permis.

Art. 2 Capacités et connaissances requises, attestation

- 1) Le permis est octroyé aux personnes qui disposent des capacités et des connaissances requises au sens de l'annexe 1.
- 2) Les capacités et les connaissances requises sont attestées par la réussite d'un examen au sens de l'art. 3.

2. Abschnitt: Fachprüfung

Art. 3

- 1) L'examen doit permettre d'établir si les candidats disposent des capacités et des connaissances requises au sens de l'annexe 1 pour obtenir un permis.
- 2) L'examen est réglementé à l'annexe 2 : Ordonnance du DETEC relative au permis pour l'utilisation de fluides frigorigènes
<http://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20041557/index.html>

ORRChim, fluides frigorigènes, annexe 2.10 (art. 3)

Pour des informations détaillées, voir

<http://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20021520/index.html>

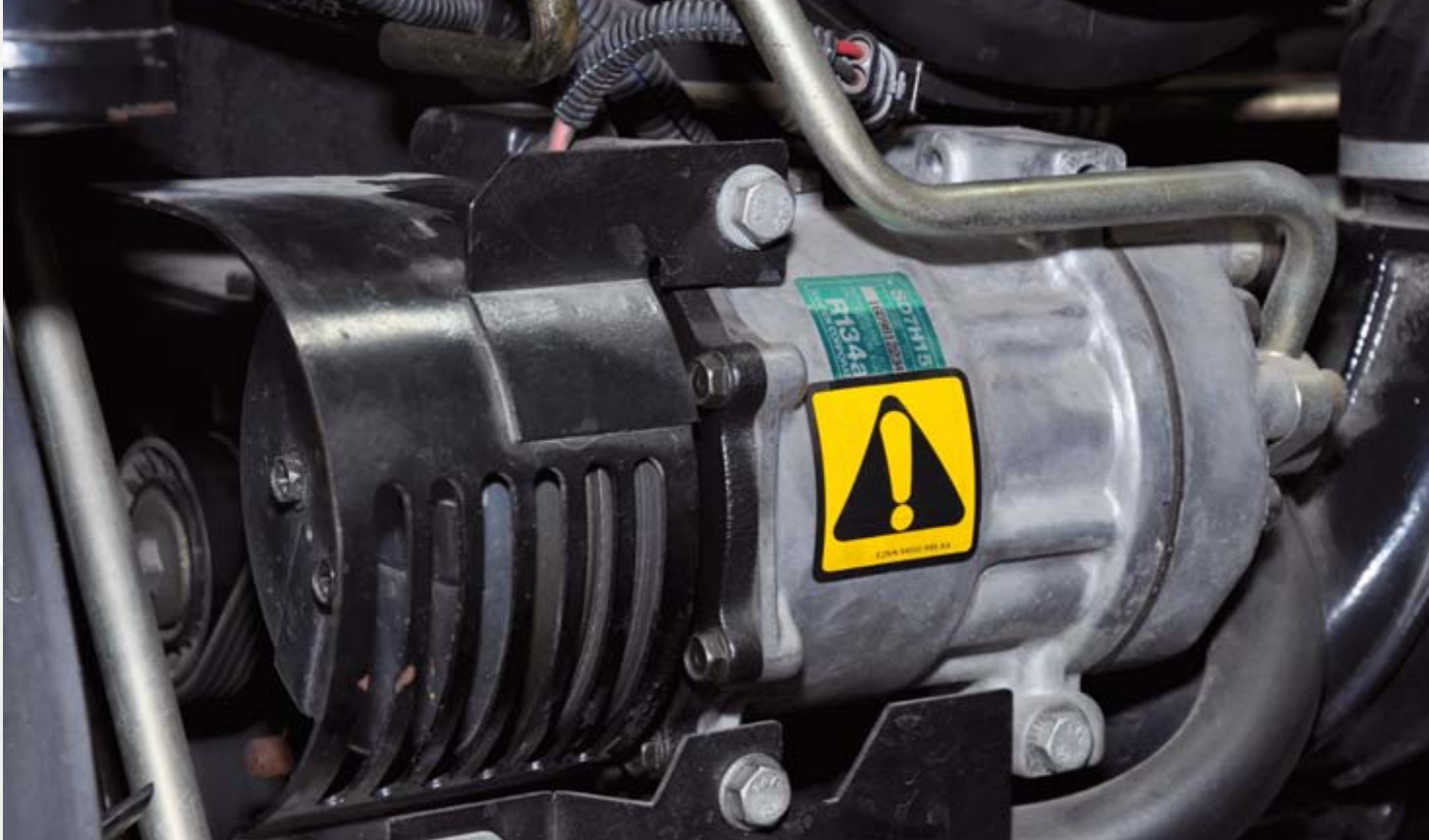
1. Définitions

- 1) Les substances et les préparations qui, dans un appareil ou une installation, transportent de la chaleur d'une température basse à une température plus élevée sont considérées comme des fluides frigorigènes.
- 2) Les fluides frigorigènes qui contiennent des substances appauvrissant la couche d'ozone sont considérés comme des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone.
- 3) Les fluides frigorigènes qui contiennent des substances stables dans l'air sont considérés comme des fluides frigorigènes stables dans l'air.
- 4) Une installation se compose d'un ou de plusieurs circuits frigorifiques servant à la même application; elle peut comporter une ou plusieurs machines frigorifiques. On désigne par « machine frigorifique » un système de réfrigération compact contenant un ou plusieurs circuits frigorifiques.
- 5) La transformation de la partie productrice de froid dans des installations existantes est assimilée à la mise en circulation d'installations.
- 6) Un appareil est un système de réfrigération qui est équipé d'une prise électrique et n'est pas relié de façon permanente à des conduites de distribution de froid ou de chaleur. Les appareils fixes sont considérés comme des appareils et non comme des installations.
- 7) Le froid positif est une réfrigération avec une température d'évaporation (t_0) supérieure ou égale à -10°C et une température de condensation (t_c) inférieure ou égale à $+45^\circ\text{C}$.
- 8) Le froid négatif est une réfrigération avec une température d'évaporation (t_0) supérieure ou égale à -33°C et une température de condensation (t_c) inférieure ou égale à $+40^\circ\text{C}$.

2. Fabrication, mise en circulation, importation et exportation

2.1 Interdictions

- 1 Il est interdit de fabriquer, de mettre en circulation, d'importer à titre privé et d'exporter :
 - a) des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone;
 - b) des appareils et des installations fonctionnant avec des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone.
- 2 Il est interdit de fabriquer, de mettre en circulation, et d'importer à des fins privées, les appareils et les installations mobiles suivants fonctionnant avec des fluides frigorigènes stables dans l'air :
 - a) appareils domestiques de réfrigération et de congélation;
 - b) déshumidificateurs;
 - c) climatiseurs;
 - d) systèmes de climatisation employés dans les véhicules à moteur.



Klimaanlagen – Gefahren mit Kältemitteln

Wer gewerblich mit Kältemitteln umgeht, benötigt zusätzlich zu den erforderlichen Kenntnissen eine entsprechende Fachbewilligung. Hier finden Sie die wichtigsten Informationen zu den erforderlichen Kenntnissen und zur Fachprüfung sowie zu Definition, Herstellung, Inverkehrbringen, Ein- und Ausfuhr, mit den Links zu den entsprechenden Webseiten.

Mit Kenntnissen ist gemeint, dass der Anwender die verwendeten Kältemittel kennt und sich bei unsachgemäßem Einsatz dessen Folgen bewusst ist. Je nach Kältemittel kann dabei der Umwelt ein erheblicher Schaden zugeführt werden. Damit das nicht eintritt, wurde in der Vergangenheit nach Produkten gesucht, welche weniger oder gar nicht schädlich sind. Der Einsatz von gewissen Produkten wurde sogar verboten (FCKW R12 und H-FCKW R22, siehe Kasten «Übersicht über die wichtigsten Kältemittel»). Die heute verwendeten Produkte bringen jedoch neue Begleiterscheinungen mit sich, welche sich nicht immer vorteilhaft auf die Funktion einer Klimaanlage auswirken.

Das Kältemittel R134a wird heute auf Fahrzeugen in unserer Branche eingesetzt.

Le fluide frigorigène R134a est actuellement utilisé sur les véhicules de notre secteur.

Erforderliche Kenntnisse und Fachprüfung

1. Abschnitt: Notwendigkeit und Voraussetzungen

Art. 1 Notwendigkeit einer Fachbewilligung

1) Wer beim Herstellen, Installieren, Warten oder Entsorgen von Geräten oder Anlagen, die der Kühlung, Klimatisierung oder Wärmegewinnung dienen, beruflich oder gewerblich mit Kältemitteln nach Anhang 2.10 Ziffer 1 Absatz 1 ChemRRV umgeht, benötigt eine Fachbewilligung:

Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV)

www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021520

2) In Betrieben, in denen eine Tätigkeit nach Absatz 1 ausgeübt wird, muss mindestens eine verantwortliche Person eine Fachbewilligung haben; wird mit Kältemitteln ausserhalb des Betriebsgeländes umgegangen, muss mindestens eine Person mit Fachbewilligung anwesend sein.

Art. 2 Erforderliche Fähigkeiten und Kenntnisse und deren Nachweis

1) Die Fachbewilligung wird einer Person erteilt, die über die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse nach Anhang 1 verfügt.

2) Als Nachweis der erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse gilt das Bestehen einer Fachprüfung nach Artikel 3.

2. Abschnitt: Fachprüfung

Art. 3

1) Durch die Fachprüfung soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen und Kandidaten die nach Anhang 1 für eine Fachbewilligung erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse besitzen.

2) Die Fachprüfung ist im Anhang 2 geregelt:

Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln
www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20041557

Informations détaillées sur les fluides frigorigènes

Le fluide frigorigène R22

Le remplacement du fluide frigorigène HCFC R22 contenu dans des appareils de climatisation est nécessaire en vertu du règlement CE 1005/2009. Depuis le 1^{er} janvier 2010, l'UE et la Suisse ne peuvent plus utiliser que du R22 recyclé pour les entretiens et les réparations. Comme une quantité nettement plus importante est utilisée par rapport à ce qui peut être recyclé, cela entraîne une pénurie et la disponibilité ne peut être garantie. En outre, il faut tenir compte du fait que depuis le 1^{er} janvier 2015, une interdiction générale de remplissage de systèmes de climatisation avec le fluide frigorigène R22 est d'application. Un passage à un autre fluide frigorigène n'est généralement pas rentable et n'est pas non plus recommandé. Mieux vaut donc envisager de remplacer le système.

Le fluide frigorigène R134a

Le fluide frigorigène sans chlore HFC R134a remplace les produits problématiques utilisés jusqu'à présent dans les systèmes de refroidissement et de climatisation et qui appauvrissent la couche d'ozone. Pour cette raison, les entreprises chimiques ont développé une nouvelle gamme de produits à base d'hydrofluorocarbures (HFC) sans chlore, qui n'ont pas d'effet nocif sur la couche d'ozone. Un produit apparte-



Milchkühlanlagen werden in der Regel mit einem Kältemittelgemisch R404A oder R407A betrieben.

Les installations de refroidissement du lait fonctionnent généralement avec un mélange de fluides frigorigènes R404A et R407C.

nant à cette catégorie est le R134a, qui remplace le R12 et le R22, notamment dans des systèmes de refroidissement et de climatisation. Il présente une activité toxique remarquablement faible. Dans la pratique, il s'avère au moins aussi sûr et inoffensif que les produits précédents éprouvés depuis des années dans des systèmes de refroidissement et de climatisation.

Le fluide frigorigène R1234yf

En raison de la situation de monopole du fabricant, le nouveau fluide frigorigène controversé appelé R1234yf est nettement plus onéreux que le fluide frigorigène R134a davantage nocif pour

le climat. Les fabricants et importateurs de véhicules introduisent progressivement le nouveau fluide frigorigène R1234yf dans les nouveaux modèles de véhicules, en tout cas au sein de l'UE, en vertu des dispositions européennes en vigueur. Il est utilisé dans les véhicules équipés de la toute dernière génération de systèmes de climatisation. La directive 2006/40/CE du Parlement européen et du Conseil concernant les émissions provenant des systèmes de climatisation des véhicules à moteur des catégories M1 et N1 prévoit qu'à l'horizon 2017, seuls des fluides frigorigènes respectueux de l'environnement pourront encore être utilisés. Depuis



Wer Servicearbeiten an Kälteanlagen vornimmt, muss die erforderlichen Kenntnisse und eine Fachbewilligung besitzen.

Celui qui effectue un entretien sur des installations de refroidissement doit posséder les connaissances nécessaires et le permis.

ChemRRV, Kältemittel, Anhang 2.10 (Art. 3)

Ausführliche Angaben siehe:

www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021520/index.html#app25

1. Begriffe

- 1) Als Kältemittel gelten Stoffe oder Zubereitungen, die in Geräten oder Anlagen Wärme von einer tieferen auf eine höhere Temperatur transportieren.
- 2) Als ozonschichtabbauende Kältemittel gelten Kältemittel, die ozonschichtabbauende Stoffe enthalten.
- 3) Als in der Luft stabile Kältemittel gelten Kältemittel, die in der Luft stabile Stoffe enthalten.
- 4) Eine Anlage besteht aus einem oder mehreren Kühlkreisläufen, die ein und derselben Verwendung dienen, sie kann eine oder mehrere Kältemaschinen umfassen. Der Begriff «Kältemaschine» bezeichnet ein kompaktes System zur Kälteerzeugung mit einem oder mehreren Kühlkreisläufen.
- 5) Der Umbau des kälteerzeugenden Teils bestehender Anlagen ist dem Inverkehrbringen von Anlagen gleichgestellt.
- 6) Ein Gerät ist ein steckerfertiges System zur Kälteerzeugung, das mit keiner Kälte- oder Wärmeverteilrohrleitung fest verbunden ist. Fest eingebaute Geräte gelten als Geräte und nicht als Anlagen.
- 7) Pluskühlung ist die Kühlung mit einer Verdampfungstemperatur (t_0) nicht tiefer als -10°C und eine Kondensationstemperatur (t_c) nicht höher als $+45^\circ\text{C}$.
- 8) Minuskühlung ist die Kühlung mit einer Verdampfungstemperatur (t_0) nicht tiefer als -33°C und eine Kondensationstemperatur (t_c) nicht höher als $+40^\circ\text{C}$.

2. Herstellung, Inverkehrbringen, Ein- und Ausfuhr

2.1 Verbote

- 1 Verboten sind die Herstellung, das Inverkehrbringen, die Einfuhr zu privaten Zwecken und die Ausfuhr von:
 - a) ozonschichtabbauenden Kältemitteln;
 - b) Geräten und Anlagen, die mit ozonschichtabbauenden Kältemitteln betrieben werden.
- 2 Verboten sind die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Einfuhr zu privaten Zwecken folgender Geräte und Anlagen, die mit in der Luft stabilen Kältemitteln betrieben werden:
 - a) Kühl- und Gefriergeräte für den Haushalt;
 - b) Geräte zum Entfeuchten;
 - c) Klimageräte;
 - d) Klimaanlage, die in Motorfahrzeugen verwendet werden.

Details zu Kältemitteln

Das Kältemittel R22

Der Austausch des Kältemittels H-FCKW R22 von Klimageräten ist aufgrund der EU-Verordnung 1005/2009 notwendig. Die EU und die Schweiz dürfen seit dem 1. Januar 2010 nur noch aufbereitetes R22 bei der Wartung und Instandsetzung verwenden. Da eine viel grössere Menge gebraucht wird, als durch Recycling gewonnen werden kann, führt dies zu einem Engpass und die Verfügbarkeit ist nicht gewährleistet. Zudem ist zu beachten, dass seit dem 1. Januar 2015 ein generelles Verbot für das Befüllen von Klimaanlage mit dem Kältemittel R22 gilt. Ein Umrüsten auf ein anderes Kältemittel lohnt sich in der Regel nicht und wird nicht empfohlen, somit muss ein Austausch der Anlage in Betracht gezogen werden.

Das Kältemittel R134a

Das chlorfreie Kältemittel FKW R134a ersetzt die bisherigen, in Bezug auf den Abbau der Ozonschicht problematischen Produkte in Kühl- und Klimaanlage. Aus diesem Grund entwickelten Chemieunternehmen eine neue Produktreihe von Fluorkohlenwasserstoffverbindungen (FKW) ohne Chlor, welche keine schädigende Wirkung auf die Ozonschicht ausüben. Ein Produkt aus dieser Reihe ist das R134a, welches das R12 und R22 besonders in Kühl- und Klimaanlage ersetzt. Es weist eine bemerkenswert geringe toxische Aktivität auf. Im praktischen Einsatz ist es min-



destens so sicher und unbedenklich wie die Vorgängerprodukte, welche sich in Kälte- und Klimaanlage seit Jahren bewährt haben.

Das Kältemittel R1234yf

Das neue, umstrittene Kältemittel mit dem Namen R1234yf ist wegen der Monopolstellung des Herstellers deutlich teurer als das klimaschädlichere Kältemittel R134a. Für alle Fahrzeughersteller und Importeure wird im Rahmen der geltenden Bestimmungen der EU das neue Kältemittel R1234yf sukzessive bei neuen Fahrzeugtypen zumindest in der EU eingeführt. Es kommt in Fahrzeugen zum Einsatz, die mit der neuesten Klimaanlagengeneration ausgerüstet sind. Bis 2017 werden gemäss Richtlinie (2006/40/EG) des EU-Parlaments und des Rates über Emissionen aus Klimaanlage in Kraftfahrzeugen für

Für eine einwandfreie Funktion müssen die Drücke dem jeweiligen Kältemittel und der Anlage angepasst werden.

Pour un fonctionnement correct, les pressions doivent être adaptées au fluide et à l'installation.

le 1^{er} janvier 2011, cela concerne les modèles de véhicules réceptionnés par type, tandis qu'à compter du 1^{er} janvier 2017, cela concernera tous les véhicules neufs. Cette directive prévoit que le potentiel de réchauffement planétaire de ces nouveaux fluides frigorigènes ne peut être supérieur à 150. A titre de comparaison, le potentiel de réchauffement planétaire du R134a est de 1430. Par conséquent, il ne reste plus qu'un nombre limité de fluides frigorigènes disponibles.

En outre, l'efficacité énergétique doit être davantage prise en compte. Le fluide frigorigène R134a que l'on trouve

encore aujourd'hui dans les systèmes de climatisation des véhicules n'est plus remplacé ou complété. Les systèmes qui en contiennent continuent d'être exploités avec le fluide frigorigène employé par le constructeur au premier remplissage. Le fluide frigorigène est cependant controversé par beaucoup de constructeurs de véhicules, car il se serait enflammé et aurait libéré de l'acide hydrofluorique corrosif (gaz de combat) lors d'un crash-test, raison pour laquelle ces constructeurs se sont tournés directement vers le CO₂ écologique. Depuis, des tests plus poussés ont mis en évidence que le fluide frigo-

rigène R1234yf utilisé dans les systèmes de climatisation de véhicules ne présentait pas de risque potentiel plus élevé par rapport au fluide frigorigène R134a utilisé actuellement.

Le fluide frigorigène R744 (CO₂)

Depuis plus de 20 ans, des entreprises effectuent des recherches sur l'utilisation de dioxyde de carbone en tant qu'agent frigorigène naturel dans les systèmes de climatisation et de refroidissement. Ces recherches s'appuient sur deux enseignements importants intervenus au début des années 90.

a) Les fluides frigorigènes courants présentent d'importants inconvénients sur le plan écologique ;

b) Le CO₂ constitue un remarquable agent frigorigène de substitution.

Le fluide frigorigène R134a utilisé aujourd'hui présente un potentiel d'effet de serre environ 1400 fois plus important par rapport au CO₂ présent naturellement dans l'atmosphère. En outre, le R134a est un gaz de synthèse et les scientifiques n'excluent pas des effets nocifs à long terme sur l'environnement. En revanche, le CO₂ est simplement prélevé dans l'atmosphère et peut y être relâché à tout moment sans effet appauvrissant pour la couche d'ozone. Utiliser du CO₂ comme fluide frigorigène est tout à fait réalisable techniquement. Cette solution a fait l'objet de perfectionnements en vue d'une production en série et présente de nombreux atouts. En effet, le dioxyde de carbone s'avère être une solution efficace et très concurrentielle en termes de capacité de refroidissement, grâce au meilleur rendement des compresseurs utilisés et à son meilleur transfert de chaleur. En outre, les effets sont plus limités en cas de pertes de pression par rapport à des installations fonctionnant au R134a. Les installations au CO₂ consomment aussi moins d'énergie. Elles demandent moins de temps et s'avèrent moins onéreuses en termes de service et de maintenance. En outre, le CO₂ ne doit pas être recyclé. Les fluides frigorigènes R1234yf (potentiel de réchauffement planétaire 4) et R744 (potentiel de réchauffement planétaire 1) ont démontré leur compatibilité environnementale dans le cadre de nombreux tests et études et ne présentent pas de risques supplé-

Liste des principaux fluides frigorigènes

(Liste non exhaustive, état : juillet 2014)

Statut réglementaire selon ORRChim	Catégorie		Fluide frigorigène	GWP(1)	Groupe de sécurité(2)	Remarques (selon annexe 2.10 ORRChim (RS 814.81))
Frigorigènes interdits	CFC (chlorés, perhalogénés)		p.ex. R11 R12 R502 R13B1		A1 A1 A1 A1	Interdits dans les installations nouvelles ou transformées. Les installations existantes peuvent rester en service, mais pas rechargées. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent être déclarées, avoir un livret d'entretien et leur étanchéité doit être testée régulièrement.
Frigorigènes interdits dès le 1.1.2015	HCFC (chlorés, partiellement halogénés)	Fluides purs	p.ex. R22		A1	Interdits dans les installations nouvelles, étendues ou transformées. Les installations existantes peuvent rester en service et être rechargées jusqu'à fin 2014 avec des frigorigènes recyclés.
		Mélanges (Blends)	En général à base de R22, R401A (MP39) R402A (HP80) R402B (HP81) R408A (FX-10) R409A (FX-56)		A1 A1 A1 A1	Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent être déclarées, avoir un livret d'entretien et leur étanchéité doit être testée régulièrement.
Frigorigènes à utilisation restreinte dans les appareils et installations	HFC (sans chlore, partiellement halogénés)	Fluides purs	p.ex. R23 R134a R125 R143a	14800 1430 3500 4470	A1 A1 A1 A2	La construction, l'extension et la transformation d'installations au-delà de certaines puissances sont interdites à partir du 1.12.2013.
		Mélanges (Blends)	p.ex. R404A R407A R407B R407C R407D R410A R413A R417A R422A R422D R427A R507A	3980 2110 2800 1770 1630 2090 2050 2350 3140 2730 2140 3920	A1 A1 A1 A1 A1 A2 A1 A1 A1 A1 A1	Condition pour un dérogation: L'état de la technique ne permet pas de respecter les normes SN EN 378 2008 sans utiliser un frigorigène stable dans l'air. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent être déclarées, avoir un livret d'entretien et leur étanchéité doit être testée régulièrement.
Frigorigènes autorisés sous réserve des exigences de sécurité	naturels	Fluides purs	p.ex. R170 (Ethane) R290 (Propane) R717 (NH ₃) R718 (H ₂ O) R744 (CO ₂) R600a (Isobutane) R1270 (Propène)	3 3 0 < 1 1 3 3	A3 A3 B2 A1 A1 A3 A3	Les fluides naturels sont préconisés pour les nouvelles installations et les transformations. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent avoir un livret d'entretien.
		Mélanges (Blends)	p.ex. R290/R600a R290/R170 R723 (DME/NH ₃) ³	3 3 8	A3 A3	Les fluides naturels sont préconisés pour les nouvelles installations et les transformations. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent avoir un livret d'entretien.
	HFO (Fluor-Olefine partiellement halogénés)	Fluides purs	p.ex. HFO-1234yf HFO-1234ze	4 6	(A2) ⁴ (A2) ⁴	Fluides autorisés. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent avoir un livret d'entretien.

1 Potentiel de réchauffement global à un horizon de 100 ans selon le 4^e rapport du GIEC (2007). <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>

Pour les mélanges: moyenne des GWP des composants, pondérés en fonction des proportions massiques correspondantes des substances pures.

2 Groupes de sécurité selon SN EN 378-1:2008+A1:2010

3 R723 n'est pas répertorié dans la SN EN 378-1:2008+A1:2010 (s. Hersteller Schick R723)

4 Le groupe de sécurité selon SN EN 378-1:2008+A1:2010 n'est pas définitivement fixé.

die Kategorien M1 und N1 nur klimafreundliche Kältemittel erlaubt. Dies betrifft seit dem 1. Januar 2011 neu typengeprüfte Fahrzeugmodelle und ab dem 1. Januar 2017 alle Neufahrzeuge. Nach dieser Richtlinie dürfen diese neuen Kältemittel nur noch ein GWP (Global Warming Potential) von weniger als 150 aufweisen, das R134a hat im Vergleich ein GWP von 1430. Somit verbleibt nur eine geringe Zahl von zur Verfügung stehenden Kältemitteln.

Im Weiteren soll auch die Energieeffizienz vermehrt berücksichtigt werden. Die mit dem heutigen Kältemittel R134a befüllten Fahrzeugklimaanlagen werden im Service nicht umgestellt oder umbefüllt, sie werden weiterhin mit dem vom Hersteller bei der Erstbefüllung verwendeten Kältemittel betrieben. Das Kältemittel ist jedoch bei etlichen Fahrzeugherstellern umstritten, da es sich bei einem Crash-Test entzündete und ätzende Fluss-Säure freigesetzt habe (Kampfgas), worauf diese Hersteller direkt auf das umweltfreundliche CO₂ umschwenkten. Unterdessen haben weiterführende Tests jedoch ergeben, dass mit dem Kältemittel R1234yf in Fahrzeugklimaanlagen kein erhöhtes Gefährdungspotenzial im Vergleich zum heute verwendeten Kältemittel R134a entsteht.

Das Kältemittel R744 (CO₂)

Unternehmen forschen seit mehr als 20 Jahren an der Verwendung von Kohlendioxid als natürlichem Kältemittel in Klima- und Kühlanlagen. Grundstein dieser Forschung waren schon Anfang der 1990er-Jahre zwei wichtige Erkenntnisse:

- a) Die gängigen Kältemittel haben enorme ökologische Nachteile,
- b) CO₂ verfügt über eine ausserordentliche Eignung als Ersatz-Kältemittel.

Das heute eingesetzte Kältemittel R134a besitzt ein cirka 1'400-mal grösseres Treibhauspotential als das in der Atmosphäre natürlich vorhandene CO₂. Zudem ist R134a ein synthetisch hergestelltes Gas und die Wissenschaft schliesst schädliche Langzeitwirkungen auf die Umwelt nicht aus. CO₂ dagegen wird einfach der Atmosphäre entnommen und

Übersicht über die wichtigsten Kältemittel

(Liste nicht abschliessend, Stand Juli 2014)

Rechtlicher Status gemäss ChemRRV	Kategorie		Kältemittel	GWP ⁽¹⁾	Sicherheitsgruppe ⁽²⁾	Bemerkungen (Gemäss Anhang 2.10 ChemRRV (SR 814.81))
Verbotene Kältemittel	FCKW (chlorhaltig, perhalogeniert)		z. B. R11 R12 R502 R13B1		A1 A1 A1 A1	Verbot für Neuanlagen, Erweiterungen und Umbauten. Bestehende Anlagen dürfen weiter betrieben, aber nicht mehr nachgefüllt werden. Für Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel: Meldepflicht, Wartungsheft und Dichtigkeitsprüfung erforderlich.
Ab 1.1.2015 verbotene Kältemittel	HFCKW (chlorhaltig, teilweise halogeniert)	Einstoff-Kältemittel	z. B. R22		A1	Verbot für Neuanlagen, Erweiterungen und Umbauten. Bestehende Anlagen dürfen weiter betrieben und mit recycelten Kältemitteln bis Ende 2014 nachgefüllt werden.
		Gemische (Blends)	überwiegend R22-haltig R401A (MP39) R402A (HP80) R402B (HP81) R408A (FX-10) R409A (FX-56)		A1 A1 A1 A1 A1	Für Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel: Meldepflicht, Wartungsheft und Dichtigkeitsprüfung erforderlich.
Kältemittel für begrenzte Anwendungen in neuen Anlagen und Geräten	FKW / HFKW (chlorfrei)	Einstoff-Kältemittel	z. B. R23 R134a R125 R143a	14800 1430 3500 4470	A1 A1 A1 A2	Neuerstellungen, Erweiterungen und Umbauten von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln über bestimmten Kälteleistungen sind ab 1.12.2013 verboten. Voraussetzung für eine Ausnahmegenehmigung: nach dem Stand der Technik sind die Sicherheitsanforderungen gemäss SN EN 378 2008 ohne in der Luft stabile Kältemittel nicht erfüllbar. Für Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel: Meldepflicht, Wartungsheft und Dichtigkeitsprüfung erforderlich.
		Gemische (Blends)	z. B. R404A R407A R407B R407C R407D R410A R413A R417A R422A R422D R427A R507A	3980 2110 2800 1770 1630 2090 2050 2350 3140 2730 2140 3920	A1 A1 A1 A1 A1 A1 A2 A1 A1 A1 A1 A1	
Zugelassene Kältemittel unter Vorbehalt der Einhaltung der Sicherheitsanforderungen	natürliche	Einstoff-Kältemittel	z. B. R170 (Ethan) R290 (Propan) R717 (NH ₃) R718 (H ₂ O) R744 (CO ₂) R600a (Isobutan) R1270 (Propen)	3 3 0 < 1 1 3 3	A3 A3 B2 A1 A1 A3 A3	Natürliche Kältemittel sind für Neuanlagen, Erweiterungen und Umbauten anzustreben. Für Anlagen mit mehr als 3kg Kältemittel: Wartungsheft erforderlich.
		Gemische (Blends)	z. B. R290/R600a R290/R170 R723 (DME/NH ₃) ³	3 3 8	A3 A3 A3	
	HFO (teilhalogenierte Fluor-Olefine)		z. B. HFO-1234yf HFO-1234ze		4 6	Zugelassene Kältemittel. Für Anlagen mit mehr als 3kg Kältemittel: Wartungsheft erforderlich.

¹ Teilhauspotential (GWP) über einen Zeithorizont von 100 Jahren, Zahlenwerte aus IPCC IV (2007). www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm
GWP-Werte für Gemische: gemäss den jeweiligen Massenanteilen der Reinstoffe gewichtete Summe der GWP-Werte der Bestandteile.

Quelle: BAFU

² Sicherheitsgruppe gemäss SN EN 378-1:2008+A1:2010

³ R723 ist in der SN EN 378-1:2008+A1:2010 nicht erfasst (s. Hersteller Schick R723)

⁴ Sicherheitsgruppe nach SN EN 378-1:2008+A1:2010 ist noch nicht endgültig definiert

kann ohne ozonabbauenden Effekt jederzeit wieder dorthin entlassen werden. Das Kältemittel ist technisch machbar und heute zur Serienreife weiter entwickelt worden – mit vielen weiteren Vorzügen, denn das Kohlendioxid hat Wettbewerbsvorteile bezüglich Kälteleistung und Effektivität aufgrund besserer Verdichtereffizienz und einem besseren Wärmeübergang. Zudem hat man geringere Auswirkungen bei Druckverlusten gegenüber Anlagen mit R134a. CO₂-Anlagen verbrauchen weiterhin weniger Energie und sind schneller und kostengünstiger im Bereich Service und Wartung und CO₂ muss nicht recycelt werden. Die Kältemittel

R1234yf (GWP 4) und R744 (GWP 1) haben in umfangreichen Tests und Studien die Umweltverträglichkeit nachgewiesen und weisen keine zusätzlichen Risiken im Fahrzeugeinsatz gegenüber den heute verwendeten auf. Zudem kann auf die weltweit bewährten und langjährig optimierten Komponenten weiterhin zugegriffen werden.

In Zeiten der allgegenwärtigen CO₂-Diskussion bleibt fast immer unerwähnt, dass es sich bei CO₂ um die in der Luft enthaltene natürliche Verbindung Kohlenstoffdioxid (im Sprachgebrauch Kohlendioxid) handelt. CO₂ entsteht beispielsweise bei der Verbrennung von kohlen-

mentaires lorsqu'ils sont utilisés dans des véhicules par rapport aux fluides frigorigènes employés aujourd'hui. De plus, on peut continuer d'avoir accès aux composants éprouvés à l'échelle mondiale et optimisés depuis de nombreuses années.

A une époque où les débats sur le CO₂ sont omniprésents, on oublierait presque que le CO₂, couramment appelé dioxyde de carbone, est un composé naturel contenu dans l'air. Le CO₂ se forme entre autres lors de la combustion de substances carbonées, dans l'organisme des êtres vivants et aussi lorsque nous respirons. Lorsque dans le langage courant, on parle de gaz carbonique, il s'agit aussi de CO₂ que l'on ajoute à l'eau minérale et que l'on retrouve naturellement dans de nombreuses boissons alcoolisées. Le CO₂ est indispensable à la photosynthèse des plantes; sans lui, la vie sur terre ne serait pas possible.

La capacité du CO₂ à absorber en partie le rayonnement thermique (rayonnement infrarouge) du soleil fait qu'il est considéré comme un gaz à effet de serre. Les gaz à effet de serre sont tous

ensemble responsables du réchauffement global.

La combustion de combustibles fossiles (pétrole, gaz) a connu une hausse fulgurante au début de l'ère industrielle, ce qui a de plus en plus déséquilibré le bilan du CO₂ naturel. Parmi les effets mesurables, on constate que les températures moyennes annuelles n'ont cessé d'augmenter au cours des dernières décennies.

Conclusion

Le développement des fluides frigorigènes ne cesse de progresser. Les fluides frigorigènes sont de plus en plus écologiques, mais leur prix augmente aussi proportionnellement. Cela concerne également les infrastructures des garages lorsque ceux-ci doivent assurer l'entretien des systèmes de climatisation de véhicules de catégorie M1 et N1. Les formations sont inévitables. Elles sont proposées par l'USM au travers des cours «B8 Climatisations» et «B9 Permis de l'utilisation de fluides frigorigènes».

Stefan Habegger/Stefan Marti



Mit einem modernen Klimaservicegerät läuft die Wartung, Reinigung und Rücksetzung automatisch ab, dabei wird auch die Überwachung der Drücke sichergestellt und der Fachmann gibt nur noch die korrekten Daten ein.

Avec un appareil de service climatisation, l'entretien, le nettoyage et le remplissage s'exécutent automatiquement tout en surveillant les pressions; ainsi, le spécialiste ne doit plus que rentrer les bonnes valeurs.



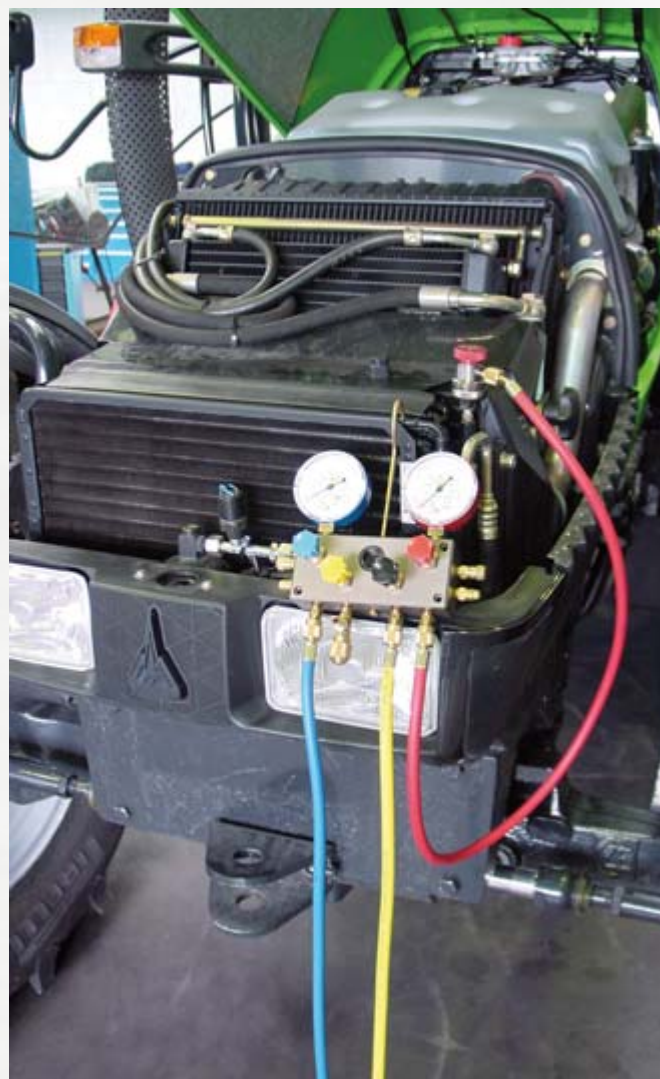
Das Beachten der Herstellerangaben bei Kälteanlagen, ist die Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb.

Respecter les indications du constructeur sur les installations de refroidissement est une condition préalable pour son bon fonctionnement.



Das korrekte Entleeren und Befüllen einer Kälteanlage kann auch über ein 2-Wege-Ventil erfolgen.

Le remplissage et la vidange d'un système de refroidissement peut également se faire avec un By-pass à 2 voies.



stoffhaltigen Substanzen, im Organismus von Lebewesen und auch bei unserer Atmung. Wenn wir im allgemeinen Sprachgebrauch von Kohlensäure reden, handelt es sich dabei auch um CO_2 , das Mineralwasser zugesetzt wird und in vielen anderen alkoholischen Getränken natürlich entsteht. Ohne CO_2 wäre kein Leben auf der Erde möglich, denn es ist notwendig für die Photosynthese der Pflanzen.

Die Eigenschaft von CO_2 , die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) der Sonne teilweise zu absorbieren, macht es zu einem der so genannten Treibhausgase. Alle Treibhausgase

zusammen sind verantwortlich für die globale Erwärmung.

Mit Beginn der Industrialisierung stieg die Verbrennung fossiler Brennstoffe (Öl, Gas) enorm an. Dadurch geriet die natürliche CO_2 -Bilanz mehr und mehr aus dem Gleichgewicht. Als messbares Ergebnis daraus stiegen die durchschnittlichen Jahrestemperaturen in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich an.

Fazit

Die Entwicklung der Kältemittel schreitet stetig voran. Dadurch werden die Kältemittel immer umweltverträglicher, aber gleichzeitig steigt

auch der Preis. Dies betrifft ebenso die Infrastruktur der Werkstatt, wenn Klimaanlage von Fahrzeugen der Kategorie M1 und N1 im Service gewartet werden. Schulungen sind unumgänglich und werden von der SMU mit dem Kurs «B8 Klimaanlage» und «B9 Fachbewilligung Kältemittel» angeboten. ■

Stefan Habegger/Stefan Marti