

Climatisations

Bien utiliser les fluides frigorigènes

La fin de saison approche pour l'agriculture et de nombreuses machines agricoles vont faire l'objet d'une maintenance pendant l'hiver. La maintenance de la climatisation est souvent négligée. Cet article aborde les principaux points à prendre en compte dans l'atelier.

Le 1^{er} mars 2020, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a adapté le permis habilitant à manipuler des fluides frigorigènes. Jusque-là, les connaissances n'étaient contrôlées que de manière théorique et le fait que l'utilisateur effectuait la maintenance d'installations stationnaires ou mobiles ne faisait aucune différence.

De nouveaux domaines d'application dans l'ordonnance

Comme les installations présentent d'importantes différences dans la pratique et que l'utilisateur n'est souvent actif que dans un domaine d'application, le législateur a décidé de séparer les permis entre les deux domaines d'application suivants dans l'ordonnance relative à l'utilisation de fluides frigorigènes (OPer-FI art. 1, al. 1^{bis}):

- Systèmes de climatisation utilisés dans les véhicules routiers, les machines agricoles ou les machines de chantier.

Ce domaine inclut les installations pour la climatisation dans les voitures, les bus ainsi que dans l'habitacle des camions, des véhicules de livraison, des machines agricoles et des machines de chantier.

- Autres appareils et installations servant à la réfrigération, à la climatisation ou au captage de chaleur.

Ce domaine inclut les installations stationnaires de climatisation et de réfrigération, telles que les pompes à chaleur, les installations mobiles pour le transport de marchandises (remorques réfrigérées, systèmes de réfrigération dans les camionnettes), les systèmes de climatisations employés dans les installations de transport à câbles et dans des véhicules sur rails ainsi que les appareils fonctionnant avec des fluides frigorigènes. Autrement dit, un réservoir à lait mobile ou stationnaire appartient à ce domaine d'application.

Attention:

Les permis délivrés en vertu de l'ancien droit (c'est à dire jusqu'au 29 février 2020) restent valables. Les détenteurs de tels permis sont habilités à effectuer les activités dans les deux domaines d'application. Il existe toutefois une obligation de formation continue (ORRChim art. 10) et une obligation de faire appel à des spécialistes de la sécurité au travail pour les travaux pour lesquels on n'est pas qualifié (OPA art. 11).

Qui a besoin d'un permis ?

Dans un atelier, il n'est pas nécessaire que chaque collaborateur dispose d'un permis valide, bien qu'il effectue une maintenance de manière autonome. Il est suffisant qu'une personne qualifiée forme les autres collaborateurs de l'atelier, assure la surveillance et, par conséquent, assume la responsabilité dans ce domaine. En revanche, pour les travaux dans les champs ou sur place chez le client, la personne doit disposer d'un permis (OPer-FI art. 1 al. 2).

Formation continue au Centre de formation d'Aarberg

L'année prochaine, le CFA d'Aarberg proposera un cours de trois jours spécialement conçu pour la branche de la technique agricole afin d'acquérir les connaissances techniques et, moyennant la réussite de l'examen, le permis relatif aux fluides frigorigènes dans les véhicules routiers, les machines agricoles ou les machines de chantier. Le cours B 8.7 Cours de base en climatisation et diagnostics avec examen professionnel comprend les thèmes suivants :

1. Contenus pour le contrôle de compétences dans le domaine environnemental

- Écologie
- Toxicologie
- Législation
- Protection de la santé
- Fluides frigorigènes
- Technique du froid
- Examen écrit

2. Contenus pour le contrôle de compétences dans le domaine technique

- Structure et fonction des composants
- Fonctionnement de l'installation
- Diagnostic
- Travaux pratiques aux postes sur les véhicules
- Examen pratique

Fonctionnement d'une climatisation

Une climatisation est un système fermé rempli de fluide frigorigène. Dans le domaine de la technique agricole, on utilise encore à l'heure actuelle le fluide frigorigène R134a, mais celui-ci est toutefois sous surveillance en raison de son effet de serre important (GWP = Global warming potential). Le GWP exprime le rapport entre le potentiel de réchauffement d'une masse de fluide frigorigène déterminée (gaz à effet de serre) par rapport au dioxyde de carbone (CO₂). Le GWP du R134a s'élève à 1430, **autrement dit, la libération d'un kilogramme de fluide frigorigène correspond à une quantité de 1430 kg de CO₂ ou à un trajet d'environ 7150 km en voiture.**

Fonctionnement :

Le compresseur aspire la vapeur du fluide frigorigène (état gazeux) hors de l'évaporateur, la comprime à une pression plus élevée et la réchauffe. Le fluide frigorigène rejoint le condensateur à l'état gazeux. Grâce aux ailettes de refroidissement du condensateur et à la puissance de refroidissement du ventilateur (flux d'air), la chaleur est prélevée du fluide frigorigène, la température du fluide frigo-

Date de cours (reprises dans le programme de cours 2021) :
Du 30.08. au 01.09.2021

Retrouvez les informations sur le cours ici



Klimaanlagen

Richtiger Umgang mit Kältemitteln

Das Saisonende in der Landwirtschaft ist absehbar, viele Landmaschinen werden im Winter gewartet. Was oft vernachlässigt wird, ist die Wartung der Klimaanlage. In diesem Bericht erwähnen wir die wichtigsten Punkte, die in der Werkstatt beachtet werden müssen.



Im Umgang mit gesundheitsschädlichen Stoffen, ist auf die persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu achten.

Un équipement de protection individuelle (EPI) approprié doit être utilisé lors de la manipulation de substances nocives pour la santé.

Das Bundesamt für Umwelt BAFU hat per 01. März 2020 die Zulassung für die Befähigung mit dem Umgang mit Kältemitteln angepasst. Bis anhin wurden die Kenntnisse nur theoretisch geprüft, und es gab keinen Unterschied, ob der Anwender stationäre oder mobile Anlagen wartet.

Neue Anwendungsbereiche in der Verordnung

Da sich die Anlagen in der Praxis stark unterscheiden und der Anwender oft nur in einem Anwendungsbereich tätig ist, hat sich der Gesetzgeber in der Verordnung mit dem Umgang mit Kältemitteln (VFB-K Art.1 Abs. 1^{bis}) entschieden, die Fachbewilligungen in folgende zwei Anwendungsbereiche zu trennen:

- Klimaanlagen, die in Strassenfahrzeugen, Land- oder Baumaschinen verwendet werden.

Dieser Anwendungsbereich umfasst Klimaanlagen in Personenwagen, in Bussen sowie in der Fahrerkabine von Lastfahrzeugen, Lieferwagen, Landmaschinen und Baumaschinen.

- Andere Geräte und Anlagen, die der Kühlung, Klimatisierung oder Wärmegewinnung dienen.

Dieser Anwendungsbereich umfasst stationäre Anlagen für die Klimatisierung und Kühlung, wie Wärmepumpen, mobile Kälteanlagen für den Transport von Waren (Kühlanhänger, Kühlsysteme in Lieferwagen), Klimaanlagen, die in Seilbahnen und in Schienenfahrzeugen verwendet werden, sowie Geräte mit Kältemitteln – das heisst: ein mobiler oder stationärer Milchtank gehört in diesen Anwendungsbereich.

Wichtig:

Fachbewilligungen, welche nach bisherigem Recht (d.h. bis zum 29. Februar 2020) erteilt wurden, behalten ihre Gültigkeit. Inhaber solcher Fachbewilligungen dürfen Tätigkeiten in beiden Anwendungsbereichen ausüben. Es besteht jedoch eine Weiterbildungsverpflichtung (ChemRRV Art. 10) und eine Beizugspflicht für Arbeiten wofür man nicht qualifiziert ist (VUV Art. 11).

Wer muss eine Fachbewilligung haben?

In einer Werkstatt muss nicht jeder Mitarbeitende eine gültige Fachbewilligung haben, obwohl er selbständig eine Wartung ausführt. Es reicht, wenn eine befähigte Person die anderen Werkstattmitarbeitenden in-

rigène passe en dessous de la température d'ébullition et se condense (état liquide). Le fluide frigorigène accède ensuite au filtre déshydrateur, où les particules de poussières sont filtrées et l'humidité éliminée. Le fluide frigorigène rejoint alors le détendeur à l'état liquide et sous pression. Le détendeur régule le débit du fluide frigorigène afin qu'il ne rejoigne l'évaporateur qu'à l'état gazeux. Le passage de l'état liquide à l'état gazeux prélève la chaleur dans l'environnement et l'air se refroidit.

Pourquoi une maintenance est-elle nécessaire ?

Une maintenance régulière de la climatisation permet de détecter à temps les pertes d'étanchéité afin de minimiser les rejets de fluide frigorigène à effet de serre dans l'environnement. Pour des raisons techniques, une climatisation perd jusqu'à 10% de fluide frigorigène par diffusion chaque année, diminuant la puissance de refroidissement, et le filtre déshydrateur intégré ne peut plus absorber d'humidité en raison de sa saturation. En outre, le corps filtrant du filtre déshydrateur peut se décomposer en vieillissant. Cela peut entraîner des pannes de composants, comme par exemple au niveau du compresseur, du filtre déshydrateur ou du détendeur, provoquant la contamination de l'ensemble du système. La climatisation doit être maintenue conformément aux indications du fabricant, à savoir tous les deux ans en règle générale.

Points importants pour la maintenance d'une climatisation :

- Laisser la climatisation fonctionner pendant 10 minutes avant la vidange afin que l'huile se réchauffe et se répartisse dans le système ;
- Pour aspirer le fluide frigorigène, réchauffer le filtre déshydrateur ou les autres composants qui présentent un givrage extérieur à l'aide d'un sèche-cheveux ou d'un chiffon chaud afin que le fluide frigorigène puisse être totalement prélevé ;
- Le filtre déshydrateur doit être remplacé à chaque ouverture ou maintenance de la climatisation ;
- Mettre sous vide pendant suffisamment longtemps (au moins 30 à 60 minutes) en fonction de la puissance de la pompe à vide et de la température ambiante. Le point d'ébullition doit être atteint afin que l'eau puisse

s'évaporer dans le système ! Le point d'ébullition dépend de la température et de la pression atmosphérique (voir tableau « Point d'ébullition ») ;

- Après chaque intervention sur l'installation, un contrôle d'étanchéité doit être effectué (ORRChim, annexe 3.4c). Les défauts d'étanchéité présents doivent être éliminés ;
- Contrôler les signes d'usure et de vieillissement sur les tuyaux et conduites et les remplacer au besoin ;
- Contrôler l'écoulement de l'eau de condensation afin que l'eau de condensation puisse s'écouler librement au niveau de l'évaporateur ;
- Des évaporateurs sont des colonies de bactéries qui génèrent des odeurs désagréables. Les évaporateurs doivent être désinfectés régulièrement ;
- Ajouter de l'huile. En cas de remplacement de composants (du filtre déshydrateur ou de l'évaporateur par exemple), un appoint est nécessaire pour l'huile prélevée dans le composant. Cela peut se faire en recourant aux indications du fabricant ou en laissant le composant en question s'égoutter. Ce sont souvent des huiles PAG qui sont utilisées ;
- Réaliser un test de performances.

Un polyalkylène-glycol (PAG) est une huile entièrement synthétique, qui présente un excellent effet de lubrification, de refroidissement et d'étanchéité. Comme une telle huile est également hygroscopique, elle doit être retransvasée dans le récipient d'origine après usage si elle n'est pas contenue de manière hermétique dans la station de climatisation. Une teneur en humidité trop importante des huiles PAG contribue à la formation d'acides et de corrosion dans le système de climatisation, ce qui endommage les composants !

Que convient-il de faire en cas d'installations non étanches ?

L'étanchéité d'une installation est d'une importance cruciale. C'est pourquoi un contrôle d'étanchéité doit être réalisé à chaque intervention sur l'installation ou en cas de suspicion de fuite de fluide frigorigène. Un tel contrôle peut être réalisé à l'aide des systèmes suivants :

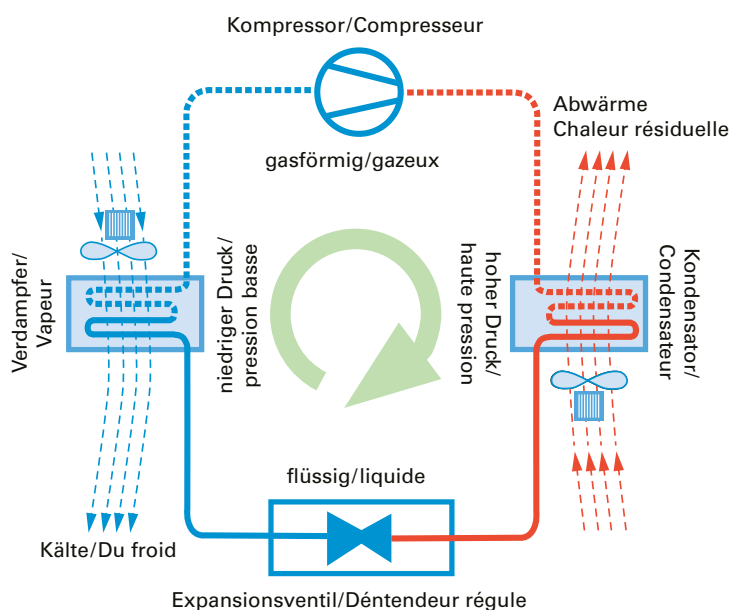
- **L'essai sous vide** est le type de con-

Siedepunkt von Wasser im Verhältnis zur Atmosphäre Point d'ébullition de l'eau par rapport à l'atmosphère

Temperatur in °C / Température en °C	Vakuum in bar / Vide en bar	Druck absolut in bar / Pression absolue en bar
100	0.0000	1.0132
40	-0.9400	0.0735
30	-0.9710	0.0423
26	-0.9790	0.0338
20	-0.9890	0.0237
15	-0.9960	0.0169
7	-1.0000	0.0135
0	-1.0070	0.0060



Funktionsschema einer Klimaanlage / Schéma fonctionnel d'un système de climatisation



struiert, überwacht und somit auch die Verantwortung in diesem Bereich übernimmt. Im Gegensatz dazu muss bei Arbeiten auf dem Feld oder beim Kunden vor Ort die jeweilige Person über eine Fachbewilligung verfügen (VFB-K Art. 1 Abs. 2).

Weiterbildung im Kurszentrum

Aarberg

Das BZA in Aarberg bietet im nächsten Jahr den speziell auf die Landtechnikbranche konzipierten, dreitägigen Kurs zum Erlangen der Fachkenntnisse und mit erfolgreich bestandenen Prüfung die Fachbewilligung Kältemittel in Strassenfahrzeugen, Land- oder Baumaschinen an. Der Kurs B 8.1 Klimaanlage Grundlagen und Diagnosekurs, inkl. Fachprüfung beinhaltet folgende Themen:

1. Inhalte für den Kompetenznachweis Umwelt

- Ökologie
- Toxikologie
- Gesetzgebung
- Gesundheitsschutz
- Kältemittel
- Kältetechnik
- Schriftliche Prüfung

2. Inhalte für den Kompetenznachweis Technik

- Aufbau und Funktion der Bauteile
- Funktion der Anlage
- Diagnose
- Praktische Postenarbeiten an Fahrzeugen
- Praktische Prüfung

Funktion einer Klimaanlage

Eine Klimaanlage ist ein geschlossenes System, das mit einem Kältemittel gefüllt ist. In der Landtechnik wird zurzeit noch das Kältemittel R134a verwendet, dieses steht jedoch wegen seinem hohen Treibhauseffekt (GWP = Global warming potential) unter Beobachtung. Das GWP gibt das Verhältnis des Erwärmungspotenzials einer bestimmten Masse eines Kältemittels (Treibhausgas) zum Kohlenstoffdioxid (CO₂) an. Das GWP von R134a beträgt 1430, dies entspricht – bei der Freisetzung von

einem Kilogramm des Kältemittels – einer Menge von 1'430 kg CO₂ oder einer zurückgelegten Distanz von ca. 7'150 km mit einem Auto.

Funktion:

Der Kompressor saugt aus dem Verdampfer den Kältemitteldampf (gasförmiger Aggregatzustand) an und komprimiert diesen zu einem höheren Druck und erwärmt sich dabei. Das Kältemittel gelangt gasförmig zum Kondensator. Durch die Kühlrippen des Kondensators und der Kühlleistung des Lüfters (Luftstrom) wird dem Kältemittel die Wärme entzogen, die Temperatur des Kältemittels gelangt unter die Siedetemperatur und es kondensiert (flüssiger Aggregatzustand). Anschliessend gelangt das Kältemittel zum Filtertrockner, dort wird es von Schmutzpartikeln gefiltert und die Feuchtigkeit wird entzogen, das Kältemittel gelangt flüssig und unter Druck zum Expansionsventil. Das Expansionsventil regelt die Durchflussmenge des Kältemittels, damit es nur dampfförmig in den Verdampfer gelangt. Durch die Änderung des Aggregatzustandes von flüssig in gasförmig wird der Umgebung die Wärme entzogen und die Luft kühlt sich ab.

Warum ist eine Wartung notwendig

Durch eine regelmässige Wartung der Klimaanlage können Undichtigkeiten frühzeitig erkannt werden, damit so wenig wie möglich des treibhauschädlichen Kältemittels in die Umwelt gelangt. Aus technischen Gründen verliert eine Klimaanlage durch Diffusion bis zu 10% des Kältemittels pro Jahr, dadurch nimmt die Kühlleistung ab und der verbaute Filtertrockner kann durch Übersättigung keine weitere Feuchtigkeit mehr aufnehmen, zudem kann sich das Filterkissen des Filtertrockners bei einer Überalterung zerlegen. Dies kann zu Ausfällen von Komponenten, wie zum Beispiel des Kompressors, des Filtertrockners oder des Expansionsventils führen, was zu einer Verunreinigung des ganzen Systems führt. Daher sollte die Klimaanlage gemäss Herstellerangaben gewartet werden was in der Regel alle 2 Jahre der Fall ist.

Wichtige Punkte bei der Wartung einer Klimaanlage:

- Klimaanlage vor dem Entleeren 10 Minuten laufen lassen, damit sich das Öl erwärmt und im System verteilt;
- beim Absaugen des Kältemittels den Filtertrockner oder andere Komponenten die eine äusserliche Vereisung aufweisen mit dem Föhn oder einem heissem Lappen erwärmen, damit das Kältemittel komplett entnommen werden kann;
- bei jedem Öffnen oder Warten der Klimaanlage muss der Filtertrockner ersetzt werden;
- genügend lang vakuumieren (mindestens 30 – 60 Minuten), je nach Leistung der Vakuumpumpe und der Umgebungstemperatur. Der Siedepunkt muss erreicht werden, damit das Wasser im System verdampfen kann! Der Siedepunkt ist von der Temperatur und vom atmosphärischen Druck abhängig (siehe Tabelle «Siedepunkt»);
- nach jedem Eingriff an der Anlage muss eine Dichtigkeitskontrolle durchgeführt werden (ChemRRV Anhang

Der Kurs findet statt (im Kursprogramm 2021 ersichtlich):

25.–27.8.2021

Infos zum Kurs finden Sie hier





Schutzhandschuhe müssen gegen Hitze, Kälte und gesundheits-schädliche Stoffe schützen.

Gants de protection doivent protéger contre la chaleur, le froid et les substances nocives.

trôle le plus fréquemment utilisé pour tester l'étanchéité d'une installation. Après la mise sous vide de l'installation, la dépression est mesurée après un certain temps. Cette méthode n'est pas efficace pour les installations qui étaient déjà en exploitation, car le fluide frigorigène se diffuse à partir de l'huile qui se trouve déjà dans l'installation, provoquant automatiquement une hausse de pression dans le système. De plus, on mesure un système en dépression qui, dans la pratique, fonctionne en surpression. Par conséquent, seules des fuites très importantes peuvent être décelées.

- **Un agent de contraste UV.** Un additif est ajouté au système et celui-ci est visible à l'aide d'une lampe UV en cas de pertes d'étanchéité du système. Un problème de cette méthode est que l'agent de contraste est réparti sur de grandes surfaces avec le flux d'air du moteur, ce qui complique une localisation précise de la fuite. L'agent de contraste est ajouté au système une fois et y reste pendant toute la durée de vie. Il convient encore de préciser que si le fabricant n'autorise pas d'ajout, la garantie peut s'éteindre. Le système est identifié à l'aide d'un autocollant.
- **L'azote.** Ce procédé consiste à mettre le système sous pression avec de l'azote. La chute de pression peut alors être constatée à l'aide d'un manomètre analogique ou numérique. Si une chute de pression est constatée, la fuite peut être repérée à l'aide d'un spray de détection de fuites. L'azote permet aussi de remplir un

système qui a été ouvert de manière prolongée pour une réparation pour éviter que l'humidité n'y pénètre. Cela permet par ailleurs de contrôler facilement la pression de commutation des pressostats.

- **Le gaz de formage.** Ils s'agit d'un mélange gazeux composé de 95% d'azote et de 5% d'hydrogène. Le système est mis sous pression comme avec le procédé à l'azote et la pression est tout aussi élevée que celle du fluide frigorigène en exploitation normale. En cas de pertes d'étanchéité, la fuite d'hydrogène est audible à l'aide d'un appareil électronique de recherche de fuites. Cette variante est très précise et permet même de déceler des pertes d'étanchéité à des endroits difficilement accessibles. Il convient de veiller à la qualité de l'appareil de recherche de fuites lorsque l'on le choisit, étant donné que les appareils simples déclenchent l'alarme à la moindre détection de gaz dans l'air ambiant. Une fois le contrôle d'étanchéité effectué, l'azote ou le gaz de formage peut simplement être libéré dans l'air ambiant.
- **Le détecteur de fuites.** Celui-ci repère les fuites de fluide frigorigène halogéné, ce qui implique que du fluide frigorigène doit encore se trouver dans le système. Il peut aussi repérer les fuites de faibles quantités. Remplir une installation qui s'est vidée en raison d'une fuite afin de la tester n'a toutefois pas de sens, car en fonction de l'importance de la fuite, des quantités importantes du fluide frigorigène à effet de serre peuvent être rejetées dans l'environnement.

Les appareils de service doivent aussi faire l'objet d'une maintenance

Assurer la maintenance des appareils de service est un autre aspect important. Le fluide frigorigène de véhicules qui est réutilisé doit être filtré et séché dans l'appareil de service. Le filtre déshydrateur doit être remplacé régulièrement en fonction des instructions d'utilisation. Un filtre déshydrateur saturé ne peut plus absorber d'humidité. Par conséquent, au remplissage de l'installation, de l'humidité y pénètre déjà. Cela n'a pas de sens par rapport à une maintenance de la climatisation. De même, la pompe à vide doit faire l'objet d'une attention particulière : la qualité de l'huile a une influence sur la dépression qu'une pompe peut générer et, par conséquent, sur la qualité de la maintenance d'une climatisation. L'huile du compresseur doit donc également être remplacée conformément aux indications du fabricant.

Conclusion

Des mécaniciens correctement formés peuvent rechercher les défauts et effectuer la maintenance d'installations de climatisation de manière plus structurée. C'est un gain de temps et d'argent pour l'atelier. Comme la maintenance de l'installation de climatisation est effectuée de manière professionnelle, le client en profite grâce à une meilleure puissance de refroidissement et à l'air frais qu'il respire après le nettoyage de l'évaporateur. Cette valeur ajoutée permet d'expliquer et de facturer plus facilement la maintenance au client. ■

Stephan Scheidegger

- 3.4c). Vorhandene Undichtigkeiten müssen behoben werden;
- Schläuche und Leitungen auf Scheuerstellen und Alterung kontrollieren und gegebenenfalls ersetzen;
 - Kondenswasser-Abfluss kontrollieren, damit Kondenswasser beim Verdampfer frei ablaufen kann,
 - Verdampfer sind Bakterienkolonien, die unangenehme Gerüche erzeugen. Verdampfer müssen regelmässig desinfiziert werden;
 - Öl ergänzen; beim Ersatz von Bauteilen, zum Beispiel des Filtertrockners oder Verdampfers muss das im Bauteil entnommene Öl wieder aufgefüllt werden. Dies kann durch Beizug der Herstellerangaben oder abtropfen des jeweiligen Bauteils erfolgen, oft werden hier PAG-Öle verwendet;
 - Leistungstest durchführen.

Polyalkylenglykol (PAG) ist ein vollsystemisches Öl, das eine hervorragende Schmier-, Kühl- und Dichtwirkung aufweist. Da es auch eine hygroskopische Wirkung hat, muss es nach dem Gebrauch, wenn es in der Klimastation nicht hermetisch verschlossen ist, wieder in den Originalbehälter umgeschüttet werden. Ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt von PAG-Ölen trägt zur Bildung von Säuren und Korrosion im Klimasystem bei, was Komponenten schädigt!

Was ist zu tun bei undichten Anlagen

Die Dichtigkeit einer Anlage ist von zentraler Bedeutung, daher muss bei jedem Eingriff in die Anlage oder bei der Vermutung, dass eine Leckage von Kältemittel besteht, eine Dichtigkeitskontrolle durchgeführt werden. Dies kann mit folgenden Systemen ausgeführt werden.

- **Vakuumprobe**, ist wohl die häufigst verwendete Kontrollfunktion, um die Dichtigkeitsprobe einer Anlage durchzuführen. Hiermit wird nach dem Vakuumieren der Anlage in einer gewissen Zeit der Druckabfall gemessen. Diese Methode ist für Anlagen, die schon in Betrieb waren, nicht zielführend, da aus

dem Öl, das sich noch in der Anlage befindet, Kältemittel diffundiert, was automatisch zu einem Druckanstieg im System führt. Zudem misst man ein System mit Unterdruck, was in der Praxis mit Überdruck arbeitet, hierbei können nur sehr grosse Leckagen ermittelt werden.

- **UV-Kontrastmittel**, hierbei wird ein fluoreszierendes Additiv ins System beigegeben, das bei Undichtigkeiten des Systems mittels einer UV-Lampe sichtbar wird. Ein Problem dieser Methode ist, dass das Kontrastmittel mit dem Luftstrom des Motors grossflächig verteilt wird, was eine genaue Ortung der Leckage erschwert. Das Kontrastmittel wird einmal dem System beigegeben und verbleibt dort während der ganzen Lebensdauer. Hierbei ist noch zu erwähnen, dass je nach Hersteller die Gewährleistung erlischt, wenn eine Zugabe durch diesen nicht gestattet wird. Das System wird mit einem Aufkleber gekennzeichnet.
- **Stickstoff**, hierbei wird das System mit Stickstoff unter Druck gesetzt. Dabei kann der Druckabfall auf einem analogen oder digitalen Manometer festgestellt werden. Bei festgestelltem Druckabfall kann mittels eines Lecksuchsprays die Leckage gefunden werden. Mit Stickstoff kann man auch ein System befüllen, das bei einer Reparatur längere Zeit geöffnet ist, damit keine Feuchtigkeit eindringen kann. Zudem kann man den Schalldruck der Druckschalter einfach überprüfen.
- **Formiergas**, bei diesem Gas handelt es sich um ein Mischgas aus 95% Stickstoff und 5% Wasserstoff. Das System wird gleich wie beim Stickstoff mit Druck befüllt, der Druck ist so hoch wie der des Kältemittels im Normalbetrieb. Bei Undichtigkeiten wird mit einem elektronischen Lecksuchgerät der austretende Wasserstoff akustisch hörbar. Diese Variante ist sehr genau, und auch Undichtigkeiten an schwer zugänglichen Stellen können gefunden werden. Bei der Wahl des Lecksuchgerätes sollte man auf die Qualität achten, da einfache Geräte oft schon bei Gasen aus der Umgebungsluft

Alarm schlagen. Nach der Dichtigkeitskontrolle können Stickstoff oder Formiergas einfach in die Umgebungsluft abgelassen werden.

- **Leckdetektor**, dieser entdeckt freitretende halogenierte Kältemittel, was bedingt, dass sich noch Kältemittel im System befindet, dieser kann auch kleine entweichende Mengen feststellen. Eine Anlage zu befüllen die sich durch eine Leckage entleert hat um diese zu testen, macht jedoch keinen Sinn, da hier je nach Ausmass der Leckage grössere Mengen des treibhaus-schädlichen Kältemittels in die Umgebung freigesetzt werden können.

Auch die Servicegeräte müssen gewartet werden

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, die Wartung der Servicegeräte sicherzustellen. Kältemittel aus Fahrzeugen, das wiederverwendet wird, muss im Servicegerät gefiltert und getrocknet werden. Der Filtertrockner muss gemäss Betriebsanleitung regelmässig ersetzt werden. Gesättigte Filtertrockner können keine Feuchtigkeit mehr aufnehmen. Dadurch wird bei einer Befüllung der Anlage bereits Feuchtigkeit in diese geführt. Dies ist nicht der Sinn einer Klimawartung. Auch der Vakuumpumpe ist Beachtung zu schenken: Die Ölqualität hat einen Einfluss auf den Unterdruck, die eine Pumpe erzeugen kann und somit auf die Qualität einer Klimawartung, daher sollte auch das Kompressor-Öl gemäss Herstellerangaben ersetzt werden.

Fazit

Durch gut ausgebildete Mechaniker können bei Klimaanlage die Fehlersuche und die Wartung strukturierter durchgeführt werden. Das bedeutet einen zeitlichen und monetären Gewinn für die Werkstatt. Da die Klimaanlage fachmännisch gewartet wird, erfährt der Kunde die Wartung dank besserer Kühlleistung und er riecht die frische Luft nach der Reinigung des Verdampfers. Dank diesem Mehrwert kann die Wartung dem Kunden einfacher erklärt und verrechnet werden. ■

Stephan Scheidegger