



Kompressoren ohne Magnetkupplung

Allgemeines

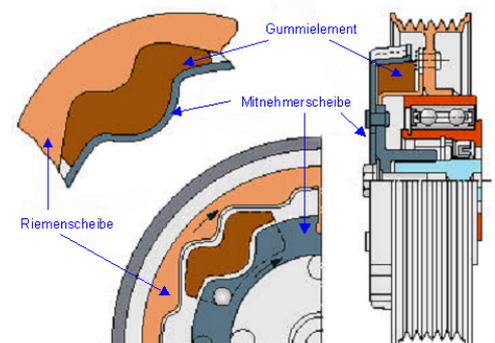
Seit einigen Jahren werden sogenannte „kupplungslose“, extern angesteuerte, variable Kompressoren eingesetzt (Bild 1). Alle namhaften Kompressor-Hersteller setzen verschiedenste Grundtypen ein. Hier werden die gebräuchlichsten Typen im Markt aufgeführt: Denso, mit den Typen 6SEU & 7SEU; Sanden, mit den Typen PXE 13 & PXE 16. Aber auch Delphi/Harrison ist durch die Baureihe CVC7 vertreten, die der Bauart des V5 Kompressors sehr ähnelt. Verwendung findet diese Kompressorgeneration bei nahezu allen Fahrzeugherstellern (Audi, BMW, Citroen, Seat, VW, Opel....). Extern angesteuert bedeutet, dass das Hubvolumen des Kompressors in Abhängigkeit verschiedenster Systemparameter, wie Außen-/ Wunschtemperatur, Hoch- / Niederdruck, Drehzahl, Motorlast, über ein eingebautes, vom Klimasteuergerät angesteuertes, Regelventil bestimmt wird. „Kupplungslos“ bedeutet, dass der Kompressor nicht mehr über eine elektro-magnetische Kupplung verfügt. Das heißt, der Kompressor wird über die Riemenscheibe permanent angetrieben und arbeitet auch dann, wenn die Klimaanlage ausgeschaltet ist. Allerdings wird dabei die Leistung auf wenige Prozent heruntergeregelt.



Bild 1

Funktion

Die Riemenscheibeneinheit des Kompressors besteht z.B. aus einer Mitnehmer- und der eigentlichen Riemenscheibe (Zeichnung). Die Mitnehmerscheibe besteht aus einem Gummielement und bildet die Verbindung zwischen Riemenscheibe und Kompressorwelle. Sie wirkt zum einen als Vibrationsdämpfer und schützt zudem den Kompressor bzw. die anderen angetriebenen Aggregate vor Überlast bzw. Beschädigungen. Sollte der Kompressor z.B. blockieren, steigen im Bereich des Gummielementes die Übertragungskräfte zwischen Riemen- und Mitnehmerscheibe stark an.



Funktionsbeispiel



Je nach Kompressorhersteller bzw.- typ wird die Verbindung, durch Verformung des Gummielementes oder Auslösen der „Überlastsicherung“, unterbrochen. Die Riemenscheibe läuft dann nur noch leer mit. Somit wird einer Beschädigung des Riemens bzw. anderer vom Riemen angetriebener Aggregate vorgebeugt.

Das Regelventil (Bild 2) befindet sich im Kompressor und erhält seine pulsweitenmodulierten Signale (PWM) vom Klima-Steuergerät. Der Strom, der vom Steuergerät an das Regelventil geleitet wird und letztendlich die Leistung des Kompressors bestimmt, kann mit Hilfe eines Diagnosegerätes als Messwertblock angezeigt werden.

Kupplungslose Kompressoren verfügen auch über ein Sicherheitsventil (Bild 3), welches den Kompressor und die übrigen Bauteile der Klimaanlage vor zu hohem Druck schützen soll. Das Ventil löst meist zwischen 35 und 45 bar (je nach Kompressorhersteller) aus. Das Ventil öffnet nur so lange, bis der Überdruck abgebaut ist. Danach schließt es wieder, um nicht die gesamte Kältemittelmenge in die Atmosphäre abzugeben. Ist die Folie des Ventils beschädigt, kann davon ausgegangen werden, dass das Ventil „ausgelöst“ hat.

Diagnose

Die Riemenscheiben und ihre als „Überlastsicherung“ ausgelegten Gummielemente sind, je nach Kompressortyp, unterschiedlich aufgebaut. Je nach Typ kann auf verschiedene Art und Weise festgestellt werden, ob die „Überlastsicherung“ ausgelöst wurde:

1. Auf der Innenseite der Riemenscheibe sind Gummiabriebteile sichtbar (Bild 4). Die Kompressorwelle wird nicht mehr angetrieben. Riemenscheibe bzw. Gummielement lassen sich, sofern der Kompressor sich leicht drehen lässt, auswechseln.



Bild 2



Bild 3



Bild 4



- Die Überlastsicherung hat die Mitnehmerscheibe „ausgelöst“ (Bild 5). Mitnehmerscheibe bzw. Gummielement können einzeln ausgetauscht werden. Voraussetzung: Kompressor lässt sich leicht drehen.
- Ein ausgelöster Drehmomentbegrenzer ist optisch nicht unbedingt wahrnehmbar. Um zu prüfen, ob der Begrenzer ausgelöst hat, muss die Kompressorwelle, mit einem geeignetem Werkzeug (Bild 6), festgehalten und die Riemenscheibe gleichzeitig nach links gedreht werden. Lässt sich die Riemenscheibe nach links drehen, hat der Begrenzer ausgelöst und der Kompressor muss erneuert werden. Bei den Kompressor-Typen Sanden PXE 13 und PXE 16 ist ein Austausch des Drehmomentbegrenzers nicht möglich.

Der maximale Strom der vom Steuergerät an das Regelventil geleitet wird, beträgt z.B. beim Audi A3 bei niedrigster Temperatureinstellung ca. 0,65 A. Hierbei erreicht der Kompressor auch seine maximale Leistung. Im Regelbetrieb fließt ein mittlerer Strom von 0,3 A. Die Problematik bei neueren Fahrzeugen besteht aber darin, dass eine Diagnose außerhalb des Motormanagement-Bereiches, mit vielen Testgeräten noch nicht möglich ist. Hier eignet sich idealerweise der Einsatz eines Oszilloskops. Mit Hilfe geeigneter Prüfspitzen, kann das PWM-Signal am Steckeranschluss des Kompressors aufgezeichnet werden. Das Oszilloskop sollte dabei auf 5V/Div und 0,5 ms/Div eingestellt werden. Auf dem Bildschirm des Oszilloskops lassen sich nun, bei laufendem Motor, die einzelnen Betriebsarten darstellen. Bei niedrigster Temperatureinstellung („Lo“) zeigt sich ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von ca. 75% (Bild 7). Das Tastverhältnis ergibt sich aus dem Verhältnis Impulsbreite -B- und dem Signalabstand -C- (in diesem Fall 75% Einschaltdauer, 25% Ausschaltdauer). Gleichzeitig lässt sich, an Hand der Volt-Divisionen (A=5V), die Höhe der Bordspannung ablesen (ca. 13,5 V). Der als Zahl angezeigte Spannungswert (9,8 V) ist lediglich ein Mittelwert. Die Impulsbreite ist abhängig von der

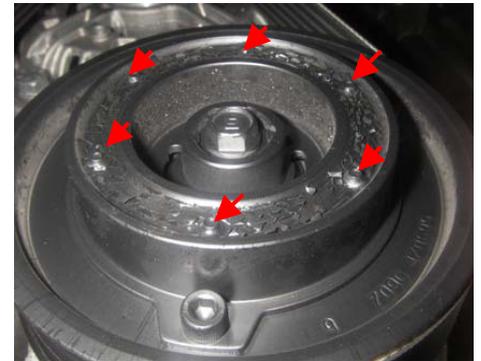


Bild 5



Bild 6

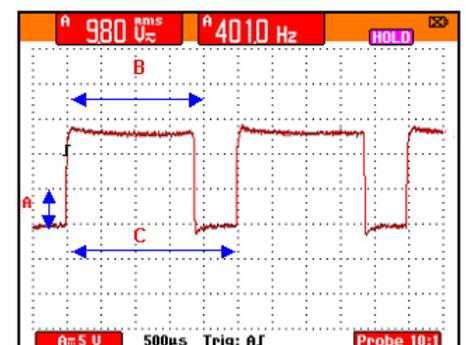


Bild 7



gewünschten Kälteleistung und der Bordspannung. Über die Strecke des Bereiches -B- wird der Strom zum Regelventil vom Steuergerät „geregelt“. Abhängig von der Einstellung der Bedieneinheit und den Umgebungseinflüssen (z.B. Außentemperatur) wird die Impulsbreite des Rechtecksignals so verändert bzw. das Regelventil so angesteuert, dass die zum Erreichen der gewünschten Temperatur notwendigen Kompressorleistung erbracht wird. Bild 8 zeigt, wie der Kompressor bei der Temperatureinstellung „High“ heruntergeregelt wird. Bild 9 wurde im „Econ“-Betrieb (Kompressor aus) aufgenommen und zeigt kein Signal. Anhand dieser Methode kann festgestellt werden, inwiefern eine Signaländerung durch das Steuergerät erfolgt. Erfolgt eine plausible Änderung der Signale, ergibt sich aber keine Änderung der Ausblastemperatur bzw. Absenkung der Innenraumtemperatur, liegt wahrscheinlich ein Kompressordefekt vor.

Weiterhin gibt es im Markt Diagnosegeräte mit denen es möglich ist ein PWM-Signal, mit unterschiedlicher Impulsdauer, zu erzeugen. So kann festgestellt werden, ob eine Ansteuerung des Kompressors zur Veränderung des Kältemitteldrucks führt. Dies dient als Grundlage dafür eine Aussage treffen zu können, inwiefern der Kompressor noch einwandfrei funktioniert.

Eine Funktionsprüfung mittels PWM-Signal kann auch mit einem Funktionsgenerator (Bild 10) durchgeführt werden. Dazu ist es aber zwingend erforderlich, auf der Steuergeräteseite des Klimasystems eine „Last“ anzuschließen, die der eines elektronischen Regelventils entspricht. Ansonsten erkennt das Steuergerät einen Fehler im System und legt diesen im Fehlerspeicher ab. Dies kann zu Funktionsstörungen bzw. zum Ausfall des Systems führen. Der Fehlerspeicher muss in diesem Fall ausgelesen und mittels eines Diagnosegerätes gelöscht werden.

Im Zusammenhang mit Geräuschen und anderen Problemen der Klimaanlage werden Kompressoren immer wieder voreilig

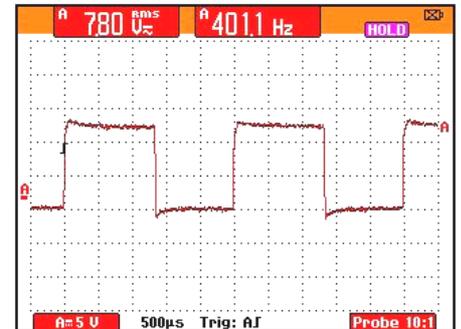


Bild 8

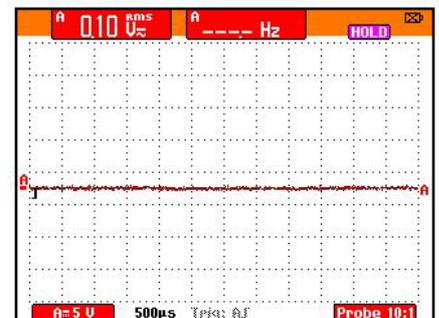


Bild 9



Bild 10



reklamiert. In sehr vielen Fällen stellt sich heraus, dass der Kompressor in Ordnung ist oder die Ursache des Defektes nicht vom Kompressor selbst herrührt. Aus diesem Grund sollten immer alle Komponenten des Systems bei der Fehlerursache mit eingeschlossen werden. Geräusche können nicht nur vom Kompressor, sondern auch durch dessen Befestigung, dem Antrieb, dem Expansionsventil oder von den Leitungen verursacht werden. Eine falsche Menge an Kältemittel kann ebenfalls für diverse Geräusche verantwortlich sein. Hierzu gibt es die gesonderte technische Info „Geräuscentwicklung“. Auskunft über verschiedene Kompressor-Schadensarten und deren Ursachen gibt die technische Info „Kompressorschäden“. Darüber hinaus liefert das Öl wichtige Informationen über eventuelle Schäden:

- Hat das Öl im Kompressor oder im System eine rote Farbe angenommen, kann dies auf zu viel Feuchtigkeit zurückzuführen sein.
- Schwarzgefärbtes Öl deutet auf einen defekten Kompressor hin.
- Silbergraues Öl sollte hinsichtlich Metallspäne untersucht werden. Die gräuliche Verfärbung deutet auf Metallabrieb hin.

Da die Systemölmengen immer geringer werden (teilweise nur 80 ml), ist das Überwachen und Einhalten der Ölmenge (z.B. beim Klimageservice und Komponententausch) von größter Bedeutung.

Eine Reparatur von kupplungslosen Kompressoren ist nur bedingt möglich. Sie muss auf jeden Fall unter Zuhilfenahme von geeigneten Werkzeugen und Reparaturinformationen erfolgen.

Selbstverständlich ist die Beurteilung der Systemdrücke bei der Diagnose von besonderer Bedeutung. Dabei sollten die Vorgabewerte der Fahrzeughersteller herangezogen werden.



Dies gilt ebenso für die Ausblasttemperatur. Anhaltspunkte bei der Beurteilung der Systemdrücke lassen sich aus der u.g. Tabelle ableiten:

Hochdruck	Niederdruck	Symptome	Eventuelle Ursache	Lösungsmöglichkeit
Normal	Normal	Ausströmende Luft wird nicht kalt	Zu viel Öl im Klimasystem / Luft oder Feuchtigkeit im Klimasystem	Klimaanlage absaugen, spülen und mit Öl und Kältemittel neu befüllen/ Klimaanlage absaugen, Trockner erneuern und neu befüllen
Hoch	Hoch	Niederdruckleitung kälter als Verdampfer Hochdruck nimmt ab, wenn der Kondensator mit Wasser gekühlt wird Hoch- und Niederdruck gleichen sich aus, sobald der Kompressor ausschaltet und pulsieren sobald er einschaltet	Expansionsventil zu weit geöffnet Zuviel Kältemittel im System Kondensator verschmutzt/blockiert Lüfterprobleme Problem mit dem Kompressor (Auslassventil/Abdichtung)	Expansionsventil erneuern Klimaanlage absaugen und neu befüllen Kondensator prüfen, reinigen/erneuern Lüfter prüfen Kompressor Überprüfen, ggf. erneuern
Niedrig	Niedrig	Ausströmende Luft wird nicht kalt / Saugleitung ist kälter als der Verdampfer	Zu wenig Kältemittel im System / Blockade an der Saugseite	Klimaanlage absaugen und neu befüllen/ Leitung und Anschlüsse prüfen, ggf. erneuern
Hoch	Niedrig	Eisbildung an der Flüssigkeitsleitung/ am Trockner	Leitung/Trockner blockiert	Trockner/Leitung überprüfen, ggf. auswechseln