

**Auto & Motor
TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

CO₂-airco koelt én verwarmt

Sneller behaaglijk

Hoe verwend we ook zijn in een moderne personenauto, helemaal tevreden zijn we nooit. Vooral het interieurklimaat laat het eerste half uur na de start te wensen over. Goed nieuws voor automobilisten met klamme handen en onderkoelde voeten: de CO₂-airco komt eraan en die verricht werkelijk wonderen.

Over het nut van airconditioning bestaat geen twijfel. Helaas heeft dit comfort- en veiligheidsverhogend accessoire ook één belangrijk nadeel en dat is de bijdrage aan het broeikaseffect. Een reden waarom gezocht wordt naar een alternatief koudemiddel. Fabrikant Behr (vorig jaar goed voor een investering van 175 miljoen euro in onderzoek en ontwikkeling) is ervan overtuigd dat de CO₂-airco het gaat maken. Het broeikaseffect van het 'milieuneutrale' CO₂ is een factor 1300 maal geringer dan dat van R134a. Daarnaast is het koelrendement veel hoger en is de CO₂-airco ook nog eens geschikt als warmtebron. Dat is erg waardevol bij de huidige efficiënt opererende verbrandingsmotoren. Behr liet ons alvast kennismaken met het CO₂-aircosysteem, dat medio 2006 productierijp is.

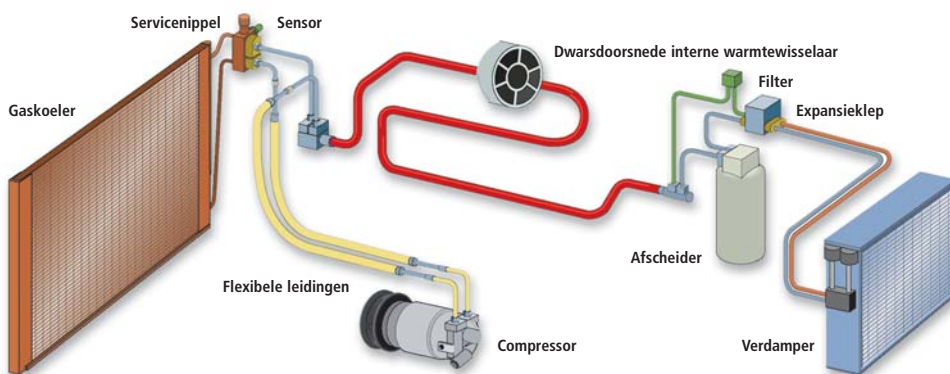
Geen fasewisseling

In principe functioneert een CO₂ (R744) airco niet anders dan een conventioneel R134a-systeem. Een verdampende vloeistof onttrekt warmte aan het interieur en bij het weer overgaan in vloeibare fase wordt warmte afgegeven aan de buitenlucht.

In de compressor wordt het gasvormige CO₂ van 35 bar naar 120 bar gecompriëerd. Daarbij warmt het op tot maximaal 150°C. De gaskoeler koelt het koudemiddel zo ver mogelijk af. Het CO₂ blijft daarbij meestal gasvormig. Om CO₂ in vloeibare toestand te krijgen moet het namelijk beneden de 31°C worden gebracht. Dat lukt alleen bij buitentemperaturen lager dan 27°C, vandaar de naam gaskoeler in plaats van condensor.

Om het koudemiddel in de verdamper zo veel mogelijk warmte op te kunnen laten nemen, is de leiding naar de verdamper uitgevoerd als interne warmtewisselaar. Het CO₂ wordt verder afgekoeld door het in tegengestelde richting langsstromende koudemiddel (0°C) vanuit de

Schema van de CO₂ airco



De CO₂-airco verschilt qua opbouw weinig van een conventioneel R134a-aircosysteem. Wel is de druk en temperatuur van het koudemiddel aanzienlijk hoger. Het koelend vermogen eveneens.

verdampert. Vervolgens spuit het expansieventiel het zover mogelijk afgekoelde koudemiddel in de verdamper, waarbij de druk ontlast van 120 bar naar 35 bar en verdampt. De benodigde warmte wordt onttrokken aan de interieurruimte die door de verdamperlamellen stroomt. Na het verdampen passeert het koudemiddel een afscheider en komt het in gasvormige toestand aan bij de compressor. De cyclus begint van voor af aan.

Opmerkelijke prestaties

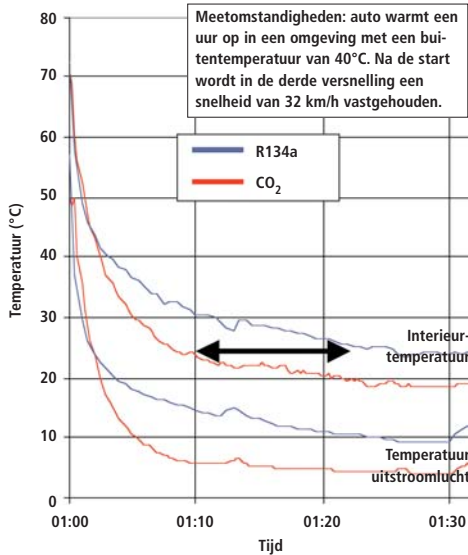
Vanwege de aanzienlijk hogere dichtheid van CO₂ is een kleine volumestroom voldoende. Dit heeft tot gevolg dat het compressor-slagvolume aanzienlijk kan worden verkleind. Pakweg 30 cc volstaat, waar een R134a-systeem 170 cc nodig heeft. Ook alle leidingen hebben een kleinere diameter. Als bonus neemt het extra brandstofverbruik met 14 tot 25% af.

De koelende prestaties van de CO₂-airco zijn imponerend, zo tonen metingen in de klimaatkamers van Behr aan. Vooral tijdens korte ritjes, waarbij het interieur zo snel mogelijk op een acceptabele temperatuur moet worden gebracht zijn de verschillen met een R134a-systeem groot. De grafiek laat de resultaten zien. Behr liet het interieur een uur lang opwarmen bij 40°C buitentemperatuur. De inzittenden vertrekken klam van het zweet met 70°C binnentemperatuur, waarna een stadsrit wordt nagebootst. Wat blijkt? Al binnen 5 minuten is de interieurtemperatuur gedaald tot 30°C (R134a: 37°C), na 10 minuten tot 23°C (30°C) en in 20 minuten tot een behaaglijke 20°C (27°C). Terwijl in slechts 8 minuten tijd de CO₂-airco voor een comfortabele 25°C zorgt, duurt dit met een R134a-systeem maar liefst 25 minuten.

Airco als bijverwarming

Dankzij de eigenschappen van CO₂ is dit systeem ook als effectieve warmtepomp in te zetten. Tijdens de winterse dagen is de airco

Veel eerder koel



Vijf minuten na de start is de interieurtemperatuur al 7 graden lager in vergelijking tot een conventionele R134a-airco. Een behaaglijke temperatuur van 25°C wordt 17 minuten eerder bereikt.

Ook de CO₂ airco heeft een verdampers die tijdens het verdampingsproces warmte aan de interieur-lucht onttrekt. Tijdens de warmtepompfunctie wordt het proces omgekeerd. De warmteafgifte aan het interieur vindt dan echter niet plaats in de verdampers (risico op plotseling beslaan van ruiten) maar in een separate verwarmers.



De hoge druk in het CO₂-aircosysteem vereist hoogwaardige verbindingen. Deze verliezen minder dan 1 gram koudemiddel per jaar en zijn uit metaal vervaardigd omdat conventionele afdichtingen door CO₂ worden opgelost.



De compressor brengt het koudemiddel op een druk van 120 bar, waardoor het een temperatuur bereikt van 150°C. Een deel van de warmte wordt in de gaskoeler afgegeven aan de buitenlucht, verdere afkoeling vindt plaats in deze interne warmtewisselaar.

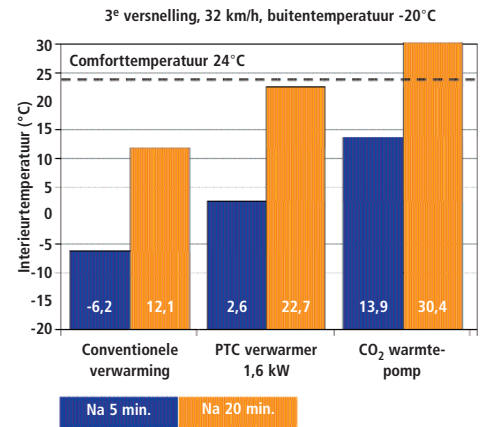


De (slechts 16 mm dikke) gaskoeler vervangt de gebruikelijke condensator. In de gaskoeler wordt het hete koudemiddel dat door de compressor wordt aangevoerd door contact met de buitenlucht afgekoeld.

Foto's/tekeningen: Behr

dan als bijverwarming te gebruiken om het interieur snel op temperatuur te brengen. Vooral bij de zuinige diesels ideaal. Bij het functioneren als warmtepomp wordt het proces als het ware omgekeerd. Er wordt warmte afgestaan aan het interieur. Dat gebeurt niet in de verdampers van de CO₂-airco, maar in een separate verwarmers. Anders bestaat namelijk kans dat de nog vochtige verdampers bij het omkeren van de kringloop in de warmtepompfunctie plotseling alle ruiten doet beslaan. De vrijkomende warmte kan benut worden voor het opwarmen van de koelvloeistof, om daarmee het rendement van de conventionele verwarming te verbeteren, of het rechtstreeks opwarmen van de interieurlucht (vers aangezogen of tijdens recirculeren). Het laatste heeft de voorkeur vanwege de directe verwarming. In plaats van de gaskoeler tijdens de warmtepompfunctie als verdampers te gebruiken (warmte opnemen uit buitenlucht), kan het warmterendement verder verbeterd worden

Snel warme voeten



Tijdens korte ritten bij vriesweer kan een conventioneel verwarmingssysteem het interieur niet op temperatuur krijgen. De CO₂ warmtepomp kan dat wel en zelfs beter dan een elektrische PTC bijverwarming.

door voor het verdampen de motorkoelvloeistof als warmtebron aan te wenden. Bij een buitentemperatuur van -20°C wordt 10 seconden na de koude start al een uitblaastemperatuur van 0°C bereikt. Na 5 minuten is de interieurtemperatuur opgelopen tot 13,9°C (conventionele verwarming - 6,2°C) en na 20 minuten al tot 30,4°C (conventioneel: 12,1°C). Nadeel is wel dat het opwarmen van de motor enigszins beïnvloed wordt.

Service en veiligheid

Bij de verdere ontwikkeling van het CO₂-airco-systeem krijgt niet alleen de betrouwbaarheid en kostenreductie veel aandacht, maar ook de veiligheid. Allereerst voor de inzittenden, want bij calamiteiten kan er CO₂ vrijkomen. Een ongevaarlijk gas, maar bij hoge concentratie wel degelijk schadelijk. Een CO₂-sensor moet de inzittenden attenderen op lekkages. Gezien de hoge drukken worden er solide leidingen en verbindingen toegepast. De flexibele leidingen hebben een stalen binnenwerk en alle afdichtingen zijn eveneens van metaal omdat CO₂ elastomeren oplost. Tot slot is er nog slecht nieuws voor de werkplaats: het servicen van een CO₂-airco kan niet met een R134a-apparaat. Bij het legen van het systeem kan het CO₂ gewoon in de atmosfeer ontsnappen, slechts de olie wordt opgevangen. Er is ook een aparte lekzoeker nodig. Een CO₂-airco verliest in bedrijf minder koudemiddel dan een R134a-systeem (betere afdichtingen en slangen), maar 100% dicht is het niet. Periodieke service blijft dus geboden, aldus Behr. Ombouw van een R134a-installatie naar het milieuvriendelijke en beter presterende CO₂-systeem is niet mogelijk.

A.N. Cupédo