

**Auto & Motor**  
**TECHNIEK**

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

# Techniek en onderhoud aan MAN-aardgasbussen Haarlem geeft gas

**Extreem hoge inspuitdrukken, piëzo-injectoren en uitlaatsystemen vol sensoren, toevoegingen en edelmetalen. We gaan wel ver om de dieselmotor schoon te krijgen. En de aardgasmotor? De 84 Haarlemse MAN-aardgasbussen gebruiken techniek uit 2001 en voldoen al aan de emissienormen van 2012. ATC Amsterdam kwam naar de TSN-werkplaats, zag de techniek en was onder de indruk.**

TSN-servicemanager én ATC-lid Nico Tol heeft zijn clubgenoten uitgenodigd in de Haarlemse TSN-werkplaats. Op die locatie worden de 84 Haarlemse aardgasbussen onderhouden. Om de onderhoudsorder binnen te krijgen, moest TSN natuurlijk allereerst zijn dieselmonteurs de kunst van het aardgasonderhoud bijbrengen. Daarnaast waren de nodige aanpassingen aan de werkplaats nodig. Tol: "Aardgas is lichter dan lucht. Lekt het weg, dan wil het omhoog. Als je wilt zien welke maatregelen we hebben genomen moet je dus omhoog kijken." Daar, tegen het dak, zitten snuffelaars. Ruiken die gas dan gaat onmiddellijk een signaaltje naar de glazen dakkoepels, zodat die automatisch openen. Verder is er natuurlijk een brandmeldinstallatie met sprinkler. Nog een hooggeplaatste investering is de kraan met loopkat net onder het dak. Tol legt uit waar die voor is. "Op het dak van de bussen liggen de aardgastanks. Daaroverheen ligt een kap. Voor de APK moet die er af. De keurmeester moet met een snuffelaar de leidingen bij de tanks op lekken en beschadigingen kunnen controleren. Echt blij zijn we daar niet mee. Want ook al is die kap loodzwaar, hij mag niet van het dak afwaaien. Dus zit hij vast met een enorme reeks bouten en kost het verwijderen ons anderhalf uur."



## Veilig rijden op aardgas

"Jammer dat de RDW dat eist, want het is niet nodig", zegt MAN-service engineer Bert van de Ridder even later in zijn presentatie. "De hele aardgasinstallatie op onze bussen voldoet aan aardgasnorm ECE R110. Die eist controle op lekken, beschadigingen en schuurplekken van het dakpakket eens in de drie jaar. En dat gaat zelfs naar eens in de vier jaar.

Servicemanager Nico Tol bespreekt de aardgasaanpassingen aan de Haarlemse TSN-werkplaats. Aardgas is lichter dan lucht, dus die zitten vooral hoog in het gebouw: "Snuffelaars, zelfopenende dakkoepels en een kraan om de kap van de aardgastanks te lichten."



Helaas heeft de RDW dat nog niet overgenomen." Om duidelijk te maken hoe veilig rijden op aardgas is als norm ECE

R110 wordt nageleefd, toont Van de Ridder een filmpje met een brandende aardgastank in de hoofdrol: "Zo'n tank ligt ook op de



De Haarlemse aardgasbussen zijn gemakkelijk herkenbaar aan de bult op het dak. Daaronder liggen 9 aardgastanks. Ieder goed voor 181 liter. Het duurt 4 tot 6 minuten om ze te vullen en 450 km om ze leeg te rijden.

Haarlemse bussen. Aluminium binnenwerk, composietmateriaal eromheen voor de sterkte." De tank wordt verhit met een forse gasvlam. Na enige tijd bereikt het smeltventiel een temperatuur van 120°C. De tank gaat afblazen en dat levert een mooie regelmatige steekvlam op. Van de Ridder: "Explosiegevaar? Is er niet." Ook met alle mogelijke andere gevaren houdt de ECE-norm rekening. De tanks kunnen drukken aan van 2,5 tot 3 maal de 200 bar waarmee ze maximaal gevuld zijn. Er lopen geen gasleidingen door het passagierscompartiment, en lekt er gas weg, dan valt de druk weg in de zogenaamde pilotleiding. Dat is het signaal voor de afsluitventielen op alle negen daktanks om op 'dicht' te gaan.

### Vraag en antwoord

Over die daktanks leven de nodige vragen onder de Amsterdamse ATC-ers: "Wat weegt het dakpakket?" Antwoord Van de Ridder: "600 à 700 kg."

Vraag: "Waarom monteren jullie de tanks niet onder de vloer?" Antwoord: "Dat is geen optie. Dat

verhoogt de vloerhoogte en iedereen wil een lage vloer. Wel hebben we nu de carrosserie moeten versterken en ligt het zwaartepunt hoger. Maar dat heeft nauwelijks invloed op de rijeigenschappen." Vraag: "Wat kost dat dakpakket?" Antwoord: "Een aardgasbus kost 50.000 euro meer dan een dieselbus. En die meerprijs ligt op het dak. De motor kost niets extra." Vraag: "Moet het dakpakket ooit vervangen worden?" Antwoord: "De ECE-norm schrijft vervanging na 15 jaar voor, maar er wordt aan gewerkt om dat op 20 te krijgen." Uit dit vraag-en-antwoordspel volgt een voor de hand liggende conclusie: Is het dakpakket aan vervanging toe, dan is de bus nog maar heel weinig waard. En dus kun je oude aardgasbussen niet meer aan Cuba verkopen. "Dat valt wel mee", denkt Van de Ridder: "Allereerst zijn er goedkopere oplossingen dan aluminium-composiet tanks. Stalen tanks zijn zwaarder, maar ook een stuk goedkoper." En bovendien: "De rest van de aardgastechiek is redelijk ongecompliceerd. Vorig jaar verkochten we bijvoorbeeld 1200 aardgasbusmotoren aan Iran. Een deel daarvan was bestemd voor inbouw in oude bussen."

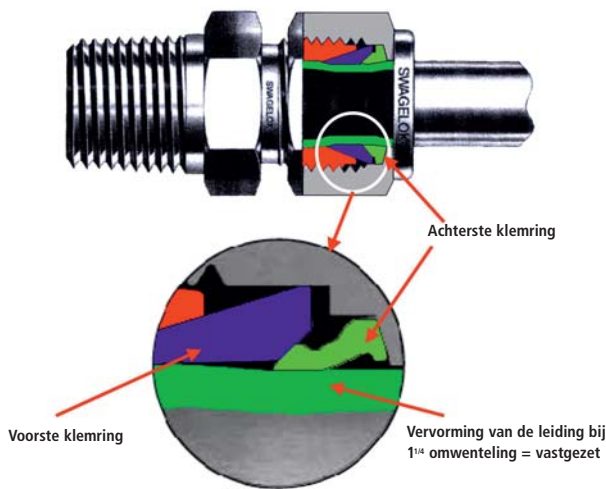
### Kleine aantallen

Kortom, hoogste tijd om de rest van de aardgastechiek onder de

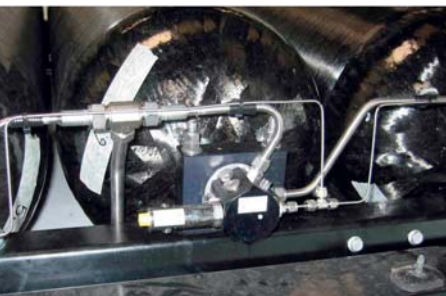


De manometer staat op 200 bar dus de tanks zitten vol. In het midden de vulaansluiting. Links de afsluitkraan naar de gastanks. Helemaal boven, net niet zichtbaar, de kraan tussen gastanks en motor. Rechts de naderingsschakelaar voor het tankklepje. Gaat het open dan stopt de motor en is starten onmogelijk. Onder, de verzegelde afsluitkraan voor het ontgassen van de systeemleidingen. Is de verzegeling verbroken, dan kan er 200 bar op de ontgasleiding staan!

loep te nemen. En die is inderdaad zo eenvoudig mogelijk gehouden. MAN gebruikt twee motorvarianten in de 84 Haarlemse Connexion-bussen. Beide zijn al sinds 2001 in productie. De sterkste, een 310 pk 12,8 liter turbomotor drijft de gelede bussen aan en de ongeblazen 12 liter met 245 pk is er voor de bussen zonder aangehangdeel. Beide motoren zijn gebaseerd op de oude liggende MAN D28-zescilinder. De aardgasmotoren ademen dan ook niet door vier, maar nog gewoon door twee



Hij lekt niet en kan eindeloos los en weer vast, deze Swagelok-verbinding voor aardgasleidingen.



Staat het contact aan, dan staat het elektromagnetisch hoofdventiel open. Maar wat nu als er gas ontsnapt en de chauffeur rent weg zonder het contact af te zetten? Door het lek valt de druk weg in de pilotleiding (de dunne leidinkjes). Dat is het signaal voor de afsluiters op iedere tank om op 'dicht' te gaan.

kleppen per cilinder. MAN heeft de D28-diesel omgebouwd tot een ottomotor. Het inlaatsysteem kreeg een luchtmassameter, een gasklep en een gasmengstuk. Daar blazen 12 injectoren het aardgas onder 8,5 bar in. Waarom 12? "Het zijn standaardinjectoren die ook voor personenauto's gebruikt worden. Ze zijn per twee in serie geschakeld zodat we ze met een 24V-installatie kunnen aansturen. We hadden ook één grote injector kunnen ontwikkelen, maar dat was duurder geweest", licht Van de Ridder toe.

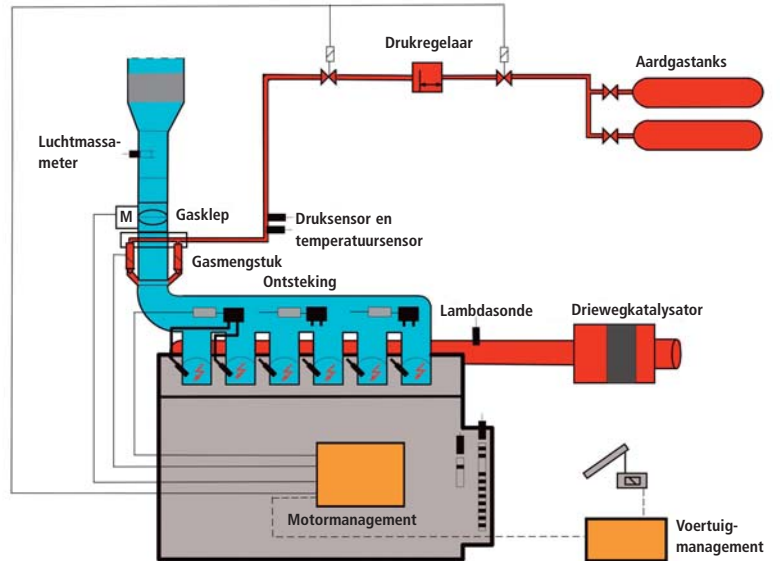


De aardgasmotor ligt plat achterin de bus. Links is het gasmengstuk met 12 injectoren zichtbaar. Boven, in de gasleiding er naar toe, is het lagedrukmanneetventiel zichtbaar. Om te voorkomen dat er bij stilstand gas weglekt door de injectoren, opent dat pas als de motor 80 t/min maakt.

Ook omwille van de eenvoud paste MAN geen directe injectie toe: "Bij DI is de temperatuur van de injector kritisch. Hadden we daarvoor gekozen dan hadden we nieuwe injectoren moeten ontwikkelen. En vergeet niet, we bouwen hooguit enkele duizenden aardgasmotoren per jaar op wel meer dan 80.000 dieselmotoren." Nog meer eenvoud zien we bij de ontsteking. Die wordt verzorgd door schuingeplaatste bougies die de plaats van de verstuivers hebben ingenomen: "Zo hoefden we geen nieuwe cilinderkop te ont-

wikkelen." Wel nieuw zijn de zuigers die de compressieverhouding verlagen tot ongeveer 12:1 en de zuigerveren. Die zijn niet alleen bestand tegen hogere verbrandingstemperaturen maar verhinderen ook dat de grotere onderdruk die de gasklep veroorzaakt tijdens de aanzuigslag te veel olie de verbrandingskamer inzuigt. Overigens staat de gasklep bij de turbovariant zoveel mogelijk open. Daarvoor is de turbodrukregeling verantwoordelijk. Bij lage motorbelasting opent die de wastegate gewoon wat vroeger.

## Funcieschema aardgasmotor E 2866 DUH03



Werking van de ongeblazen aardgasmotor. Het drukregelventiel brengt de tankdruk terug naar 8,5 bar. In het gasmengstuk na de gasklep verzorgen 12 gasinjectoren een monopoint-injectie. De verstuivers in de cilinderkop zijn ingeruild voor bougies en het uitlaatsysteem met lambdasonde en driewegkatalysator kennen we uit benzine-auto's.

### Opvolger?

De hogere verbrandingstemperatuur van aardgas zorgde bij de ontwikkelaars hier en daar nog wel voor wat hoofdbrekens. Hij veroorzaakt een kortere standtijd van de motorolie en het uitlaatspruitstuk van de ongeblazen variant warmde het motorcompartiment te veel op. Dat is opgelost door het spruitstuk watergekoeld te maken. Ook de driewegkatalysator in het uitlaatsysteem is niet helemaal standaard. Onverbrande methaan-deeltjes vragen een iets andere edelmetalaansamstelling dan onverbrande benzinedeeltjes. Bovendien draait de turbomotor niet alleen stoichiometrisch, maar ook als armmengselmotor. Op die momenten fungeert de driewegkatalysator als oxidatiekatalysator. "Wanneer komt MAN met een DI-aardgasvariant gebaseerd op de nieuwste motorengeneratie?" Wil een ATC-lid tenslotte weten. Van de Ridder's commerciële collega Meindert Snoek geeft een nuchter antwoord: "Dat wordt in ieder geval na 2010. Deze motoren dateren van 2001 en ze voldeden al die tijd al aan het strengste scenario dat nu voor Euro 6 in 2012 is voorgesteld."

**Erwin den Hoed**