

Auto & Motor
TECHNIEK

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

Euro 5 zonder toevoegingen

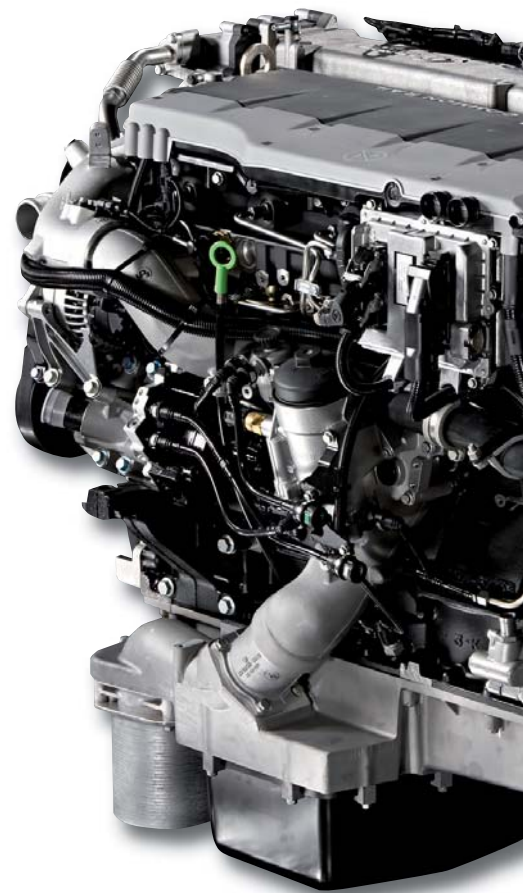
Ultraschoon met EGR

Op de onlangs gehouden IAA introduceerde MAN de D08, D20 en D26 Euro 5-motorenlijn met EGR-techniek. De Duitsers hebben alles uit de kast gehaald om deze emissienorm zonder toevoegmiddelen te halen. Een technische prestatie die een nadere beschouwing meer dan rechtvaardigt.

MAN kon al geruime tijd Euro 5-voertuigen leveren, maar dan met behulp van een SCR-katalysator en AdBlue-toevoeging. Niet bepaald de manier waarop het merk zich wil profileren, maar vanuit de markt was er een substantiële vraag naar dergelijke schone voertuigen. Het bood de vervoerder de mogelijkheid in aanmerking te komen voor allerlei aantrekkelijke subsidies en

aangezien de concurrentie wél Euro 5-voertuigen kon leveren, 'moest' MAN zich wel 'verlagen' tot die noodoplossing.

Om Euro 5 via EGR te realiseren moest er het nodige uit de kast worden gehaald. Hier is het niet simpel een kleine aanpassing in het motormanagement doorvoeren en wat meer AdBlue inspuiten, zoals bij SCR. We praten hier over se-



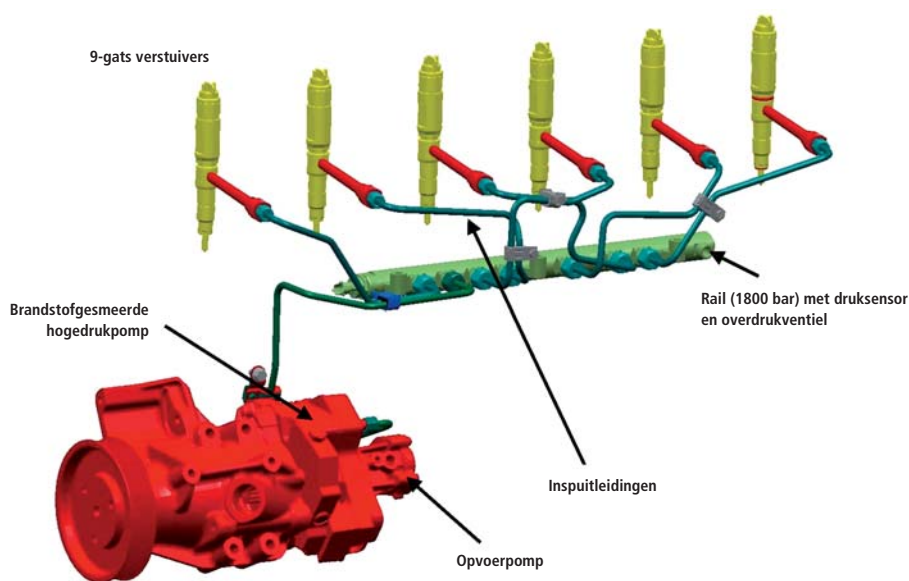
Op de onlangs gehouden IAA introduceerde MAN de EGR Euro 5 D08, D20 en D26 motorenlijn. Deze krachtbronnen werden flink onderhanden genomen om ze aan de Europese milieunorm, die volgend jaar ingaat, te laten voldoen.

rieuze technische aanpassingen aan de gehele infrastructuur van de truck.

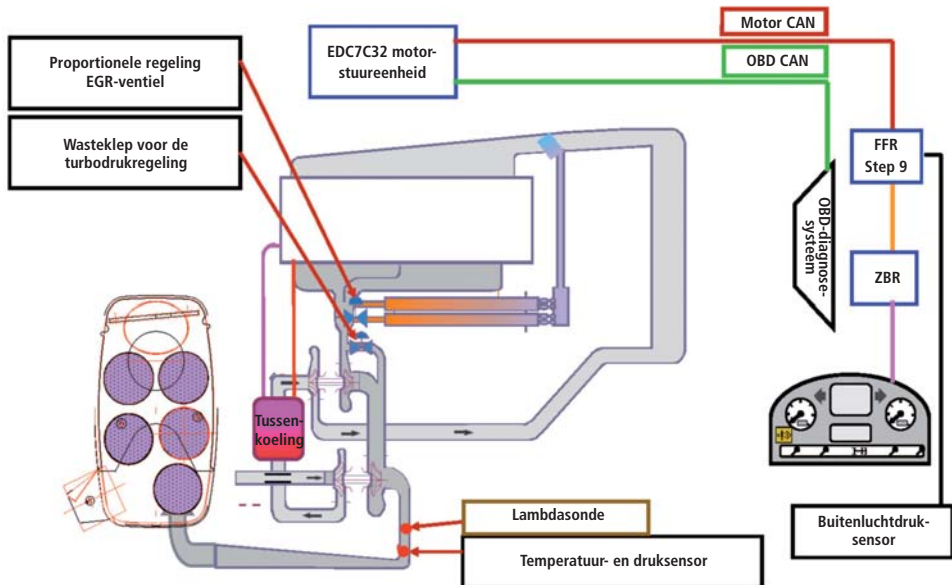
Modernste technieken

Om aan de strenge partikelnorm van 30 mg/kWh te voldoen, rust MAN de Euro 5-motoren uit met het meest actuele common rail-inspuitstelsel. Dit Bosch-systeem van de derde generatie, genereert een maximum druk in de rail van 1800 bar terwijl het systeem zelfs dan nog enige reserves heeft. De onder hoge druk staande brandstof wordt via 9-gats verstuivers ingespoten waardoor er een optimale vermenigving plaatsvindt met de beschikbare zuurstof in de verbrandingsruimte. Even ter vergelijking: voor de Euro 4 EGR-motoren gebruikt MAN de tweede generatie Bosch common rail, die 1600 bar raildruk ontwikkelt en inspuit via 7-gats verstuivers.

De verbrandingsruimte van de Euro 5 EGR-motoren is tevens aangepast. Men gebruikt nu een getrapte verbrandingsruimte, uiteraard in combinatie met hooggeplaatste zuigerveren om te voorkomen dat er door het verhoogde EGR-percentages roet in de olie zou komen. Tevens ontstaat er door de vernieuwde verbrandingsruim-



Een volledige verbranding leidt tot een lage partikeluitstoot. Bij diesels is het inspuitstelsel dus zeer bepalend voor de aanwezigheid van roetdeeltjes in de uitlaatgassen. MAN gebruikt voor de Euro 5 EGR-motoren het nieuwste (derde) generatie common rail-systeem van Bosch.



Het is bijna onmogelijk om alle motorconfiguraties over één kam te scheren. Voor deze D0834 gebruikt MAN wel dubbele oplading met tussenkoeling, maar was lagedrukkoeling niet noodzakelijk.

te een verbeterde verbranding, wat zich vertaalt in een lagere partikeluitstoot.

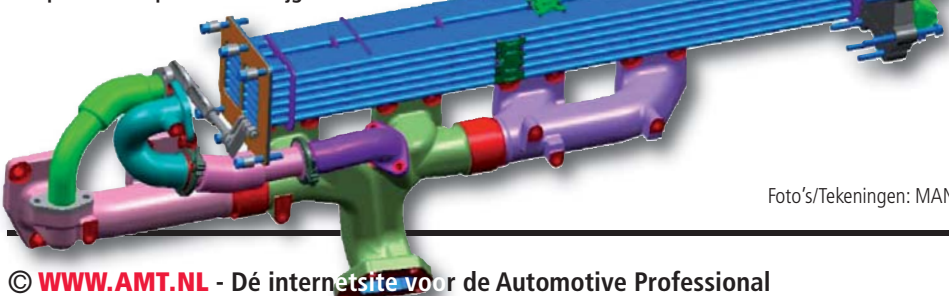
Uitlaatgasnabehandeling

Toch was dat niet voldoende om de Euro 5-norm te halen, voor wat betreft de partikels. Om de 'laatste' roetdeeltjes uit de uitlaatgassen te oxideren heeft MAN een oxi-kat in het uitlaatsysteem geïntegreerd. Moet het nog schoner, bijvoorbeeld voor de EEV-norm, dan gebruikt MAN een PM-kat.

Voor de D08 is die EEV-norm een belangrijk streven, omdat deze krachtbron veel wordt ingezet voor stedelijke toepassingen. De D20 is eveneens leverbaar in een EEV-uitvoering, maar dan past men SCR-techniek toe.

Ook bij de D26 past MAN beide technologieën toe. Alleen de D2676 in de 353 kW-uitvoering heeft EGR, de rest doet het met SCR. Zelfs de

De EGR-koeler bovenop de motor kreeg een grotere capaciteit om het hogere percentage uitlaatgas dat maximaal wordt teruggevoerd op een acceptabele temperatuur te krijgen.



Foto's/Tekeningen: MAN



De verbrandingsruimte van de EGR-motoren kreeg een getrapte vorm om een betere verbranding te genereren en minder roet in de olie te krijgen.

D2840 is leverbaar in een EEV-uitvoering, ook hier treffen we SCR aan om de emissienorm te halen.

Euro 5 vooral op NO_x

De Euro 5-norm, die volgend jaar verplicht wordt voor nieuwe voertuigen, richt zich vooral op de NO_x-uitstoot. Voor Euro 4 bedroeg deze 3,5 g/kWh, voor Euro 5 moet deze omlaag naar 2,0

g/kWh. Voor de merken die voor de SCR-oplossing hebben gekozen is dit relatief gezien een kleine inspanning. Zij bestrijden de NO_x-uitstoot immers in het uitlaatsysteem door ureum in te spuiten. Spuit je meer actieve stof in, dan verminder je ook de NO_x-uitstoot. Vandaar dat die merken Euro 4 als het ware konden overslaan. De twee 'buitenbeentjes', Scania en MAN, kiezen voor een andere weg: de beteugeling van NO_x via EGR. Wat is nu eigenlijk precies de rol van EGR op de NO_x-vorming? NO_x wordt gevormd bij hoge piektemperaturen aan het begin van de verbranding. EGR recirculeert een deel van de uitlaatgassen naar de inlaat van de motor. In het uitlaatgas zit minder zuurstof en door de motor deze relatief minder zuurstof bevattende lucht aan te bieden wordt de verbranding vertraagd en ontstaat er een lagere piektemperatuur met als gevolg minder NO_x.

EGR-gehalte opschroeven

Meer EGR betekent dus minder NO_x. Klaar zou je denken; gewoon het percentage EGR opschroeven en je bereikt Euro 5. Nee, niet helemaal, de uitlaatgassen hebben een hoge temperatuur en moeten eerst afgekoeld worden voordat ze teruggeleid worden naar de inlaat. Een hoger EGR-percentage vereist dus een grotere koelcapaciteit. MAN heeft het EGR-percentage voor de Euro 5-motoren opgeschroefd naar maximaal 30%, voor Euro 4 was dat maximaal 15%. Om die grotere uitlaatgasstroom te koelen werd de capaciteit van de koelvoelstofgekoelde EGR-module met circa 30% vergroot.

De EGR-regeling wordt bepaald naar aanleiding van de hoeveelheid zuurstof in de uitlaatgassen. MAN heeft ter bepaling hiervan de Euro 5-krachtbronnen uitgerust met een lambdasonde in de uitlaat. Mede op basis van deze waarde stuurt

MOTOREN

Technisch hoogstandje van MAN

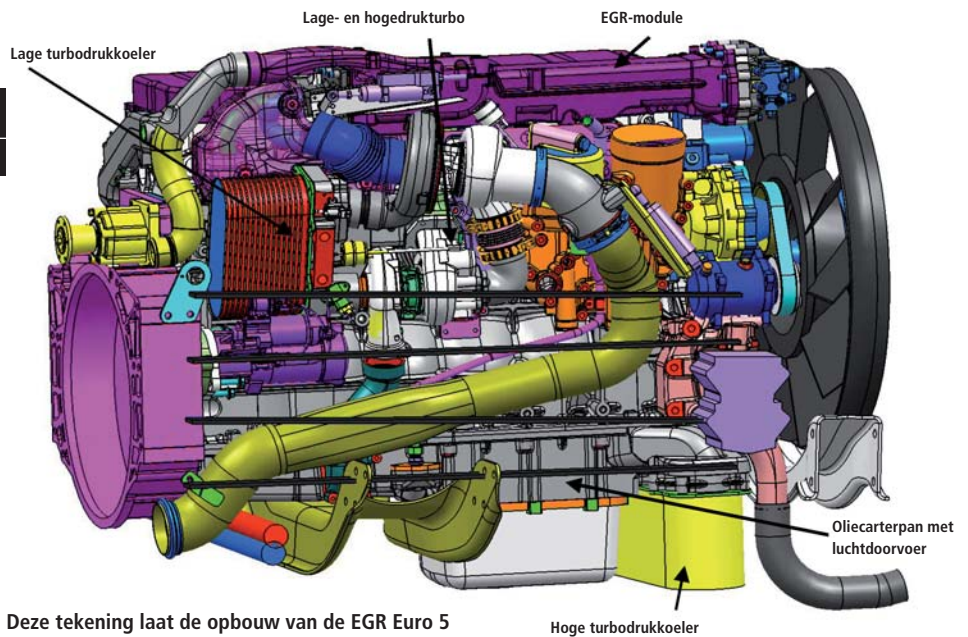
het motormanagement de wasteklep aan en regelt zo de hoeveelheid teruggevoerd uitlaatgas.

Maximaal 4 bar turbodruk

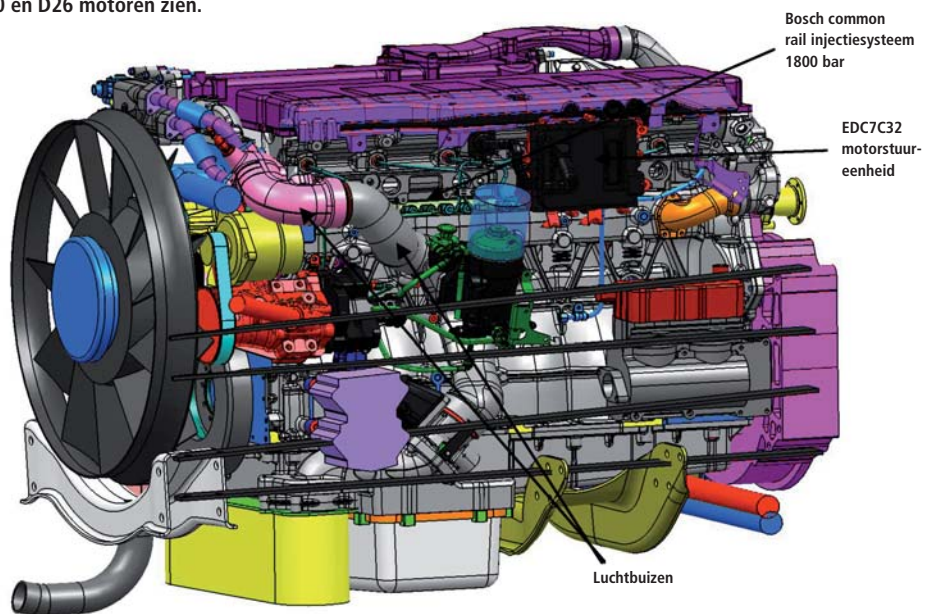
MAN heeft voor de EGR Euro 5-motoren gekozen voor een dubbele turbo in plaats van een versie met variabele geometrie, zoals bij sommige andere merken gebruikelijk is. Reden voor deze keuze is dat men met deze oplossing in alle bedrijfsomstandigheden verzekerd is van voldoende lucht tijdens de verbranding waardoor de productie van rook en partikels netjes binnen de grenzen blijft. Ander pluspunt is volgens MAN dat de reactietijd van dubbele oplading sneller is dan die van een VGT-uitvoering en dat de toegepaste kleinere turbines het mogelijk maken meer uitlaatgassen terug te voeren, zeker bij lagere toerentallen. Ook zou de belasting van de 'opladings' minder zijn wat zich vertaalt in een langere levensduur.

In etappes koelen

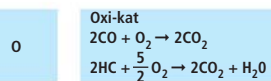
Die tweefasige oplading maakt het mogelijk om de inlaatluchtstroom in etappes te koelen. De eerste (lagedruk) turbo verhoogt de druk naar 3,6 bar absoluut. Die drukverhoging gaat gepaard met een temperatuur van 170°C. Deze lucht stroomt vervolgens door een wisselaar die de temperatuur terugbrengt naar 70°C. Deze 'afgekoelde' lucht wordt vervolgens door de hogedruk turbo opgeladen tot maximaal 4,2 bar absoluut, de bijbehorende temperatuur bedraagt dan ongeveer 160°C. Deze lucht gaat vervolgens weer naar een tweede wisselaar die het terugkoelt naar 40°C waarna het naar de inlaatkleppen stroomt. De gekoelde EGR-gassen worden in dit traject bijgemengd bij de verse opgeladen gekoelde lucht.



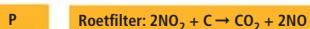
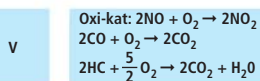
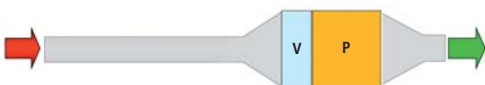
Deze tekening laat de opbouw van de EGR Euro 5 D20 en D26 motoren zien.



Zicht op de andere zijde van de EGR Euro 5 D20 en D26 motoren.



Helemaal zonder nabehandeling lukte het niet, de laatste partikels gaan in de oxi-kat ten onder.



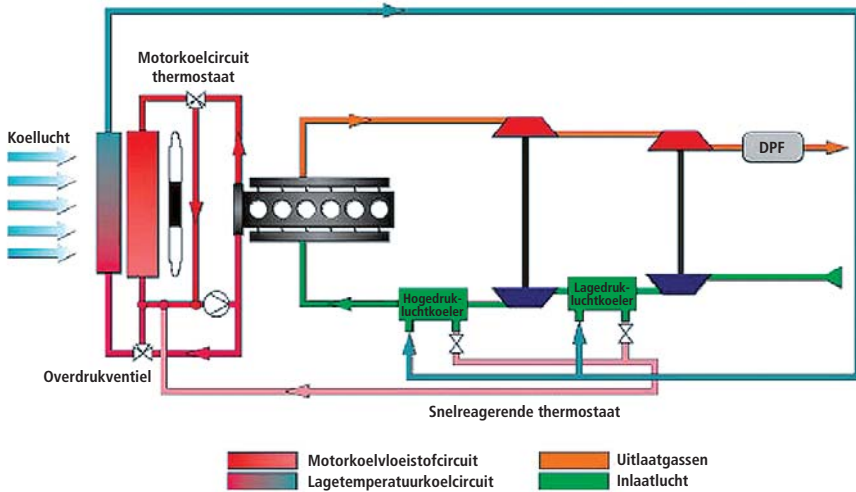
Moet het nog schoner, bijvoorbeeld voor de EEV-norm, dan schakelt MAN een PM-kat in.

Die tussenkoeling was technisch gezien ook een absolute noodzaak omdat anders de smering van de hogedrukturbo niet voldoende zou zijn. Het EGR-percentage dat maximaal wordt bijgemengd bedraagt 30%. De hogedrukturbo is voorzien van een wastegate-klep die aangestuurd wordt vanuit het motormanagement en waarmee het percentage EGR wordt geregeld. Ook de lagedrukturbo is voorzien van een wastegate-klep, deze is bij lage toeren gesloten en wordt geopend naarmate het moment komt dat de hogedrukturbo het moet overnemen. Hierdoor is er een ideale controle over de gewenste turbodruk over het gehele bereik.

Lucht- én koelvloeistofkoeling

Om aan de hogere koelbehoefte van de Euro 5/EEV EGR-motoren te kunnen voldoen wordt, afhankelijk van het voertuig en motortype, gebruik gemaakt van lagetemperatuurkoeling.

Een deel van het koelmiddel wordt achter de waterpomp aan het motorkoelcircuit onttrokken en vervolgens door een lagetemperatuurkoeler in het voertuig geleid en afgekoeld tot enkele graden boven de omgevingstemperatuur. Deze koele vloeistofstroom wordt verdeeld over twee aan/in de motor bevestigde warmtewisselaars waar respectievelijk de lage- en hogedruk lucht doorheen stroomt. Voordeel van deze opstelling is dat er geen extra inlaatluftpipen naar de voorzijde nodig zijn en er meer ruimte overblijft voor de (motor) koelvloeistofwarmtewisselaars. Het rendement van de gebruikte lucht-waterwarmtewisselaars ligt ook hoger dan die van lucht-lucht-uitvoeringen. Echt simpel is deze oplossing overigens niet. Voor de 'eerste' tussenkoeling, dat wil zeggen uit de lagedrukturbo op weg naar de hogedrukturbo, gebruikt men een kleine water-luchtwisselaar. De hogedrukkoeling is een ander ver-



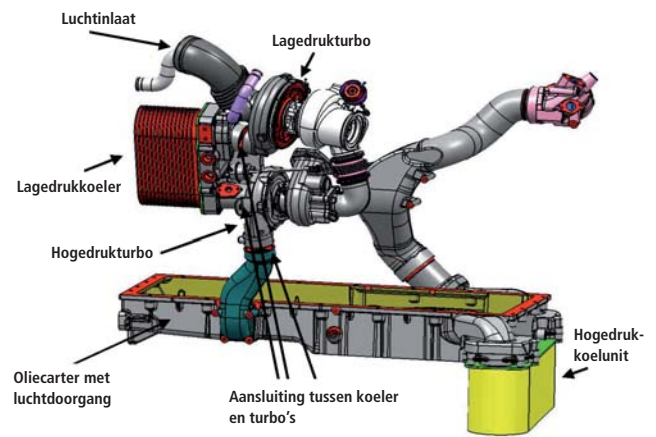
MAN gebruikt voor een aantal EGR Euro 5-motoren lagetemperatuurkoeling om de inlaatlucht voldoende terug te kunnen koelen.

haal. De inlaatlucht wordt door kanalen in het carter geleid naar de voorzijde van de motor waar de grote water-luchtwisselaar, die de traditionele lucht-luchtintercooler vervangt, is geïntegreerd.

EGR of SCR

De uitlaatgassen van de EGR Euro 5-motoren moeten wel nabehandeld worden om aan de gewenste PM norm te kunnen voldoen. De 'gewone' Euro 5-motoren doen het met een oxi-kat.

Ligt de lat hoger, bijvoorbeeld voor EEV waar de partikeluitstoot niet meer mag bedragen dan 20 mg/kWh (Euro 4 en 5: 30 mg/kWh) dan moet er een beroep gedaan worden op een onderhoudsvrije PM-kat. Dat zijn overigens geen onbekende systemen voor MAN, ze hebben er inmiddels voldoende ervaring en expertise mee opgebouwd. Voor sommige D08 motoren was het niet noodzakelijk alle registers open te trekken om Euro 5 te halen. De 150 redt het zelfs met een enkele turbo, de 180 pk heeft wel een tweefasige op-



De inlaatlucht ondergaat tal van 'behandelingen' alvorens de verbrandingsruimte binnen te stromen. Hier de toegepaste techniek bij de D20 en D26 EGR Euro 5-motoren.

ding maar geen tussenkoeling.

De uitrusting stijgt naarmate het vermogen dat uit de motor wordt gehaald toeneemt. Bij de D08 motor regelt MAN het via EGR en andere hulpmiddelen om te voldoen aan de hoogste norm: EEV. Voor bussen doet men dat ook met de D20 en de D26 motoren. Bij de zware trucks is een EEV-oplossing vandaag de dag alleen met SCR-techniek mogelijk.

Hans Doornbos