

Auto & Motor
TECHNIEK

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

Scania's visie op schone motoren

Liever techniek dan toevoegingen

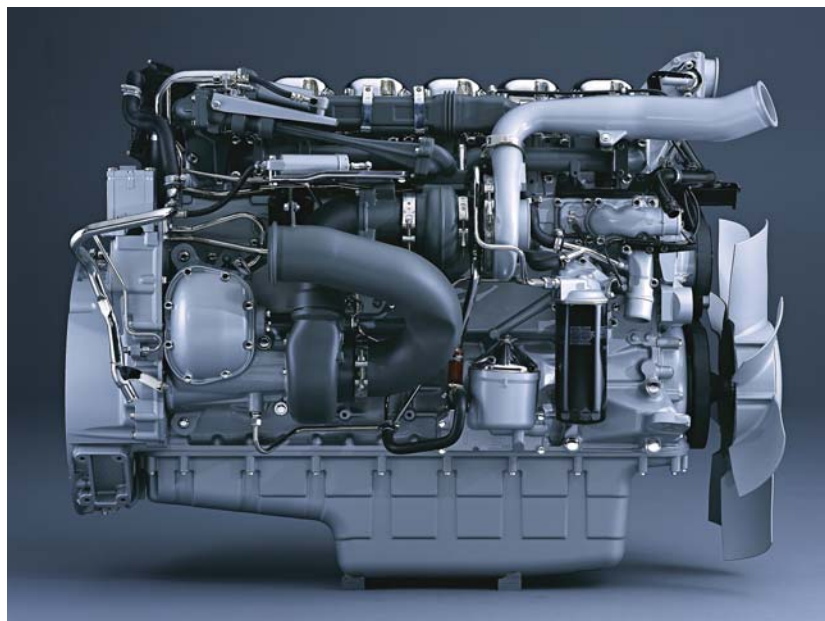
Ook voor trucks gaan komend jaar nieuwe EU 4-uitlaatgaseisen in, op zich net zo min als bij personenauto's reden tot paniek bij fabrikanten. Anders wordt het als subsidie in het spel komt voor voertuigen die al schoner zijn dan noodzakelijk. Dit verdeelt de truckwereld nu in twee kampen. Scania liet ons achter de schermen zien waar ze heen willen.

Voor wie het nog niet wist: om trucks aan de komende EU 4-eisen te laten voldoen volgen truckfabrikanten twee verschillende wegen. De meeste kiezen voor een katalysator die stikstofoxiden reduceert. Die stikstofoxiden, beter bekend als NO_x , ontstaan na een hete verbranding die weinig roetdeeltjes oplevert. Zo'n katalysator werkt alleen door toevoeging van ammoniak aan voldoende heet uitlaatgas, het proces heet selectieve katalytische reductie (SCR). In de praktijk betekent het dat in de uitlaat uit een aparte tank een waterige oplossing van ureum wordt ingespoten, inmiddels bekend als AdBlue. Met een procent of vijf AdBlue erbij, berekend over het verbruik aan diesel, haalt een truckmotor met SCR de EU 4-eisen, doe je er nog een procent of twee meer bij dan zijn ook EU 5-eisen haalbaar. Scania en MAN kiezen een andere weg, zonder SCR. Voornamelijk hogere inspuitsdruk en gekoelde uitlaatgasrecirculatie (EGR) zorgen voor een koeler verbranding met verminderde

NO_x -productie, zodat katalytische omzetting achteraf niet meer nodig is (al is er bij MAN wel een roetfilter). Dus hoef je de dieseltanks niet te verkleinen om plaats te maken voor een AdBlue-tank, spaart kosten voor het tanken daarvan, en vermijdt het chauffeursprobleem waar je aan AdBlue kunt komen. Zo halen Scania en MAN met aangepaste motoren ook EU 4-eisen, maar nog geen EU 5.

Koel rekenen

Over wat nu de beste keus is ontbrandde inmiddels een soort publicitaire strijd tussen met name Mercedes-Benz als voorvechter van het AdBlue-systeem enerzijds, en die eigenwijzen van Scania en MAN (dat adverteert met "AddNothing") anderzijds. De belofte is dat bij toepassing van SCR het dieselverbruik daalt, waarmee de kosten voor AdBlue gecompenseerd worden. Dat zit zo: om EU 3-eisen te halen moest de dieselmotor met koudere verbranding en dus in het algemeen lagere compressie gaan



Een jaar geleden presenteerde Scania deze 12 liter zescilinder, die Euro 4-eisen haalt met EGR en hogedrukinjectie. Om het vermogen van 420 pk in stand te houden kreeg hij ook turbocompound, een extra turbine die de krukas aandrijft. De productie begon in september.

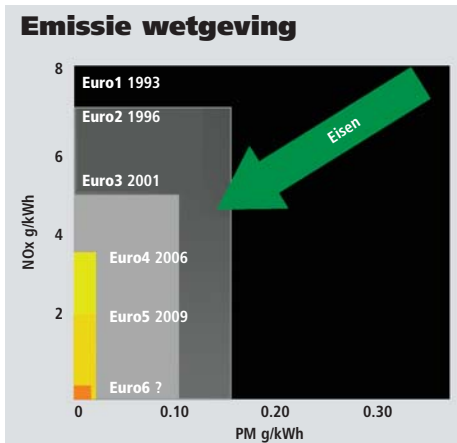
draaien, dat beperkt de NO_x -productie maar verhoogt het verbruik. Wanneer SCR wordt ingezet om achteraf NO_x uit het uitlaatgas te zuiveren kan die 'EU 3-aanpassing' ongedaan worden gemaakt, wat omstreeks 5 % verbruiksbesparing zou opleveren. Scania betwijfelt dat dit verbruiksvoordeel in de praktijk gehaald zal worden. Er wordt evenwel nog een tweede argument in de strijd geworpen waarom de kosten voor AdBlue geen bezwaar zouden zijn. Bij de Duitse snelwegtol geldt nog enkele jaren een korting voor trucks die voortijdig aan EU 4 of EU 5 voldoen. Bij internationaal vervoer weegt dit zwaar, dat gaat veelal door Duitsland. Hier argumenteert Scania dat bij de aanschaf van een truck verder



Om nu al een compleet gamma motoren te bieden die EU 4- of EU 5-eisen halen kan ook Scania niet heen om het SCR systeem. Achter het hier weggenomen deksel zit de ronde uitlaatdemper annex katalysator waar ureum uit de eraast geplaatste tank zorgt voor bestrijding van stikstofoxiden. Eerst zat daar een dieseltank, in moderne trucks is geen plek meer vrij om een ureumtank bij te plaatsen.

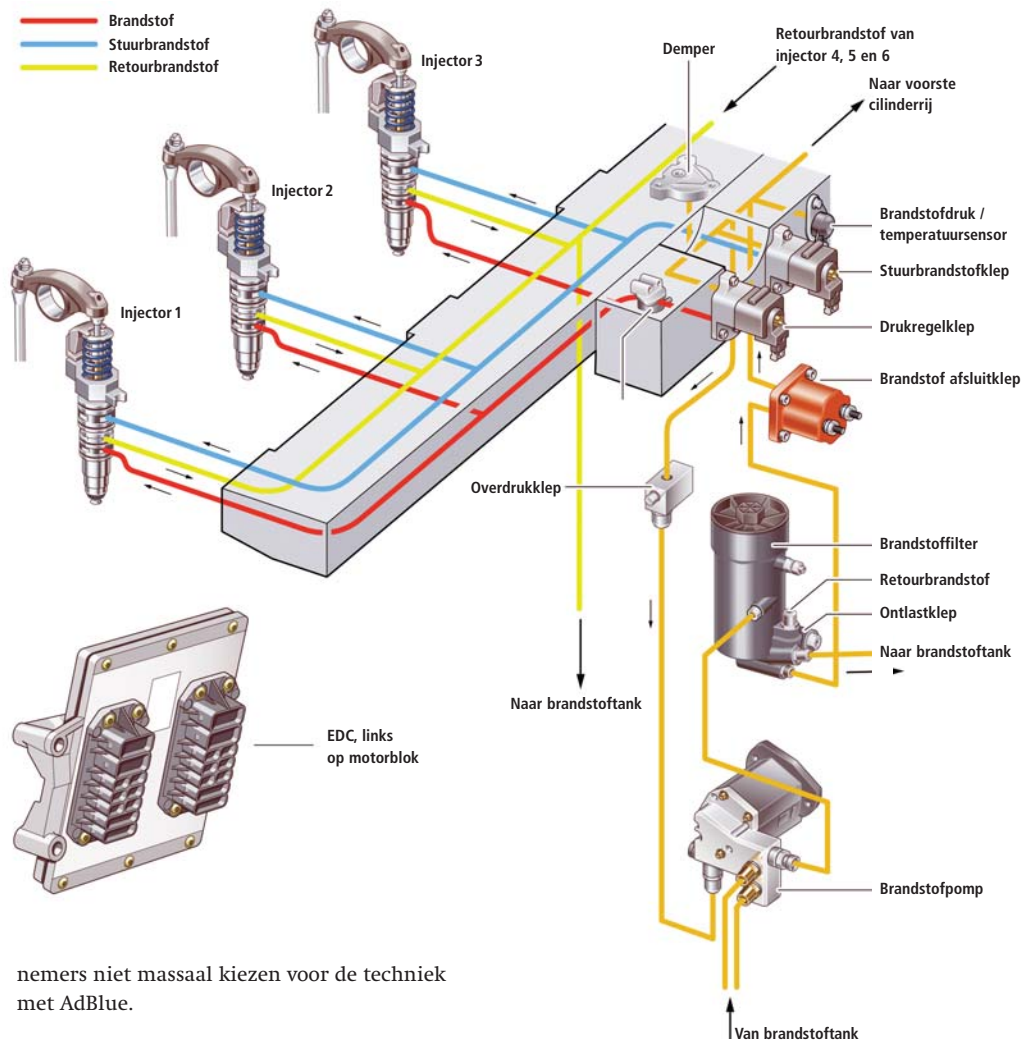
Foto's/Tekeningen: Scania

Samen met zijn Amerikaanse onderzoekspartner Cummins ontwikkelde Scania de HPI hogedrukinjectie die mede nodig was om Euro 4-eisen te halen. Zoals deze tekening toont is dat nog een bij trucks gangbaar pompverstuiver systeem.



Een overzicht van de emissie-eisen voor trucks, waarin is te zien dat eerst enorme stappen zijn gezet in beperking van roetuitwerp. Volgende stappen hebben vooral betrekking op stikstofoxiden, waarbij men voorlopig maar aanneemt dat de nog niet vastgestelde Euro 6 sterk gaat lijken op de wel bekende Amerikaanse EPA eisen.

dan dat voordeeltje op de korte termijn gekken moet worden. Nadat de korting is afgeschaft moet een truck die SCR gebruikt nog steeds AdBlue tanken om aan de uitlaatgaseisen te voldoen. En dan is 'ie domweg duurder in het gebruik dan een truck die zonder toevoeging deze eisen haalt. Op korte termijn, vervolgt Scania, is ook lastig dat je voorlopig lang niet bij elk tankstation AdBlue kunt krijgen. Zelf een tankinstallatie neerzetten kan wanneer het eigen wagenpark een redelijke omvang heeft, maar dat kost rond € 50.000 die omgeslagen moet worden over de getankte AdBlue. Een erg lastige keus voor de transportondernemer, die vreselijk moet gaan rekenen. Waar en hoeveel rijden mijn trucks, zal een SCR-truck zuiniger rijden en hoeveel dan precies? En wat gaat de prijs van AdBlue doen (nu circa € 0,65 per liter)? Verder speculeert Scania dat een truck met SCR misschien niet zo'n goede inruilprijs gaat opbrengen, als zou blijken dat onder-



nemers niet massaal kiezen voor de techniek met AdBlue.

Aanpassing in eisen

Om ons haarfijn de technische mogelijkheden uit te leggen leidde Urban Johansson, directeur aandrijflijn ontwikkeling bij Scania, ons rond in de afdeling motorenonderzoek bij de fabriek in Södertälje. Hij steekt niet onder stoelen of banken dat hij niets op heeft met trucs om uitlaatgas achteraf te reinigen, en veel liever tijdig van de overheid te horen krijgt wat de eisen worden zodat een keurige technische oplossing

uitgewerkt kan worden. Uiteraard zonder dat met subsidies nog eens gepoogd wordt de voertuigindustrie op korte termijn al oplossingen te laten vinden voor eisen die nog niet gelden. De realiteit is anders, daar kan Scania niet omheen. Al dit jaar komt een compleet motorgamma beschikbaar dat EU 4-eisen haalt, zoals nu de zescilinder 420 pk motor. Dat lukt voor de V8 motor echter niet met dezelfde techniek

BEDRIJFSAUTO'S

Scania motorontwikkeling

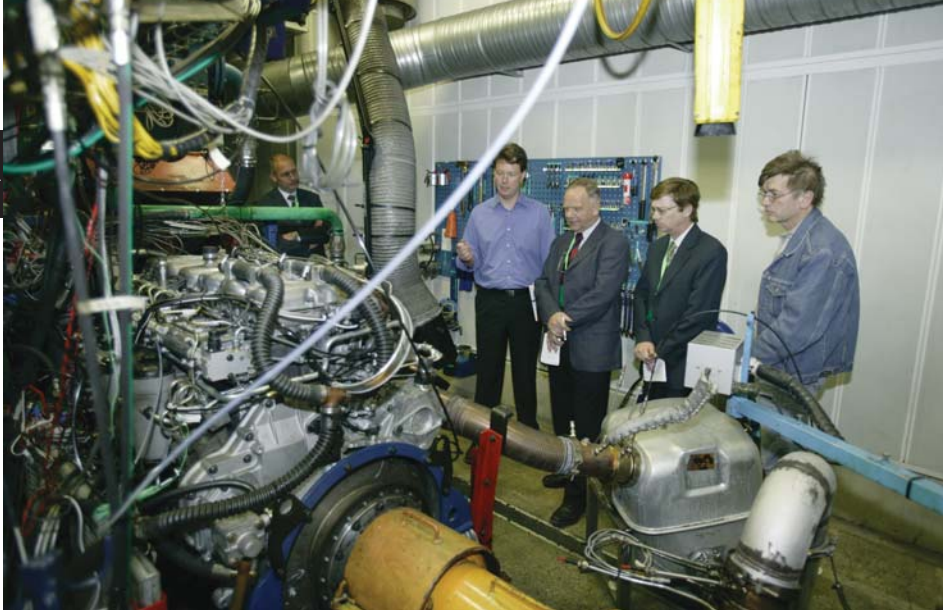
In de testcellen draait bij Scania al een zescilinder die zonder katalysator Euro 5 haalt. Dat vereist nog meer technische foefjes, zoals een turbo met variabele geometrie die nog niet op de foto mag, en een vergrote cilinderinhoud waarover nog niets naders wordt gezegd.

van EGR. Die vereist extra motorkoeling, wat bij een Scania V8 niet realiseerbaar is zonder ingrijpende verbouwing van de cabine om grotere radiatoren te kunnen plaatsen. Dus krijgt de V8... een SCR-systeem. Daar kan Scania ook niet omheen om al volgend jaar EU 5-eisen te halen met zijn zescilinders.

Maar ze laten het er niet bij zitten, kregen we te zien in de testcellen van het ontwikkelingscentrum. Daar draait al een zescilinder die EU 5-haalt zónder SCR, op basis van dezelfde techniek waarmee nu EU 4-haalbaar blijkt. Op dat laatste gingen we in AMT10/2004 al uitvoerig in. Tot grote ontevredenheid van Urban Johansson staat er nog niets vast over wat daarna komt, de EU 6-eisen van na 2010. Vurig hoopt Johansson dat uit een dit jaar te houden conferentie met de verenigingen voor autofabrikanten uit Europa, de VS en Japan een overeenstemming voortkomt voor wereldwijd geldende normen op het gebied van uitlaatgas, of tenminste één standaard voor de testcyclus om ze te meten. Een probleem waar Scania al eerder op had gewezen in verband met SCR-techniek wordt inmiddels door aangepaste regelgeving aangepakt. Wat als met een SCR-truck geen AdBlue wordt getankt? Dan rijdt die truck net zo vrolijk verder, met uitlaatgassen die misschien niet eens meer EU 2-normen halen. In februari is een aanvulling op de EU 4- en 5-eisen goedgekeurd die vanaf najaar 2006 toegepast zal worden. Daarin is het door Scania opgeworpen idee verwerkt dat bij niet functionerende SCR-installatie het motorkoppel door het motormanagement met tenminste 40 % wordt gereduceerd. Er zal periodieke controle komen op de installatie, en verplichting een NO_x-sensor in de uitlaat te plaatsen na de katalysator. Dus niet gewoon doorrijden zonder AdBlue in de tank, of water in plaats daarvan.

XPI, EGR en VTG

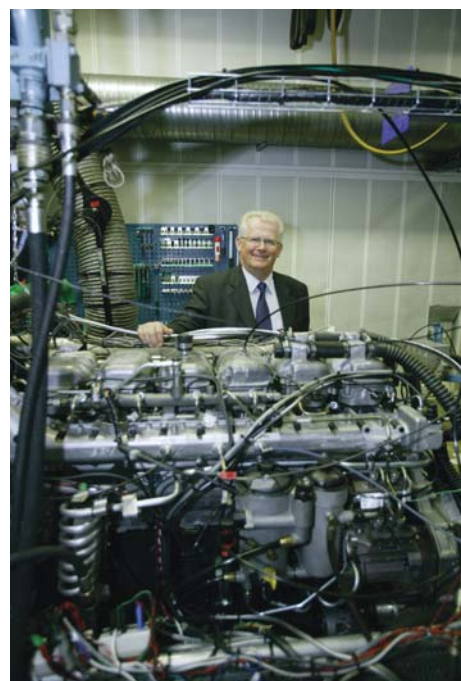
Liefst vermijdt Scania dat soort problemen helemaal door een andere oplossing te kiezen dan met SCR. Fijntjes wijst het merk er nog op dat het SCR-proces een uitlaattemperatuur van 230 tot 250° vergt, zodat het niet werkt bij voertuigen die vaak stilstaan of laagbelast rijden zoals openbaar-vervoer bussen of distributietrucks. Die halen deze uitlaattemperatuur veelal niet. Hoe moet het dan wel? Samen met de



Voor de verre toekomst draait deze éencilinder proef met het nog niet uitontwikkelde HCCI verbrandingsproces. De cilinder komt in principe van een Scania zespitter, al het andere aan deze proefmotor is volstrekt experimenteel.

Amerikaanse partner Cummins (motorenbouwer, Scania zelf is in de VS niet actief) ontwikkelden de Zweden HPI-hogedrukinjectie die 1800 bar haalt. Dat zorgt voor fijnere brandstofverneveling waaruit weinig roetontwikkeling voortkomt. Dat combineert de huidige EU 4-zescilinder met gekoelde uitlaatgasrecirculatie, die zorgt voor koelere verbranding waarin minder NO_x ontstaat.

Op dit spoor gaat Scania door om te gelegener tijd de EU 5-horde te nemen, met zowel zijn lijnmotoren als zijn V8's. De HPI-inspuiting moet dan wijken voor XPI dat een inspuitdruk van 2200 bar haalt en drie inspuitingen per arbeidscyclus. Om met EGR hogere percentages



Urban Johansson, in de Scania directie verantwoordelijk voor aandrijflijnontwikkeling, vreest dat de techniek met SCR en AdBlue-toevoeging tot een soort standaard wordt verheven. Hij vindt dat er betere en voor de truckgebruiker economischer oplossingen zijn.

recirculatie te halen zal een turbo met variabele geometrie toegepast worden, die effectief kan blijven draaien als veel uitlaatgas niet naar de turbo maar recht naar de inlaat wordt geleid. EGR kost wel motorvermogen, bij de nu voorgestelde EU 4-zescilinder opgevangen door turbocompound toe te passen. Voor EU 5-motoren zal een grotere inhoud noodzakelijk zijn om het vermogensniveau in stand te houden, dus gaat het verbruik stijgen, valt te vrezen. Daarnaast komt er een oxidatiekatalysator in de uitlaat die roet wegwerkt.

Daarna volgende eisen hebben vooral betrekking op nog verdere beperking van NO_x. Hiervoor werkt Scania aan een heel drastische

Is dit de toekomst? Ook bij de afdeling geavanceerde motorontwikkeling van Ford hoorden we erover spreken. Het zou voor personenauto's net als bij trucks katalysatoren en roetfilters overbodig maken. Zoals Scania nu het gedoe met AdBlue maar niks vindt zouden de Ford technici liefst geen diesellootfilters ontwikkelen maar alle aandacht op HCCI werpen.

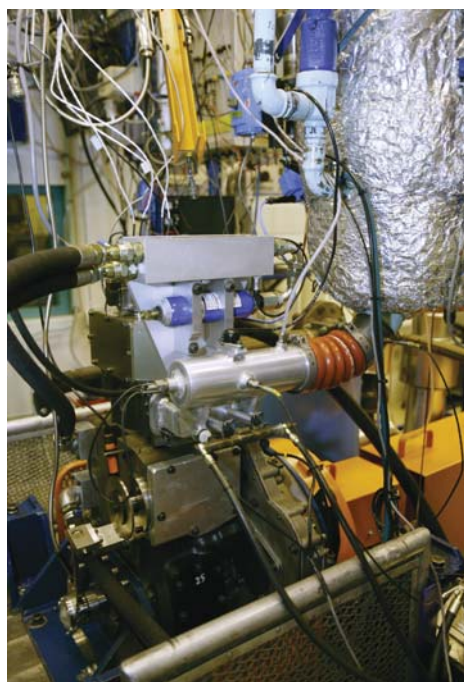
oplossing, naar wij begrijpen van Lars Dahlen, chef geavanceerde motorontwikkeling.

Omslag in motorteknik

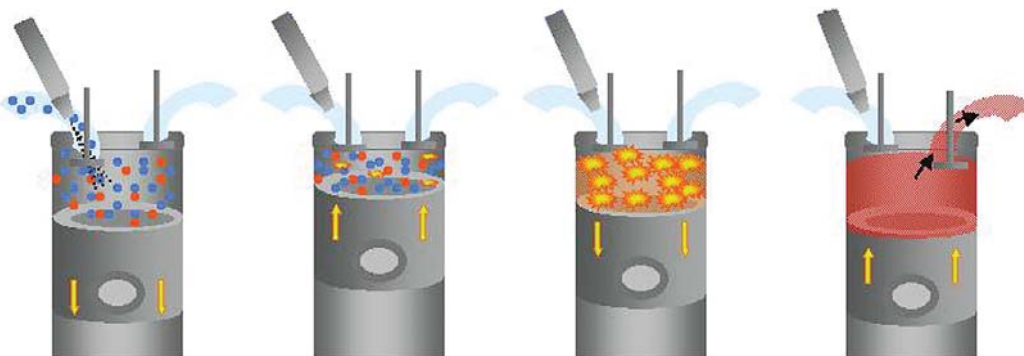
Veelbelovend is het HCCI-proces, homogeneous charge combustion ignition, een combinatie van otto- en dieselmotor.

Net als bij een diesel ontsteekt door zelfontbranding een gecompriemd mengsel in de motor, net als bij een benzinemotor wordt dat mengsel buiten de cilinder bereid door inspuiting in de inlaat. Op die manier kan de motor een homogeen mengsel van lucht en brandstof toegediend krijgen, waarbij diverse brandstoffs-oorten bruikbaar zijn. Volgens Scania ontstaat namelijk nu al het probleem dat in Europa zoveel auto's op diesel rijden dat die brandstof schaars wordt. Dit en toenemende kosten voor schonere dieselmotoren zouden maken dat die motorsoort op langere termijn minder aantrekkelijk wordt. Met HCCI ben je niet aan diesel gebonden, er wordt nu ethanol gestookt in de proefopstelling.

Homogene mengselvorming vermindert in elk geval sterk de vorming van roet, dat bij directe injectie ontstaat uit brandstofdruppels die niet volledig verbranden omdat ze te groot zijn, of andersom bekeken te weinig tijd hebben om volledig op te branden. Indirecte inspuiting



Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI)



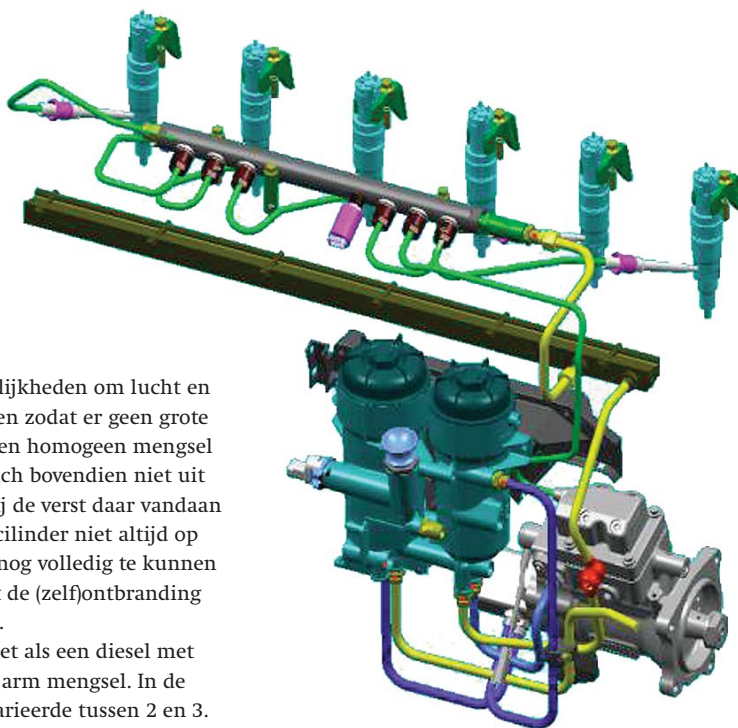
Een homogeen mengsel van lucht, brandstof en uitlaatgas komt in de verbrandingskamer.

Het mengsel wordt gecompriemd zodat het spontaan overal in de cilinder ontbrandt.

De verbranding van het arme of verdunde mengsel verloopt bij een zo lage temperatuur...

... dat de vorming van NO_x wordt vermeden.

Opmerkelijk is dat Scania voor het XPI met nog hogere inspuitdruk overstapt naar een common rail systeem, vooraan de bijbehorende filters en pompen. Doorgaans leveren juist pompverstuivers de hoogste drukken.



geeft extra tijd en mogelijkheden om lucht en brandstof goed te mengen zodat er geen grote druppels meer zijn. In een homogeen mengsel breidt de verbranding zich bovendien niet uit vanaf één plaats, waarbij de verst daar vandaan gelegen gebieden in de cilinder niet altijd op tijd bereikt worden om nog volledig te kunnen opbranden, maar begint de (zelf)ontbranding op veel plaatsen tegelijk. Daarnaast werkt HCCI net als een diesel met luchtoverschot, dus een arm mengsel. In de testcel zagen we dat λ varieerde tussen 2 en 3. Dat geeft een relatief koude verbranding waarbij zo goed als geen NO_x wordt gevormd, omdat de temperatuur beneden 1500° kan blijven waar NO_x vorming op gang komt.

Nog even geduld

Het eerste probleem was om controle over het verbrandingsproces te krijgen, daar de ontsteking bij HCCI noch via een bougie, noch via het inspuitmoment geregeld kan worden. De oplossing werd gevonden in variabele kleptiming als stuurmogelijkheid. Evengoed stelt het proces hoge eisen aan de sterkte van zuiger, drijfstang en cilinderkop omdat in traditionele termen gesproken de motor permanent detoneert.

Hier de aanzuigzijde van de HCCI motor, helemaal vooraan de inlaat met elektronisch injectieventiel. Bovenop zit een vrij bestuurbare hydraulische klepbediening, in plaats van een nokkenas.

Daardoor dient zich weer een ander probleem aan, verklaart Dahlen, nu de motorregeling aardig onder de knie is gekregen, namelijk de geluidsontwikkeling. De verwachting bij Scania is dat binnen een jaar of tien deze techniek rijp kan zijn voor productietoepassing. En dat daarmee makkelijk zonder katalysatoren of toevoegingen de verwachte EU 6-eisen haalbaar zijn. "Misschien moeten we HCCI combineren met conventionele verbranding, in verschillende motorlastgebieden", speculeert Urban Johansson. Kunnen we dus alweer snel afscheid nemen van AdBlue? "Nee", zegt Johansson, "als je die techniek ontwikkeld hebt wil je hem niet na een jaar of twee alweer afschaffen, eerst moeten de ontwikkelkosten eruit gehaald worden."

Peter Fokker