

Auto & Motor
TECHNIEK

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



Bosch antwoordt op nieuwe eisen

Verbrandingsmotor sterft niet uit

Ook 's werelds tweede grootste (na Delphi) automotive toeleverancier Bosch voelt de economische tegenwind. Maar de investering in onderzoek en ontwikkeling groeit toch. Want vooruitblikkend op nieuwe producten toont Bosch dat er nog heel wat extra te halen valt uit de huidige autotechniek. Tegen draaglijke kosten, meer dan ooit een punt van overweging.



Op de eigen testbaan bij Boxberg konden de nieuwste systemen geprobeerd worden. Voor zover ze al in productie zijn, tenminste, behalve dan een BMW met EHB, elektro-hydraulische remmen. Ofwel een systeem zoals het SBC brake by wire systeem van de Mercedes SL en E-klasse. Mogen we hieruit opmaken dat BMW ook snel komt met een remsysteem waarin de pedaalkracht niet meer mechanisch, maar elektronisch vertaald wordt in hydraulische remdruk?

Voor meer dan de helft leeft Bosch van zijn divisie voertuigtechniek. "Daarom moeten we ons terdege realiseren in welke richting auto's zich zullen ontwikkelen, en daarin meedenken", betoogt directielid Bernd Bohr, "maar wij zullen ze nooit zelf gaan bouwen." Ofwel, de auto-industrie bepaalt de ontwikkelingsrichting en Bosch moet maar leveren wat daarvoor gevraagd wordt. Zoals alternatieve aandrijving waarover nu zoveel gepraat wordt, of antwoord op nieuwe uitlaatgaseisen (2005), en er staat voor 2008 nog een belofte (van de Europese auto-industrie) om de productie van kooldioxide en dus het brandstofverbruik van het productgamma te verminderen.

Anderzijds groeit juist de invloed van toeleveranciers op de kenmerken van nieuwe auto's. In tegenstelling tot de autoproduktie groeit de omzet van Bosch. Er worden meer en duurdere systemen geleverd. Het bedrijf geeft zelf aan dat in automaterialen meer dan de helft van de levering nu complete systemen betreft, in tegenstelling tot losse componenten. Bosch bepaalt mede hoe een auto functioneert, geeft hem figuurlijk gesproken niet alleen handen en voeten maar ook hersens.

Modulaire systeemopbouw

Wat betreft het chassis komt er steeds meer elektronica met steeds meer functionaliteit bij

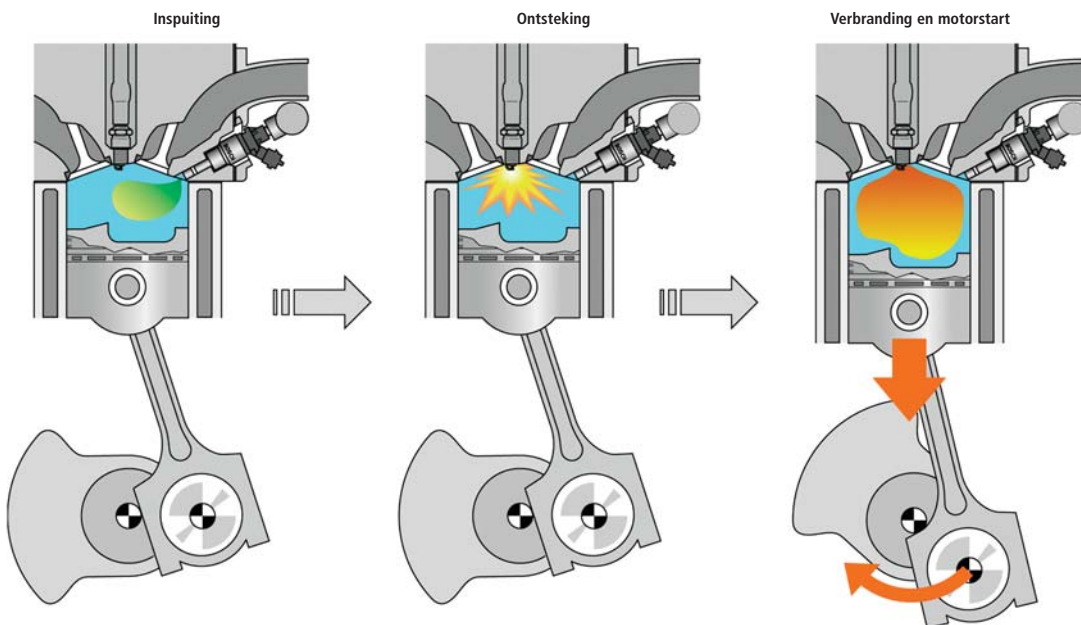
kijken. Op weg naar 'drive by wire', wanneer en voor zo ver dat wettelijk is toegestaan ter vervanging van mechanische systemen. Dat duurt nog wel even, en het is een kwestie van kosten. Indien er naast drive by wire een tweede systeem in reserve moet zijn om het geheel

DI voor benzinemotoren

Bosch ziet twee wegen naar zuinigere benzinemotoren. Directe injectie verlaagt het gemiddeld verbruik met maximaal tien procent. Daar kan nog vijf procent bij door te kiezen voor een kleinere motor, maar dan met turbo. Als optimaal ziet Bosch een verkleining met maximaal 30%, een grotere reductie van de motorinhoud gaat ten koste van het prestatieniveau.

Ideaal is een combinatie met directe injectie, die de gecompromiteerde inlaatlucht koelt door verdamping van de ingespoten benzine, zonder dat het meteen tot zelfontbranding komt. Zo hoeft de compressie van een turbomotor niet veel omlaag. Inspuiting in twee fasen bij vollast verbetert de verbranding, daar waar ineens ingespoten brandstof onvoldoende tijd heeft om volledig te verbranden. Omdat kleine motoren bij lage belasting niet genoeg uitlaatgas produceren om een turbo goed aan te blazen komt Bosch met een elektrische compressor, die de turbo ondersteunt. Daar er nog (te) weinig kijkt is op 42 V boordsystemen laat Bosch de elektro-compressor op 12 V draaien. Zo krijgt een kleine turbomotor goede trekkracht bij laag toerental.

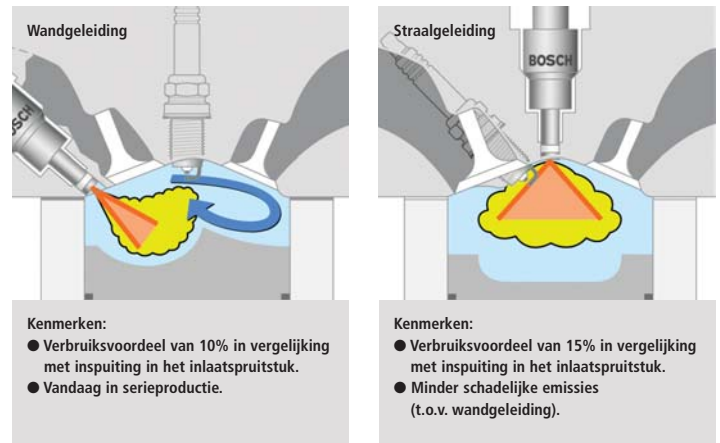
Directstart met DI-motronic



Nieuwe mogelijkheden

Auto's met de genoemde elektrische compressor verschijnen in 2005 of 2006, dan mogen we ook DirectStart verwachten (zie illustratie bij dit artikel). Dat maakt op eenvoudige wijze een automatisch start/stop systeem mogelijk waarbij de motor bij stilstaande auto afgezet wordt, goed voor 5% brandstofbesparing. Maar ook bij conventioneel starten kent Bosch trucs met directe injectie. Door bij het starten de injectie te verdelen over aanzuig- en compressieslag is latere ontsteking mogelijk, met als gevolg heter uitlaatgas dat de katalysator dubbel zo snel op temperatuur brengt. En dus minder schadelijk uitlaatgas. Een andere mogelijkheid is hogedruk injectie bij de start, net voor de ontsteking. Zo ontstaat een gelaagd mengsel, hoge inspuitdruk zorgt voor een direct brandbaar mengsel bij de injector. Terwijl bij de nog koude cilinderwanden geen brandstof komt, die daar niet of onvolledig zou verbranden, wat hoge HC-waarden in het uitlaatgas oplevert. Rond 2006 hoopt Bosch een nieuwe stap te zetten met gelaagde verbranding, zoals direct ingespoten arm-mengsel motoren nu al hebben. Het verbruiksvoordeel

Inspuitmethodes voor benzinemotoren met directe inspuiting



Zo lang er in deellast met mager mengsel gereden kan worden levert directe injectie bij benzinemotoren een verbruiksbesparing tot wel 30%. Voorwaarde is een niet homogeen mengsel van lucht en brandstof. Het optimale systeem is straalgeleide verbranding in een isolerende cocon van lucht. Nu gebruikt men wand- of luchtgeleiding voor het opwekken van werveling, zodat in de cilinders geen homogeen mengsel zal ontstaan.

zou nog met vijf procent verhoogd kunnen worden door van wand- op straalgeleide verbranding over te gaan. Noodzakelijk zijn nieuwe verstuiers. Dat kan een magnetisch gestuurd type zijn, voorzien van een verwisselbaar plaatje met een reeks boringen om de inspuitkegel de gewenste vorm te geven. Tweede mogelijkheid is een duurder en groter piëzobediende verstuiver. Deze kan snelle inspuitstoten produceren via een spleetverstui-

ver die een kegelvormige inspuitstraal aflevert. Met meerdere inspuitstootjes kan de verbranding zo gestuurd worden dat deze luchtstromingen in de cilinder oproept, om een niet homogeen arm mengsel te bereiden. ●



Ook bij directe injectie van benzine zet Bosch snel en nauwkeurig werkende piëzo-injectoren in. Een plaatje met zes tot tien gaatjes in de injectorneus geeft de gewenste vorm aan de inspuitkegel. Hier de artistieke weergave van een sterk vergroot model dat voor stromingsonderzoek wordt gebruikt.

Directe injectie maakt starten zonder startmotor mogelijk bij benzinemotoren. Inspuiten in een cilinder die vóór BDP staat, ontsteken, dan gaat de motor draaien. Veel minder onverbrande benzine in het uitlaatgas, sneller en geruislozer dan met startmotor. Die blijft nodig, bij erg koude of heel warme motor werkt Direct-Start niet omdat dan geen goed brandbaar mengsel is te vormen.

Common rail norm bij diesels

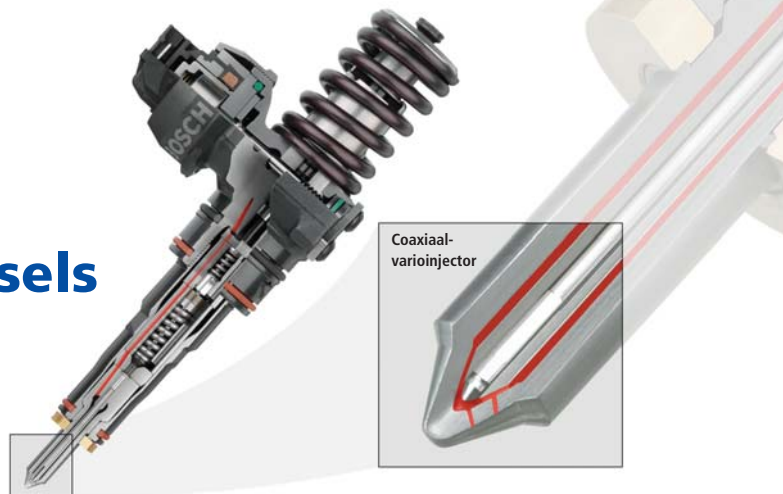
Het vergt weinig marktkennis om te zien dat directe dieselinjectie de norm is geworden, met name common rail systemen. De verhouding in geleverde systemen bij Bosch is nu 42% common rail, 15% pompverstuivers en 43% lijn- en verdelerpompen. Voor de middellange termijn ziet Bosch weinig groei voor pompverstuiver systemen. Common rail gaat naar 65% marktaandeel ten koste van lijn- en verdelerpompen. Dit jaar zijn we beland bij de derde generatie van het common rail systeem, met verstuivers die niet meer door een magneetventiel maar door piëzokristallen worden geopend. Dat levert 20% schoner uitlaatgas op, door nauwkeuriger sturing van de injectie. De vierde generatie verwacht Bosch in 2006 klaar te hebben, waarin de inspuitdruk van de huidige 1600 bar maximaal naar 2000 bar kan. Tevens wordt gedacht aan variabele injectoren, die we dadelijk bespreken bij de nieuwste pompverstuiver techniek.

Gefaseerde inspuiting

De meervoudige injectie die het

common rail systeem in theorie al beloofde kan dankzij snel schakelende piëzoventielen nu geheel in praktijk worden gebracht. Hierin zorgt een stapel piëzokristallen voor het openen van de verstuivernaald. Siemens gebruikte dat al langer, Bosch volgt nu en maakt er meteen een slanke 'in-line' verstuiver mee (zie afbeelding). Dat geeft heel weinig 'dood' volume, waaruit na de inspuiting overtollige brandstof terug naar de tank moet. Dat spaart de energie voor brandstofterugvoer, en er is een kleinere hogedrukpomp nodig. Omdat piëzoinjectoren dubbel zo snel werken als injectoren met magneetspoel wordt vijfvoudige inspuiting mogelijk. Een of twee voorinjecties om de verbranding geruisarm en rookloos in te leiden, een hoofdinjectie, dan een na-injectie die roetvorming bestrijdt, zo nodig een tweede na-injectie om een roetfilter schoon te branden door een aandeel onverbrande diesel in het uitlaatgas.

Op een andere wijze realiseert Bosch dit bij pompverstuivers, door er twee concentrische ver-



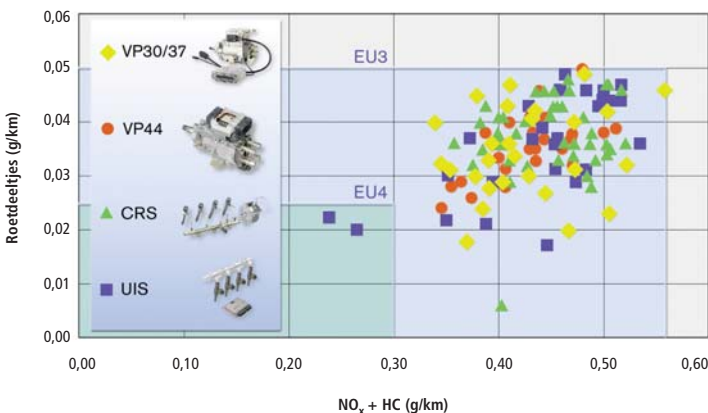
Vierde generatie Unit Injector System

Langs mechanische weg kan dieselinjectie eveneens variabel gemaakt worden. Hier bij de vario-injector voor pompverstuivers. Er zijn twee kransen van verstuiverboringen, die door coaxiale verstuivernaalden worden vrijgemaakt.

stuivers in te zetten (zie afbeelding). Een dergelijke varioverstuiver zou ook bij common rail systemen denkbaar zijn. Het eerste deel van de verstuiver verzorgt de voorinspuiting, het tweede deel de hoofdinspuiting. Door het tweede deel van grote boringen te voorzien kan zonder verhoging van de brandstofdruk meer ingespoten worden, zodat het motorvermogen stijgt. Het eerste deel kan heel kleine boringen hebben, voor een goede brandstofverstuiving en schone verbranding. Een enkelvoudige injector moet het midden houden: geen al te kleine boringen, dan is de vollast opbrengst te gering, maar ook geen al te grote, dan is de verstuiving bij lage motorlast te grof. Bij hoge motorbelasting kan mogelijk de voorinspuiting achterwege blijven, denkt Bosch, wat weer schoner uitlaatgas oplevert. Door hoge inspuitdruk (2050 bar) produceert een pompverstuiver diesel weinig roet, met de varioverstuiver kan nog 25 tot 40% bespaard worden op roet- en stikstofvorming in de motor.

gaan werken met een SCR (Selective Catalytic Reduction) katalysator, waarvan Bosch verwacht dat dit zeker voor de EU 5 eisen vanaf 2008 de meest gekozen oplossing wordt. Hierbij wordt ureum in de uitlaat gespoten, waaruit in de hete gassen ammoniak ontstaat. In een katalysator zorgt dat voor reductie van stikstofoxiden. Als bonus komt ook 30% minder roet uit de uitlaat, de omzetting van stikstofoxiden betekent dat de dieselinjectie vervroegd kan worden. Dat geeft meer stikstofoxiden, maar die werkt de SCR katalysator weer weg. Vervroegde inspuiting kan 5% verbruiksbesparing leveren, om de kosten van uitlaatgasreiniging terug te verdienen. Volgend jaar komt de eerste toepassing van deze Denoxtronic op de markt, aldus Bosch. Roetfilters voor montage achteraf komen er niet. Bij zo'n filter hoort een flinke aanpassing in de motorregeling om het filter regelmatig te laten schoonbranden, en dat wordt heel lastig. ●

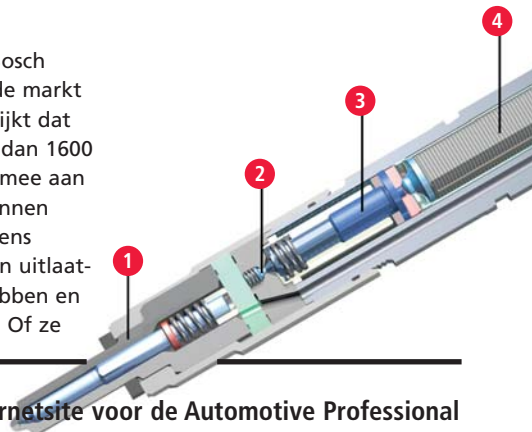
Emissies van direct ingespoten diesel-personenauto's



Een overzicht van nu bekende motoren laat zien dat pompverstuiver-diesels (UIS) erg goed scoren in schone uitlaatgassen. Common rail (CRS) motoren doen het nog niet zo geweldig, minder dan directe injectie met klassieke roterende pomp (VP30/37/44). Toch is de verwachting dat common rail het overheersende systeem wordt, pompverstuivers zijn duur en moeilijk in te bouwen.

Filteren

Zoals eerder gezegd is Bosch klaar om roetfilters op de markt te brengen, omdat het lijkt dat zwaardere auto's (meer dan 1600 tot 1800 kg) alleen daarmee aan de EU 4 emissienorm kunnen komen. Voor vrachtwagens speelt dat ook, die zullen uitlaatgasrecirculatie nodig hebben en eventueel een roetfilter. Of ze



fail-safe te maken, dan wordt het te duur voor brede toepassing.

Daarom richt Bosch zich op een modulair systeem, op basis van ESP. Met vooral software uitbreiding voor extra functies, zo ver de kostprijs van de auto dat toelaat. Deels getuigt dit van een wat nationalistische blik. Naar eigen opgaaf van Bosch heeft al meer dan de helft van alle nieuw verkochte auto's in Duitsland ESP aan boord, maar in de VS is dat pas vijf procent. Binnen twee jaar zullen hulpsystemen op de markt komen met videosensoren, waarmee de auto eigen 'ogen' krijgt.

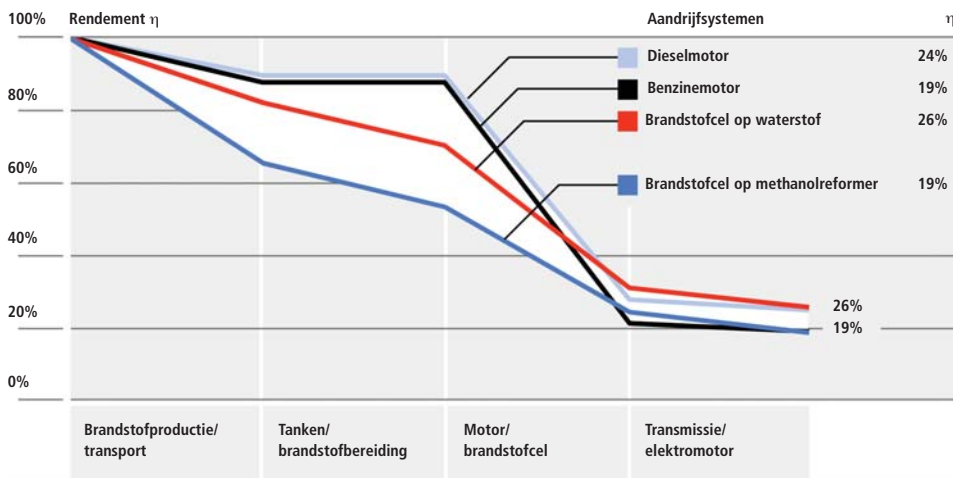
Bij bestuurdersassistentie moeten we ook denken aan navigatie. Samen met het Japanse Denso ontwikkelt Bosch een nieuwe standaard in hard- en software, voor navigatiesystemen die wereldwijd bruikbaar zijn. Bij GPS-positiebepaling is dat al zo, maar voor aanvullende informatie via mobiele telefonie of radiografische verkeersinformatie niet. En er moet ook een standaard zijn voor de opslag van geografische informatie op CD of DVD.

In het najaar verschijnen de eerste automodellen met 'inline' piëzo-injectoren van Bosch. De piëzokristallen liggen direct boven de verstuivernaald, onder de brandstofaanvoer, in plaats van dat de brandstofaanvoer tussen kristallen en verstuivernaald zit. Deze kristallen zetten bliksemsnel uit zodra er stroom op komt, er is een hele stapel nodig om de verstuivernaald voldoende te verplaatsen.



- 1= In spuitmodule
- 2= Schakelventiel
- 3= Koppelingmodule
- 4= Piëzo-module

Rendement van aandrijfsystemen



Bosch directielid dr. Bernd Bohr benadrukte dat bij beoordeling van motortypes op brandstofverbruik en dus CO₂-productie gelet moet worden op het totaalrendement. Steeds vaker komt dit zogenaamde 'well to wheel' totaalbeeld ter sprake als het gaat om alternatieve aandrijvingen. Aandrijving met brandstofcellen lijkt dan niet meer zo'n geweldig idee.

Motorteknik verfijnen

Doorontwikkeling dus van bestaande systemen, in plaats van revolutionaire vernieuwing. Dat laatste lijkt wel aan de orde bij aandrijving, waar brandstofcellen de toekomst zouden hebben. Met eventueel als tussenstap hybride, elektrische voortstuwing die straks door brandstofcellen gevoed wordt, en nu vast via een generator en verbrandingsmotor van stroom wordt voorzien. Maar zo'n vaart loopt dat niet, meent Bosch.

De opkomst van de diesel zal doorzetten, omdat daarmee effectief op het brandstofverbruik te sparen valt tegen aanvaardbare kosten. Directe injectie belooft ook voor benzinemotoren bij gemengd gebruik (snelweg/stadsverkeer) circa 10% besparing. Bosch voorziet een trend naar 'downsizing', gebruik van kleiner en zuiniger motoren die met compressor hetzelfde presteren als een grote. Zoiets als de nieuwe motorgeneratie in de Mercedes C- en E-klasse, waar nu een 200 of 230 versie feitelijk een 1.8 liter compressormotor heeft, in plaats van de 2.0 en 2.3 liter aggregaten van voorheen. Bij monde van Bernd Bohr voorziet Bosch dat in verband met hoge kosten van techniek en de noodzakelijke waterstofvoorziening "zeker niet vóór 2020" serieuze serieproductie van brandstofcelauto's gaat plaatsvinden. "Het aandeel van de verbrandingsmotor in personenwagens zal in 2015 nog 95% bedragen, in 2025 nog altijd 85%". Volgens de schattingen van Bosch kost het besparen van 1% brandstofverbruik domweg met hybride aandrijving dubbel zoveel als met verbetering van conventionele

motoren, en met brandstofcellen zelfs viermaal zoveel.

Amerika aan de diesel?

Hybride aandrijving zou alleen in Japan op kleine schaal populair worden. Dit in verband met het hoge aandeel stads- en lokaal verkeer daar, waar het elektrische deel van een hybride aandrijving goed te gebruiken is. In Europa blijft het dieselaandeel groeien, maar ook in de VS ziet Bosch kansen ondanks zeer strenge uitlaatgaseisen, vooral aangaande de roetproductie. Diesels met pompverstuivers kunnen de huidige VS-eisen al aan, maar ook de veel striktere eisen vanaf 2007 zijn volgens Bosch haalbaar.

Als er maar zwavelvrije diesel is. Recent heeft Shell enorme investering aangekondigd in de vervaardiging van zulke diesel uit aardgas, zonder dat deze synthetische brandstof duurder wordt dan conventioneel uit olie geraffineerde diesel. Maar het neemt even tijd voor die er op grote schaal is. Langzaam gaat de Duitse industrie om: dat zal niet op tijd zijn om met grotere dieselauto's zonder roetfilter aan EU4-eisen te komen. Vandaar dat Bosch in het najaar een besluit neemt of vanaf 2005 roetfilters geproduceerd gaan worden.

De techniek heeft men ingekocht van het Duitse HJS Fahrzeugtechnik. Het zal gaan om een filter uit sintermetaal dat 200.000 km meegaat, ofwel in principe een autoleven lang. Huidige roetfilters hebben een keramisch lichaam dat na omstreeks 100.000 kilometer onherstelbaar verstopt raakt, zodat het vervangen moet worden. Dit geeft een dilemma aan waar Bosch voor kan staan. Veel autofabrikanten hebben het niet zo op roetfilters, willen liever motoren die weinig roet produceren. Bosch moet wachten op het besluit of ze nu wel of niet een filter willen, maar ook zorgen dat de vereiste techniek zo nodig al in huis is.

Peter Fokker

Zelfdenkende remmen en besturing

De droom van geheel geëlektrificeerde rem- en stuursystemen, die met slimme elektronica de rijder vergaand corrigeren en assisteren als de omstandigheden ook maar een beetje kritisch lijken, blijft ver weg. Het mag nog niet van de wet, het vereist een



Bosch heeft de mechanische handrem tot het minimale gereduceerd. Na de handremhefboom worden ook de kabels geëlimineerd. Een simpele elektromagnetisch bediende drukstift, het zilvergrijze blokje op deze foto, komt ervoor in de plaats.

42 V boordnet, maar vooral: het is te duur. De 'steer by wire' functies komen echter grotendeels ook binnen bereik met de actieve besturing die Bosch met partner ZF ontwikkelde voor BMW. Door in een mechanische besturing een extra elektrisch aangedreven planetair tandwielstelsel te plaatsen wordt de stuurverbrenging variabel. Elektronica zorgt voor wat mee- of tegensturen. In stadsverkeer stuurt de auto veel directer, op de snelweg juist indirect zodat de auto stabiel aanvoelt. De volgende stap is dat zo'n besturing gecombineerd wordt met ESP en automatisch corrigeert zonder dat het stuurwiel beweegt, waarvoor ESP nu alleen selectieve remingrepen op één of meer wielen gebruikt.

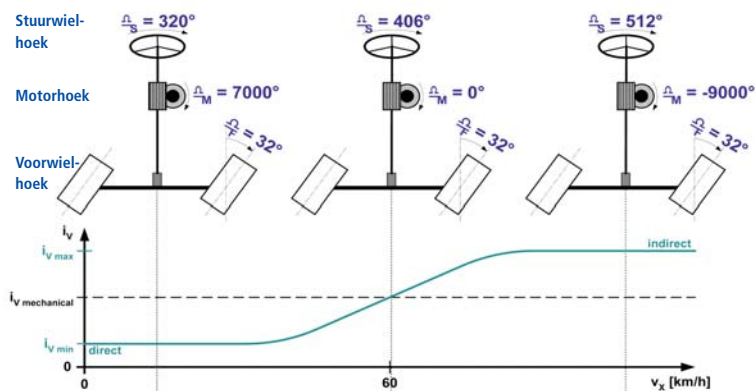
Nieuwe remfuncties

Bosch ziet ESP als ideale basis voor een modulair systeem,

Systeem concept actieve stuurinrichting

Variabele stuurverbrenging

Wijziging van de overbrenging tussen de stuurwielhoek en de voorwielhoek
Verbeterd stuurcomfort en stabiliteit bij hoge snelheden



Het effect van actieve besturing grafisch in beeld gebracht. Te zien is hoe de stuurwielhoek daarmee gevarieerd kan worden bij gelijkblijvende stuuruitslag aan de wielen. Duidelijk is dat liefst een kleine 200° variatie in stuurwielhoek veel invloed heeft op het subjectief stuurgevoel voor de rijder.

ESPlus, dat meer functies kan bevatten naarmate de kostprijs hoger mag liggen. Een reeks mogelijkheden wordt genoemd, waarvan Hill Hold al toegepast wordt bij de smart Roadster en nieuwe Fiat Punto. Bij stoppen op een helling houdt het remsysteem korte tijd de druk vast, zodat bij verplaatsen van de voet van rem- naar gaspedaal de auto

niet terugrolt. Via automatische remregeling komen veel meer functies beschikbaar, zonder dat het nodig is daarbij een vol-elektrisch brake by wire systeem te hebben. Hydraulisch gaat het ook, met de drukvoorraad die ESP toch al aanhoudt. ESP kan automatisch de rem alvast spelingsvrij aanleggen zodra de bestuurder plots gas loslaat. Dat levert een kortere remweg op, doordat de remmen net wat sneller aanspreken. Bij regen kunnen de remmen automatisch af en toe aangeknepen worden om de schijven droog te wrijven, goed voor misschien een meter kortere remweg in zulk weer. In luxe auto's kan de remdruk vlak voor het tot stilstand komen vanzelf verminderd worden voor schokvrij stoppen. Het remsysteem kan aan adaptieve cruise control gekoppeld worden, zodat in de file volautomatisch optrekken en stoppen mogelijk wordt. Ook een nieuwe elektronische handrem gebruikt ESP. Eerst wordt de rem via ESP aangedrukt, blokkeerstiften aan de remklauw fixeren hem in die positie. Om de rem weer te lossen zet ESP opnieuw druk op de rem, maar nu iets extra, zodat de blokkering los kan schieten. Goedkoop, simpel en ruimtesparend. Binnen twee tot drie jaar in serieproductie, denkt Bosch.

Digitale radio: meer voor minder

Hoe groot het verschil kan zijn tussen technisch haalbaar en praktisch realiseerbaar toont de autoradio. Allesbehalve vlot komen in Europa digitale uitzendingen op gang, ze zijn er nu in Duitsland, Engeland, België en

Denemarken. Nederland volgt eind dit jaar met DAB, Digital Audio Broadcast. Maar nu moet het snel gaan. Bosch-divisie Blaupunkt verwacht vanaf 2010 meer DAB- dan FM-radio's te verkopen terwijl FM-radio in 2015 zelfs verdwenen zou zijn. Digitale radio geeft niet alleen veel betere geluidskwaliteit, het digitaal gecodeerd signaal kan op één golflengte zes kanalen plus een datakanaal uitzenden. Half zo duur als FM-uitzending dat veel frequenties nodig heeft, en maar heel beperkt extra gegevens zoals een RDS en TMC kan meesturen. DAB is veel beter geschikt om gedetailleerde verkeersinfo en navigatiegegevens te versturen: filemeldingen en aanbevolen omwegen. De meldingen kunnen gecompriemd in MPEG-formaat verzonden en

in de autoradio opgeslagen worden, zodat ze ook na uitzending oproepbaar zijn. Zulke diensten zouden in Europa vanaf 2006 in de lucht moeten komen. Om ondertijd de nadelen van FM-ontvangst te bestrijden helpt de miniaturisatie van elektronica, Blaupunkt weet nu twee ontvangers op één chip te persen. Met daarbij twee frequentiewisselaars, zo kan de radio naadloze overgangen maken tussen twee frequenties, en continu één ontvanger gebruiken om andere frequenties te zoeken met hetzelfde programma. Ook kan meervoudige ontvangst door weerkaatste radiogolven beter onderdrukt worden, en werkt de aansluiting van meerdere antennes beter. Nog dit jaar komt deze TwinCeiver ook in af-fabriek gemonteerde autoradio's.



Eigenlijk is het raar dat een bij uitstek elektronisch werkend apparaat als de radio nu pas aan volledige digitalisering toekomt. Digitale radio opent nieuwe mogelijkheden, in de nieuwe Blaupunkt Woodstock DAB 53 nog aangevuld met de mogelijkheid geluid digitaal op te nemen op een geheugenkaartje.