



Een testauto met computers in de kofferbak.

Techniek corrigeert fouten bestuurder

De intelligente auto

De mens is nog steeds baas over zijn auto met als gevolg duizenden doden en gewonden per jaar. Autofabrikanten ontwikkelen daarom intelligente systemen voor de verhoging van comfort en veiligheid. In de verte lonkt echter de volledig automatische auto. Radicale elektronische veranderingen gaan de al ruim honderd jaar gebruikte mechanische besturingstechniek overnemen. De auto betekent straks echt 'zichzelf voortbewegen'.

'De huidige auto's zijn de paarden van over veertig jaar'

OP AFGESLOTEN TESTTERREINEN RIJDEN ALLANG min of meer geautomatiseerde voertuigen, maar wie daarbij een radicaal nieuwe vormgeving verwacht, komt bedrogen uit. Deze testauto's van fabrikanten als DaimlerChrysler, General Motors en Toyota zijn veelal productiemodellen met sensoren, camera's en een kofferbak, waarin zware dataverwerkende computers zitten. Voor een volledige automatisering van de besturing van de auto moeten alle mechanische overbrengingen, zoals van het stuur en de remmen, worden vervangen door elektronische verbindingen volgens het principe *drive-by-wire* of *x-by-wire*.

'De x staat voor een variabele waarvoor je alle traditioneel mechanische besturingsfuncties van de auto kunt invullen', vertelt ir. Leo J.J. Kusters, afdelingshoofd Advanced Chassis & Transport Systems van TNO Automotive in Delft. 'Het elektronisch bediende gaspedaal dat al op enkele productie-auto's zit, is de eerste in de reeks van elektronische remmen, stuur, koppeling en versnellingspook. Zonder een compleet elektronisch

In het DaimlerChrysler SL roadster prototype zitten twee 'sidesticks' waarmee de bestuurder via 'drive-by-wire' onder meer kan gas geven, remmen en sturen.



SENSORSYSTEMEN HOUDEN VOETGANGERS IN DE GATEN

Voetgangers zijn zeer kwetsbaar in het verkeer. Zij kunnen zich niet beschermen met veiligheidskooien en kreukelzones. Jaarlijks vallen er in de EU onder voetgan-

gers meer dan 150 000 gewonden en 6000 doden. Vooral op straat spelende kinderen lopen gevaar. De EU startte daarom in 2000 het drie jaar durende project Protector met als doel door middel van intelligente sensorsystemen in voertuigen het aantal ongelukken met

Positiebepaling van een voetganger via vormkorrelatie en textuurclassificatie.

voetgangers en andere kwetsbare weggebruikers te verminderen. Deelnemers aan Protector zijn de autofabrikanten DaimlerChrysler, projectleider Fiat en MAN, de toeleveranciers IBEO, Siemens en Taman, de onderzoeksinstituten CSST, IKA en TÜV en de universiteit van Pavia. Verschillende sensorsystemen - radar, laser, scanner en videocamera's - moeten gevaarlijke situaties voortijdig herkennen. De systemen waarschuwen de bestuurder of grijpen zelf in door automatisch remmen

of een opklappende motorkap (zie ook *De Ingenieur* nr. 13/14, 9-8-2001), die tenminste de draagwijdte van de botsing verkleinen. DaimlerChrysler werkt in Protector aan de positiebepaling van voetgangers met behulp van videocamera's. 'Voetgangerdetectie vanuit een bewegend voertuig is erg ingewikkeld voor de beeld- en patroonherkenning vanwege de grote variatie aan voetgangerafbeeldingen door de verschillende houdingen, kleren, grootte en bewegingen. Wij gebruiken ver-



schillende methodes om voetgangers te onderscheiden van de eveneens zeer complexe achtergrond', vertelt projectleider dr. Dariu Gavrilă van de Beeldverwerking Groep bij het DaimlerChrysler Research Center in Ulm. 'Ons nieuwste prototype heeft twee videocamera's waardoor je

met stereovisie hindernisdetectie kunt combineren met een nauwkeurige lokalisatie van het object en verificatie ervan via vormkorrelatie - het bepalen van de contour- en textuurclassificatie. Door middel van textuurclassificatie kun je de pixelintensiteit van het complete object bepalen en zo dus

vaststellen of het bijvoorbeeld om een verkeersbord gaat en wat daarop staat. De video-opname laat de hiërarchische opbouw van de classificatie zien door middel van de eerste aftasting in groen, een nadere bepaling in blauw en de uiteindelijke contour in rood. Dit prototype is in onze Urban Traffic Assistant (UTA) geïntegreerd en wordt getest op zowel de testbaan als in normaal verkeer, maar dit laatste uiteraard alleen in niet-kritieke situaties', aldus Gavrilă.

Het systeem is nog niet perfect genoeg voor commerciële toepassing, want geeft te vaak vals alarm en mist te veel voetgangers. Maar Gavrilă is optimistisch. 'Een paar jaar geleden was dit onderzoek nog niet denkbaar. Mede door ontwikkelingen in de hardware en software maken we snelle vorderingen. Ons doel het aantal ongelukken met voetgangers in de toekomst drastisch te reduceren komt een stuk dichterbij.' www.gavrila.net/computer_vision/computer_vision.html

systeem zijn alleen deelautomatiseringen mogelijk, zoals nu al geleidelijk worden ingevoerd.'

Al vrij standaard inmiddels is ABS (Anti Blokkeer Systeem), feitelijk het eerste automatische deelsysteem dat, onafhankelijk van de bestuurder, voorkomt dat de wielen bij hard remmen blokkeren. 'De tweede stap in de geleidelijke automatisering is ACC (Adaptive Cruise Control) dat op de snelweg een constante snelheid en een veilige volgafstand aanhoudt', vult dr.ir. Bart van Arem van TNO Inro aan. 'Sinds de introductie van ACC in 1998 door Toyota is dit systeem onder andere leverbaar op de Jaguar XKR, de Mercedes-Benz S-klasse, de Lexus SL 430 en binnenkort ook op de Nissan Primera, waarmee dit systeem ook al in het goedkopere segment verschijnt.'

RADARSYSTEEM

ACC werkt volgens een radarsysteem voorop de auto met een frequentie van ongeveer 80 Ghz onder een vrij smalle hoek van drie tot vier graden in de breedte. ACC werkt daardoor alleen voorwaarts op afstanden van tussen de 30 en 120 tot 150 m en kan een beperkte invloed uitoefenen op gas geven en remmen. Zo kan ACC bijvoorbeeld geen maximale remkracht uitoefenen en niet opzij kijken. De bestuurder blijft verantwoordelijk en krijgt waarschuwingen van het systeem als hij plotseling wordt gesneden of hard moet remmen.

'Aangezien ACC niet op korte afstanden werkt, zal het systeem Stop&Go bijna vanzelfsprekend ACC gaan aanvullen voor filerijden

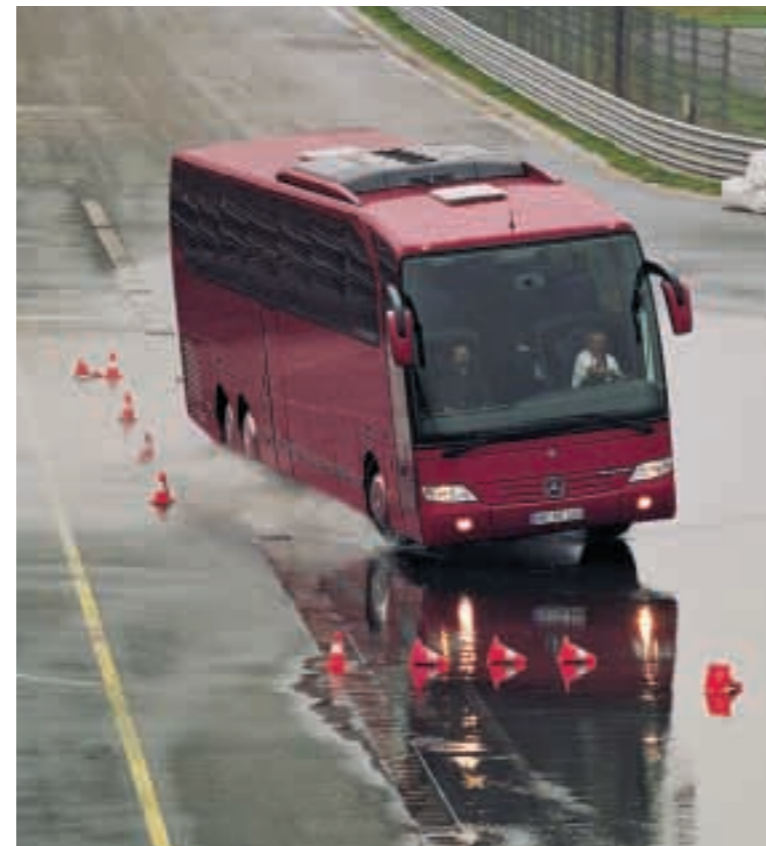
of Urban Cruise Control en later door Lanekeeping dat in staat is de witte lijnen op het wegdek te volgen en binnen de rijstrook te blijven', zegt Van Arem. Stop&Go werkt evenals ACC volgens radar met een frequentie van vaak 24 Ghz of lager onder een hoek van 120 tot 160 graden. Het systeem dekt daardoor de hele voorkant van de auto met een breedte van 3 m en een lengtebereik van 20 tot 30 m. Hoe noodzakelijk Stop&Go is, blijkt wel uit de 60 000 kop-staartbotsingen die er in 2000 in Nederland plaatsvonden. Hierbij vielen veertig doden en zesduizend gewonden.

BEELDVERWERKING

Eén van de belangrijkste ontwikkelingscentra op het gebied van toekomstige assistentiesystemen voor de intelligente auto is het DaimlerChrysler Research Center in de Duitse stad

Ulm. Dr. Dariu Gavrilă is onderzoeker in de Beeldverwerking Groep, die als hoofddoel heeft met behulp van videocamera's de veiligheid en het comfort van voertuigen in het verkeer te verhogen. ACC is voor beeldherkenning niet geschikt vanwege de lage resolutie. Cruciaal bij beeldherkenning is behalve de resolutie de verwerkingssnelheid van de informatie.

'Videosensoren leveren textuurinformatie van objecten bij een dusdanig grote resolutie dat ze zowel infrastructuur als verkeersdeelnemers kunnen herkennen. De uitdaging is software en hardware te ontwikkelen die deze massieve hoeveelheid beeldmateriaal *real-time* verwerken. De Beeldverwerking Groep is begin jaren negentig begonnen met het snelwegscenario, waarbij de auto bij een constante snelheid van 120 km/h het verloop van de weg en andere auto's herkent. Door de



Test met een bus, die is uitgerust met een ESP-remsysteem. ESP voorkomt slippen.

voortschrijdende techniek houden we ons de laatste jaren in toenemende mate bezig met het veel gecompliceerdere stads-scenario', zegt Gavrilă.

'Daarbij gebruiken we vooral stereovisie met twee videocamera's om een hindernis te detecteren en beweging, vorm, kleur en textuurkenmerken voor de objectherkenning. Onze Urban Traffic Assistant herkent stoepranden en wegmarkeringen, zich in verschillende richtingen bewegende auto's, verkeersborden, stoplichten en sinds kort ook voetgangers (zie kader). Veel van deze functies worden stapsgewijs ingevoerd in de volgende generaties Stop&Go.'

VIDEOTECHNIEK

Behalve de researchafdelingen van de autofabrikanten zelf werken er wereldwijd ook diverse andere bedrijven, onderzoekscentra en universiteiten aan deelautomatiseringen voor de personenauto. Zo werkt de Engelsman Hugh Burchett al enkele jaren voor Arthur D. Little - Cambridge Consultants Ltd. aan de ontwikkeling van radarsystemen voor auto's. 'Beeldverwerking volgens videotecnica is dé toekomstontwikkeling, maar zal nooit zelfstandig kunnen werken zonder ondersteuning van radar. Video is namelijk wel zeer goed geschikt voor het herkennen van objecten, maar kan minder goed de snelheid en de afstand van het object schatten. Wij werken daarom behalve aan een videosysteem ook aan diverse radarsystemen voor een kortere introductietermijn', zegt Burchett.

'Zo hebben we een nieuw radarsysteem ontwikkeld dat met één sensor een driedimensionaal beeld van een object voor de auto kan opbouwen. Het minimaliseren van het aantal sensoren, de afmetingen van de techniek en uiteraard de kosten zijn erg belangrijk. Over een aantal jaren hebben auto's een heel arsenaal aan systemen aan boord, waaronder ACC, Stop&Go, Lanekeeping, parkeersystemen, een waarschuwingssysteem voor de dode hoek en een Precrash-systeem dat een onvermijdelijk ongeluk kort van tevoren kan herkennen. Als je nagaat dat een Precrash-systeem nu alleen al goed is voor zo'n veertien sensoren dan is de autofabrikant niet blij met de hoge bijkomende kosten en de vormgevingsconsequenties als al die systemen op de auto moeten.'

Het Precrash-systeem is in staat een naderend onvermijdelijk ongeluk te detecteren vlak vóórdat de botsing plaatsvindt. De voordelen daarvan zijn aanzienlijk vergeleken met sensoren op de auto die pas tijdens de aanrijding het ongeluk opmerken. 'Precrash' herkent het object waarmee de botsing

zal plaatsvinden en bepaalt op basis daarvan de kracht van de impact. Het systeem activeert de airbag bijvoorbeeld precies op het juiste moment en heeft meer tijd om de zij-airbags en de gordelspanners in te zetten', aldus Burchett.

GEAUTOMATISEERD VERKEER

Alle beschreven systemen die de komende jaren toepassing vinden, ondersteunen dus de bestuurder, maar maken het nog niet mogelijk volledig geautomatiseerd door het verkeer te rijden. 'Systemen die de bestuurder volledig overvleugelen, komen er ook niet, zeker niet de komende dertig jaar', denkt Gavrilă van het DaimlerChrysler Research Center. 'De systemen die de komende jaren wel toepassing vinden, worden ontwikkeld om het comfort en de veiligheid van het autorijden te verhogen. Een systeem waarbij de auto en niet meer de bestuurder de controle heeft, is vanwege de extreem hoge veiligheidseisen technisch nog niet realiseerbaar. Dit geldt met name voor het stadsverkeer vanwege diens ongestructureerde karakter. Een gezonde portie bescheidenheid krijg je wat dat betreft als je een kwartiertje met een taxi door Bombay rijdt.'

Kusters van TNO Automotive deelt die mening: 'De volledig geautomatiseerde auto voor alle verkeerssituaties is geen optie. De bestuurder moet altijd supervisor blijven. Als de auto zelfstandig kan rijden, treedt er een complex juridisch vraagstuk op over de verantwoordelijkheid van het ongeluk. Wordt de aanrijding toegeschreven aan de bestuurder of aan de falende techniek en daarmee dus aan de autofabrikant? Aan de andere kant: als je nu een volledig geautomatiseerde auto bouwt dan staat hij toch altijd stil. De sensoren reageren overal op, alleen al van opwaaiende en dwarrelende bladeren in de herfst, waardoor het systeem ingrijpt.'

'Ten slotte spreken behalve technische en juridische aspecten ook marketingargumenten tegen een toekomstige invoering van een 'almachtige' auto. Welke autofabrikant suggereert zijn klanten dat ze niet kunnen autorijden en een computersysteem nodig hebben om veilig door het verkeer te komen? En welke klant wil niet 'baas in eigen auto' zijn', voegt Gavrilă daaraan toe.

DRIVE-BY-WIRE

De invoering van *drive-by-wire* is hoe dan ook onontbeerlijk

'Onze Urban Traffic Assistant herkent stoepranden, wegmarkeringen en verkeersborden'

'Systemen die de bestuurder volledig overvleugelen, komen er niet'

'Beeldverwerking volgens videotecnica heeft de ondersteuning van radar nodig'



De detectie van voetgangers bij een stoplicht: het bepalen van de contour.

	1996	1997	1998	1999
Verkeersdoden	1251	1235	1149	1186
Personenauto/Bestelauto	627	617	617	615
Vrachtauto/Bus	14	9	7	14
Motor en scooter	94	98	85	83
Brom-/snorfiets	97	84	85	105
Fiets	245	278	212	228
Voetganger	132	132	133	130
Overig	42	17	10	11
Ziekenhuisgewonden	19420	20190	18620	-
Personenauto/Bestelauto	6230	6420	6120	-
Vrachtauto/Bus	130	130	90	-
Motor en scooter	1360	1380	1110	-
Brom-/snorfiets	3000	3180	3110	-
Fiets	7000	7450	6760	-
Voetganger	1600	1530	1340	-
Overig	110	110	90	-

Verkeersslachtoffers op de openbare weg in Nederland. Ziekenhuisgewonden zijn patiënten die naar aanleiding van een verkeersongeval in het ziekenhuis belanden.

om de auto slimmer functies te laten integreren en daardoor veiliger te maken. 'ESP (Electronic Stability Program) is daar een goed voorbeeld van als opvolger van ABS. Het anti-blokkersysteem zit op elke rem, maar kan niet het afremmen van het complete voertuig controleren. ESP daarentegen bepaalt via de elektronica van *brake-by-wire* het afremmen van elk wiel en bewaart daardoor de stabiliteit van het voertuig als die in een slip dreigt te raken', vertelt Henk A. Lupker, die werkt aan voertuigdynamica en modellering bij TNO Automotive.

'Om *drive-by-wire* op personenauto's mogelijk te maken is behalve de verdere ontwikkeling van de techniek aanpassing van de Europese wetgeving nodig. De wet, die nu nog mechanische overbrengingen eist, moet ook elektronische verbindingen toestaan. Om *drive-by-wire* technisch gezien te introduceren is ten eerste goedkope en compacte rekencapaciteit vereist. Daarnaast moeten de actuatoren en sensoren robuust, klein en goedkoop worden en berekend zijn op veilig falen. Bij ESP zit bijvoorbeeld een dubbele computer in het systeem, die bij het falen van de eerste computer de controle overneemt.'

Op vrachtwagens is *brake-by-wire* al wel geïntroduceerd ter vervanging van de dure pneumatische remmen en voor de invoering van intelligente remsystemen, zoals ESP. Het vrachtvervoer zal ook als eerst automatiseren. Een voorbeeld daarvan is het project Combi-Road van TNO Automotive waarbij vrachtverkeer automatisch rijdt op aparte stroken asfalt langs de snelweg. Op meer afgesloten terreinen rijden er natuurlijk ook al langere tijd geautomatiseerde voertuigen met weliswaar lage snelheden en een kleine voertuigdichtheid. Voorbeelden daarvan zijn containertransport in de Rotterdamse haven en People Movers op parkeerterreinen.

'Vanaf de vrij afgesloten terreinen zullen geautomatiseerde systemen stap voor stap op de openbare weg worden toegepast', denkt Kusters. 'De introductie van *drive-by-wire* op personenauto's duurt nog zo'n vijf tot tien jaar. De wetgeving en de technologie zullen ongeveer gelijktijdig klaar zijn.'

TREINTJE RIJDEN

Wellicht komen er in eerste instantie aparte snelwegen voor automatisch verkeer. Een dergelijk project loopt al in Californië, waar de initiatiefnemers bepaalde situaties op de weg uitsluiten om een bepaalde configuratie voor de participerende auto's op te kunnen stellen. General Motors voerde in

1997 ook al eens testen uit met een serie Buick's die op een korte volgfstand achter elkaar konden rijden en hun geleiding haalden uit magnetische sensoren in het wegdek.

Drs. Martin Damen van RIGO in Amsterdam voerde van midden tot eind jaren negentig voor het ministerie van Verkeer en Waterstaat verschillende onderzoeken uit met betrekking tot de geautomatiseerde auto. 'Op papier lijkt dit treintje rijden ideaal, omdat de auto's in elkaars slipstream zitten, waardoor het brandstofverbruik flink daalt en de wegcapaciteit toeneemt. De grote vraag is waar laat je de in- en uitvoegende auto's: voor, achter of midden in het treintje? Hoe maak je in de dichte verkeersstroom ruimte voor de in- en uitvoegende auto's en vanaf welk punt neemt de bestuurder de controle over de auto weer over? De vraag is ook of je er iets mee opschiet door de auto's met een snelheid van bijvoorbeeld 70 km/h op de toewegwegen van de stad af te laten komen, terwijl die dat aanbod helemaal niet kunnen verwerken.'

Kusters ziet meer in geautomatiseerde snelwegen vanwege het verhoogde comfort en de veiligheid, de hogere benuttingsgraad en de haalbare brandstofbesparing. 'Je kunt zeker optimaliseren op mobiliteit door de capaciteit op de hoofdweg te vergroten en onvermijdelijke filedrukke te verplaatsen naar de uitvoegstroken. Die weggedeeltes kun je vergroten, wat uiteindelijk meer asfalt bespaart dan alsmaar wegen aan te blijven leggen. Een voetbalwedstrijd in de Arena of een ander groot evenement hoeft dan niet meteen de hele snelweg te blokkeren.'

BESTURINGSMODULE

Als de automatisering van het autorijden door blijft zetten, komt er een moment waarop ontwerpers het honderd jaar geleden vastgelegde beeld van de auto los moeten laten. Als de bestuurder een minimale rol speelt of op de snelweg wellicht helemaal niks hoeft te doen en alle besturingsfuncties volgens *drive-by-wire* lopen, biedt dat ongekend nieuwe mogelijkheden. De automobilist kan zijn taken vanuit elke denkbare positie in de wagen uitvoeren met een losse, verplaatsbare besturingsmodule. 'De autowereld moet op een bepaald moment af van de traditionele bestuurderspositie. Zelfs met de *drive-by-wire*-techniek blijven de besturingsfuncties vrijwel hetzelfde en krijgt de bestuurder het aloude mechanische gevoel. Mensen

'Bij ESP zit een dubbele computer in het systeem'

AUTORIJDEN ZONDER STUUR EN PEDALEN

De prototypes van de Mercedes-Benz SL roadster van DaimlerChrysler en de Filo van Bertone, SKF en TNO Automotive hebben een afwijkende besturingsvorm. De Filo doet met zijn rechtshoekige besturingsmodule nog het meeste denken aan een stuur, hoewel de automobilist er ook mee gas kan geven, remmen en schakelen. DaimlerChrysler bouwde de SL roadster in 1999 om na ruim tien jaar ont-

wikkeling en virtueel testen in een simulator de *sidestick*-technologie in de praktijk te testen. De *sidesticks* lijken uiterlijk op computer-joysticks, maar werken geheel anders. Sturen, accelereren en remmen gaat allemaal volgens *drive-by-wire*-techniek met deze tweede generatie stuurknuppels van Fokker Control Systems. De *sidesticks* kunnen voor het sturen naar links en rechts bewegen. In de lengteas kunnen de knuppels niet bewegen en wordt de voorwaartse of achterwaartse kracht gemeten die de bestuurder op de *sidesticks* uitoefent. Door geen kracht uit te oefenen rijdt de auto op een constante snelheid en remt zelfstandig

wanneer nodig volgens ACC (Adaptive Cruise Control). Bij stilstand voor bijvoorbeeld een stoplicht zijn de remmen automatisch bekrachtigd tot de volgende acceleratie. Op het dashboard direct voor de bestuurder zitten drukknoppen voor de bediening van de automatische versnellingsbak.

Sturen gaat, evenals bij de Filo, volgens een geheel andere techniek en overbrenging als bij een traditionele auto. Als je aan een 'gewoon' stuur draait, wordt die beweging mechanisch met een overbrengingsverhouding van 1:20 op de wielen overgebracht waardoor zeer precieze stuurbewegingen mogelijk zijn. Zowel de *sidesticks* als de besturingsmodule van de Filo

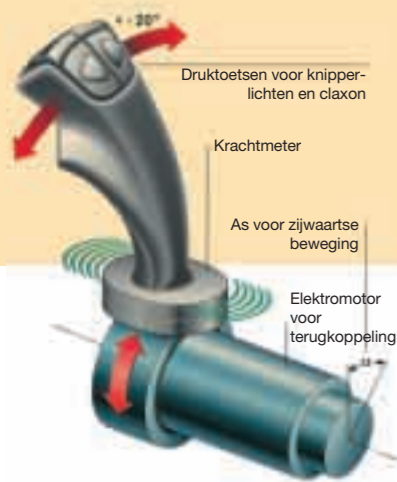
bewegen slechts onder een hoek van twintig graden naar links en rechts. Wanneer je deze beweging direct op de wielen overbrengt, wordt de auto onbestuurbaar bij hogere snelheden door de gevoeligheid van de *sidesticks*. De uitslag van de wielen wordt daardoor bepaald door de kracht en de versnelling die de bestuurder op de knuppels overbrengt en niet met de stand van de *sidesticks*.

In tegenstelling tot een joystick van een computer geeft de mechatronica in de *sidestick* de bestuurder een positieve feedback door hem het krachtenspel te laten voelen. Zo voelt de bestuurder bijvoorbeeld of hij met weinig wrijvingsweerstand op een glad oppervlak staat of

juist tegen een stoeprand aan zit te sturen. De complexe mechatronica in de *sidesticks* bestaat uit sensoren, een controlemodule en een elektrische motor die de terugkoppeling veroorzaakt.

Behalve de mogelijkheden van de *drive-by-wire*-techniek ziet DaimlerChrysler in de stuurknuppels ook voordelen voor de ergonomie van de bestuurder en het ontwerp van de bestuurders-

plaats. Door het vervallen van stuur, stuurkolom en pedalencluster heeft de bestuurder een grotere vrijheid, waardoor bijvoorbeeld mensen met korte benen niet langer bovenop het stuur hoeven te zitten. Verder kun je je armen tijdens het rijden laten rusten op de armsteunen in plaats van ze constant in de lucht te houden. Op de *sidesticks* zitten ook nog bedieningsknoppen voor de knipperlichten en de claxon.



De sidestick.

verwachten namelijk een bepaalde reactie op hun handelingen. Als de auto opeens rechtdoor gaat, terwijl jij het stuur naar links draait, doordat de wagen besluit de stuurbeweging tegen te gaan, is dat een heel andere gewaar-

wording', zegt Damen.

Op dat moment is het beter het traditionele autobebeld los te laten en te streven naar een geautomatiseerde auto zonder traditioneel stuur, pedalen, een versnellingspook, hendels en schakelaars. *Drive-by-wire* maakt tientallen, misschien wel honderden nieuwe besturingswijzen mogelijk. Denk daarbij alleen al aan besturingsmodules met een joystick of muis, stembesturing of een besturingssysteem

steun van het portier. Met deze stuurknuppels kan de bestuurder de auto laten accelereren, remmen en sturen (zie ook kader).

Ontwerpstudio Bertone, kogellagerfabrikant SKF en TNO Automotive ontwikkelden samen de Filo, een *drive-by-wire*-prototype op basis van een omgebouwde Opel Astra Zafira, die ze voor het eerst presenteerden op de AutoSalon van Genève eerder dit jaar. De auto heeft geen pedalen of traditioneel stuur, maar een losse besturingsmodule in de vorm van een soort rechthoekig stuur met twee handvatten en een aantal knoppen. Met deze module voert de bestuurder alle functies zoals sturen, gasgeven, remmen en schakelen elektronisch uit (zie ook kader). Een van de ontwerpers, SKF, is overigens betrokken bij het *fly-by-wire*-systeem van vliegtuigbouwer Airbus.

'De autowereld moet op een bepaald moment af van de traditionele bestuurderspositie'

dat de beweging van het oog volgt.

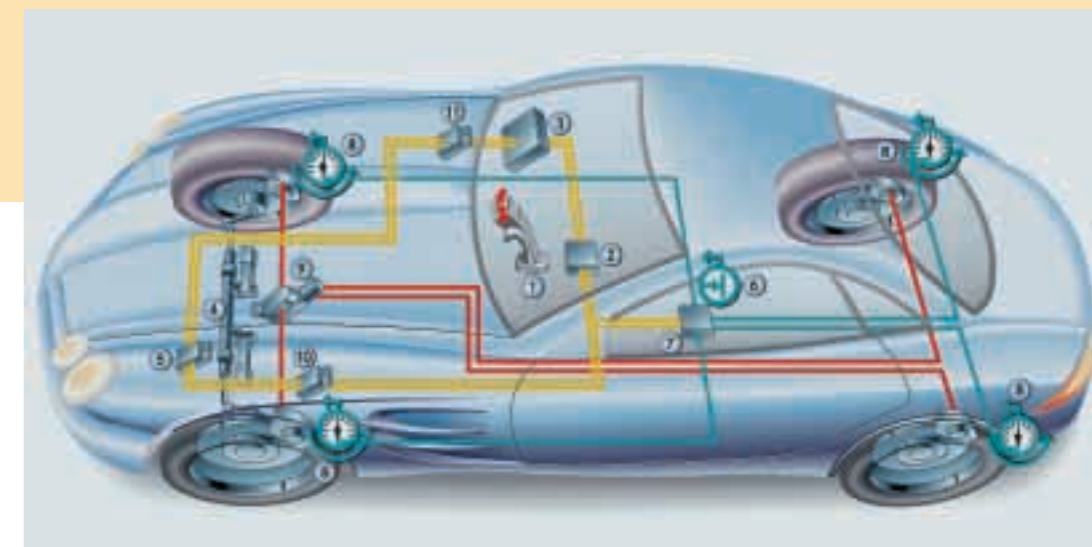
DaimlerChrysler zette al een eerste stap met het Mercedes-Benz SL roadster prototype uit 1999, waarin *sidesticks* – een soort stuurknuppels – het stuur en de pedalen vervangen. In deze SL zitten *sidesticks* in het middenconsole en op de arm-



PAARDRIJDEN

Auto's als de Filo vormen vanwege de doorvoering van *drive-by-wire* de basis voor complete automatisering van vervoer. 'Er zit een haast onmogelijke link tussen de huidige uitgangspositie en de eindsituatie van volledig geautomatiseerd vervoer', denkt Damen. 'Maar stel dat het lukt, want er wordt immers veel onderzoek naar gedaan, dan vraagt dat ook om grote investeringen in nieuwe infrastructuur en een volledig nieuwe benadering van de huidige verkeerswet- en regelgeving. Als je het verkeerssysteem optimaliseert vanuit het oogpunt van de wegbeheerder waarbij alle voertuigen en weggebruikers met elkaar en met de weg communiceren dan kun je auto's misschien wel veilig met snelheden van 120 km/h door de stad laten rijden,

De Filo, een *drive-by-wire*-prototype op basis van een omgebouwde Opel Astra Zafira. Links het stuur van een Filo, rechts het interieur.



- | | | |
|--|--|--|
| 1 Sidestick met kracht- en hoeksensoren voor sturen, remmen en accelereren | 5 Elektronische besturingsregelaar stuurinrichting | 9 Elektrohydraulische regelaar remsysteem |
| 2 Sidestick-besturingsregelaar | 6 Sensoren voor rijrichting en stilstand | 10 Besturingsregelaar voor sensortronic remsysteem |
| 3 Voertuigdynamiekregelaar | 7 Sensorelektronica | 11 Besturingsregelaar motorelektronica |
| 4 Besturingsactuator | 8 Toerentalsensor wiel | |

maar nu mag dat niet.'

In plaats van verhoging van de maximumsnelheid voerde de Verenigde Verkeers Veiligheids Organisatie 3VO van oktober 1999 tot oktober 2000 in Tilburg al wel de proef ISA (Intelligente Snelheid Adaptie) uit om de snelheid van auto's binnen een bepaald stadsdeel automatisch te begrenzen. 'De resultaten van deze proef waren erg positief, evenals de mening van de proefpersonen zelf wiens auto binnen het stadsdeel waren begrensd op een snelheid van 50 km/h. De Nederlandse overheid wil een vervolg op ISA in nauwere samenwerking met vergelijkbare buitenlandse projecten in onder meer Zweden en Engeland. Daarbij zal naast begrenzing van de snelheid ook het bumperkleven worden aangepakt', aldus woordvoerder Bert Woudenberg van 3VO.

'De meeste ongevallen komen ook door menselijke fouten, dus als je die wegneemt, wordt het verkeer en daarmee de hele maatschappij veiliger', zegt Kusters. 'Mensen kunnen niet uren achter elkaar geconcentreerd autorijden. Even twee seconden met je radio knoeien kan al het verschil zijn tussen leven en dood. De basisfuncties kunnen we met de huidige technologie al makkelijk door machines laten doen, zoals het er immers al dertig jaar in fabrieken aan toegaat. Waar de

mensen het geautomatiseerde systeem nu vooral nog in overtreft is het handelen in uitzonderingssituaties.'

Damen denkt zelfs dat we het huidige autorijden binnen afzienbare tijd haast niet meer zullen herkennen. 'Nieuwe technologie kan zich razendsnel verspreiden, want binnen vijf jaar heb je een hele nieuwe generatie auto's op de weg. Ik denk dat de huidige auto's de paarden zijn van over veertig jaar. Dan zal autorijden, net als paardrijden nu, een sport worden met speciale autopaden waar je kunt voelen hoe het nou was om in een goede oude echte auto te rijden. ●

'Mensen kunnen niet uren achter elkaar geconcentreerd autorijden'

INTERNETBRONNEN

- www.gavrila.net
Informatie over voetgangerprotectie door beeldverwerking van dr. Dariu Gavrilă van het DaimlerChrysler Research Center.
- www.daimlerchrysler.com
Autofabrikant DaimlerChrysler.
- www.automotive.tno.nl
TNO Automotive.
- www.skf.nl
Kogellagerfabrikant SKF, met informatie over de Filo van Bertone, SKF en TNO Automotive.
- www.bertone.it
Ontwerpstudio Bertone, met informatie over de Filo van Bertone, SKF en TNO Automotive.
- www.navlab.org
De Navlab Group onderzoekt onbemande voertuigen en *automated highway systems*.

- www.camcon.co.uk
Arthur D. Little - Cambridge Consultants Ltd. radarsystemen.
- www.3vo.nl
Verenigde Verkeers Veiligheids Organisatie.
- www.digitalcar.org
Digital Car Conference and Exhibition van 5 tot 7 maart 2002 in Detroit, Michigan, USA over onder andere elektronische veiligheidssystemen en draadloze communicatiesystemen voor voertuigen.
- www.lyon2002.itscongress.org
E-Safety Congress van 16 tot 18 september 2002 in Lyon, Frankrijk over IT-oplossingen voor veiligheid in vervoer.