

WEDSTRIJD OP NEDERLANDSE SNELWEG

# SAMENWERKENDE WAGENS

Eind deze maand gaat op de A270 tussen Helmond en Eindhoven de Grand Cooperative Driving Challenge van start. Auto's moeten laten zien dat ze door onderlinge communicatie in staat zijn om helemaal automatisch te ritsen en een T-splitsing te passeren. Op de testbaan van het Spaanse IDIADA kreeg *De Ingenieur* alvast een voorproefje. 'We hebben er veel van geleerd, maar helemaal lekker ging het nog niet.' tekst Marc Seijlhouwer MSc



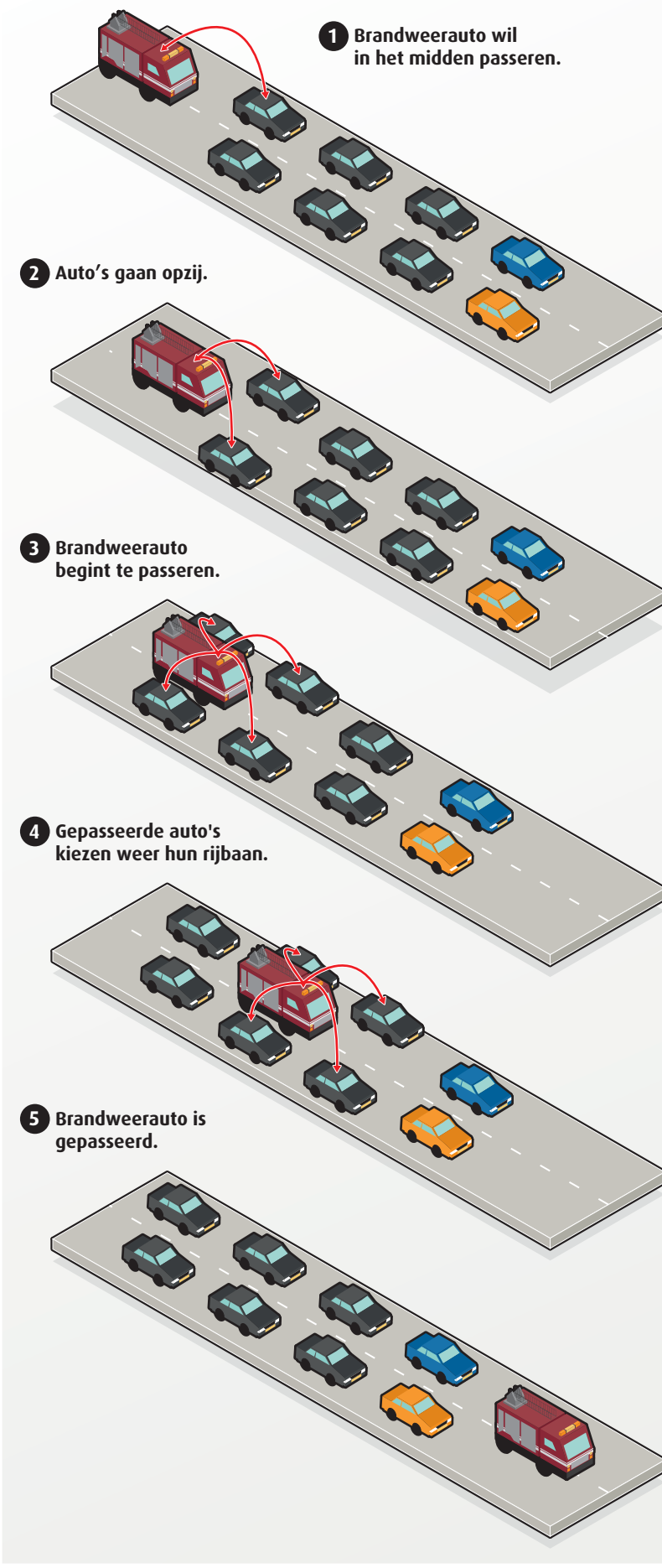
Het hek om de Spaanse testbaan IDIADA, gelegen op de droge steppe tussen Barcelona en Terragona, is meer dan symbolisch. Hier zijn de nieuwste modellen te vinden van Ferrari, Mercedes, Nissan, Volkswagen en vrijwel alle andere autofabrikanten om de tests te doen die nodig zijn voor toelating op de weg. De achttien verschillende banen kunnen werkelijk elk aspect van een auto op de proef stellen, met speciale rembanen, hellingtests en grote vlaktes asfalt voor de zogeheten elandproef. Het is ook deze testbaan waar het asfalt extra glad is gemaakt en autofabrikanten het profiel van de banden schrapen en zo hard mogelijk oppompen, kortom waar een deel van de verklaring is te vinden voor het grote verschil tussen de mooie testprestaties en de praktijkresultaten. En sinds kort hanteert IDIADA een nieuwe regel: er geldt een absoluut verbod voor journalisten om op het terrein te komen.

Eind maart vormde de testbaan het decor van een workshop voor de auto's van de toekomst of, misschien beter, prototypen daarvan. Negen teams hebben er hun coöperatieve auto's getest, die met elkaar communiceren en zo hun gedrag onderling op elkaar afstemmen. Met sensoren als radar, lidar en gps aan boord scannen ze hun omgeving, ze weten zelf wat ze doen als het gaat om snelheid, optrekken, remmen of afslaan, en al die informatie spelen ze aan elkaar door via een wifi-verbinding. De pratende auto, zo verwacht de automotivewereld, is de toekomst van het rijden.

### Meesterproef

Reden genoeg voor de Europese Unie om voor die pratende auto's een wedstrijd uit te schrijven. De Grand Cooperative Driving Challenge vindt eind deze maand plaats op de A270 tussen Helmond en Eindhoven. Het wordt de meesterproef voor negen teams. Al pratend moeten de voertuigen ingewikkelde manoeuvres uitvoeren: ritsen en een T-splitsing oversteken. Daarnaast is er bij wijze van demonstratie een oefening met uitwijken voor een brandweerauto of ambulance. Onderzoeksinstituut TNO organiseert de wedstrijd samen met de TU Eindhoven, testcircuit IDIADA en het Zweedse ICT-adviesbureau Viktoria. Zij stelden de criteria op en formuleerden een

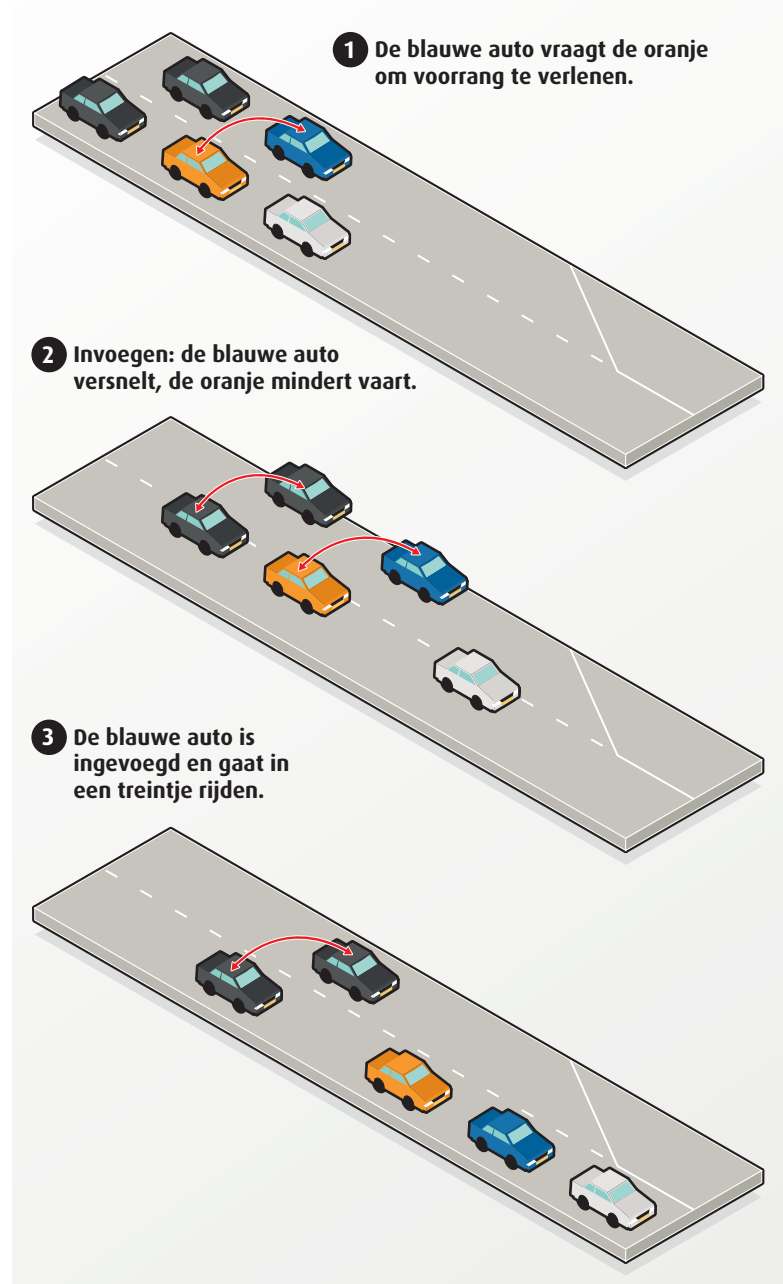
### Passeren brandweervagen



illustraties Ymke Pas bron TNO

bron TNO

### Ritsen



### T-splitsing passeren



### DRIE UITDAGINGEN

De teams krijgen bij de Grand Cooperative Driving Challenge drie uitdagingen voor hun kiezen, waarvan er twee meetellen voor de einduitslag. De eerste uitdaging is een ritsscenario. De pratende auto's rijden in twee rijen en de deelnemer moet al communicerend proberen in te voegen. Vervolgens moet de tweede auto invoegen, en zovoorts. Tijdens het ritsen werken sensoren, gps en communicatieapparatuur samen om het veilig te laten verlopen. De auto's in de invoegbaan laten wat ruimte vallen tussen de voorligger en geven dit door aan de auto in de linkerbaan. Deze dubbelcheckt de ruimte en controleert waar de auto's zijn en stuurt vervolgens de rechterbaan in. De tweede uitdaging is het navigeren op een kruispunt. De gebruikelijke verkeerslichten zijn funest voor de doorstroming. Communicatie tussen auto's onderling en tussen voertuigen en de infrastructuur kunnen verkeerslichten overbodig maken. De auto laat aan het kruispunt weten dat hij eraan komt. Daarop worden de wagens op de andere wegdelen gewaarschuwd. Ondertussen laat de aankomende auto ook zijn positie weten aan aankomende voertuigen. Deze auto's minderen dan snelheid en als alle seinen op veilig staan slaat de wagen op de T-splitsing linksaf. De derde, optionele uitdaging is meer een showcase van wat er coöperatief rijden mogelijk kan maken. De communicerende auto's rijden op een tweebaansweg als er een (coöperatief) reddingsvoertuig, een ambulance of brandweerauto, aankomt. Die laat aan de auto's weten dat hij erlangs wil en aan welke kant hij wil passeren, links, rechts of door het midden. De auto's weten door die specifieke informatie van de brandweerauto welke kant ze op moeten. Zo kunnen reddingsvoertuigen veel sneller passeren.



## DE TESTTEAMS IN SPANJE

Het team Annieway van het Duitse Karlsruher Institut für Technologie.



Het Nederlandse A-team, een combinatie van de Fontys Hogescholen en de TU Eindhoven.



Het team van de Zweedse Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) in Stockholm.



Het team van de Zweedse Chalmers tekniska högskola in Göteborg.



Foto's Gorilla Division

set basisregels. Zo moet de communicatie tussen wagens via een voor de automobielenindustrie ontwikkelde wifi-standaard gebeuren, zodat alle auto's dezelfde taal spreken. Verder staat het de teams vrij om de problemen aan te pakken zoals ze willen.

Dat levert, zo werd bij de workshop in Spanje direct duidelijk, een grote diversiteit aan voertuigen op. Trucks, een zelfgebouwde strandbuggy en een eigen autootje dat nog moet worden omgebouwd tot zelfrijdend technologiewonder – ze verschenen allemaal op het testcircuit. Veel teams bestaan uit enthousiaste studenten, maar er zijn ook promovendi, postdocs en zelfs een enkele universitair docent van de partij. De jonge teams zorgen voor een sfeer van uitgelaten ontdekking. Voor velen is dit de eerste keer dat ze hun software-ontwerp kunnen testen, omdat er nu pas communicerende auto's beschikbaar zijn. Maanden werk kan eindelijk in de praktijk worden getest. Dat niet alles vlekkeloos verloopt, hoort erbij; niemand laat zich uit het veld slaan.

Ook voor organisator TNO is het evenement in Spanje de kans om alles op orde te krijgen. Dat blijkt nodig, want op de tweede dag doet zich een probleem voor met de gps. Dr.ir. Jeroen Ploeg, vaste rijder van de Priussen van TNO en gps-expert, is op dag twee van de workshop gefrustreerd. 'Er gebeuren de raarste dingen. Mijn C- en V-toets doen het niet meer na installatie van de gps', verzucht hij. De gps waar Ploeg het over heeft, is niet zomaar het plaatsbepalingssysteem dat elke autobezitter, fietser of wandelaar gebruikt. 'De nauwkeurigheid daarvan is 10 tot 20 m en dus volstrekt onvoldoende om te bepalen op welke rijbaan de auto zich bevindt'. Met gps doelt Ploeg op het systeem dat de satellietgegevens en de positie-informatie van de instrumenten in de auto als radar en camera's met elkaar combineert. Dat leidt tot een positienuwkeurigheid van 2 cm, essentieel voor de auto om zijn locatie tijdens de wedstrijd goed door te kunnen geven. Het minste wat je mag verwachten van *benchmark vehicles*, zoals TNO zijn voertuigen noemt, is dat die het zo perfect doen dat ze kunnen dienen als voorbeeld voor de deelnemers. Uiteindelijk is Ploeg nog tot half negen 's avonds bezig op de testbaan. Als de zon achter de Pyreneeën is verdwenen, moet hij wel stoppen. 'Ik kijk vannacht in de hotelkamer nog wel even of ik iets kan doen', mompelt hij.

Dat dat kan, in een hotelkamer ver van de auto eraan sleutelen, komt doordat de coöperatieve wagen zo sterk op software leunt. Hoewel ze de meest uitgebreide testbaan van Europa tot hun beschikking

hebben, zitten de meeste teams vooral achter de computer. Ze proberen hun software bugvrij te maken, algoritmen nog net iets efficiënter te programmeren, en informatie te vergaren over de spaarzame testritjes. Het grootste gedeelte van de tests gebeurt even snel op de parkeerhaven voor de hangarachtige garage waar alle teams samen werken.

## Soldeerbout

Naast het soort auto verschilt ook de mate van voorbereiding sterk. Want TNO mag een paar problemen hebben met de plaatsbepaling, dat valt in het niet bij de worstelingen van het Letse team. Zodra de enige afgevaardigde uit de Baltische staat uit zijn auto stapt, pakt hij er een soldeerbout bij. Er is namelijk nog geen mechanisme geïnstalleerd om de auto zelf te laten rijden. Dus dat moet eerst, voordat hij zich druk kan maken over de software, de werking van de gps en de communicatie. Letland is de *dark horse* van de competitie, een team dat ogenschijnlijk geen kans maakt, maar alle sympathie krijgt. De mensen

## COMPUTER VORMT JURY

Een wedstrijd die draait om software en automatisch autorijden, vraagt om een goede jury. Het gaat er immers niet per se om hoe goed het rijden eruitziet, maar om wat de auto's elkaar vertellen en hoe efficiënt alles is geregeld. Omdat de auto's veel en snel met elkaar communiceren, is het voor mensen moeilijk bij te houden. Daarom wordt de jurering overgelaten aan een computer.

Hrishikesh 'Hrishi' Salunkhe MSc van de TU Eindhoven bouwde een algoritme dat alle informatie van de auto's opvangt en een cijfer tussen de 0 en 10 toekent aan voertuigen. Dat is niet eenvoudig, want ook de andere auto's in het peloton moeten punten krijgen. 'Als een wagen goed meewerkt, door bijvoorbeeld nuttige informatie uit te zenden, willen we dat belonen', legt Hrishi uit. Hij puzzelde er vijf maanden op en denkt er nu uit te zijn. Doordat een computer alle communicatie beoordeelt met van te voren vastgestelde regels, is het een écht objectieve jury. Daarnaast speelt bij de beoordeling het rijcomfort van inzittenden een rol, een minder objectief te bepalen maatstaf. Bovendien moet de jury er maar van uitgaan dat de auto's waarheidsgetrouwe informatie sturen. 'Daarom zullen er ook mensen naar de wedstrijd kijken', vertelt Hrishi. 'Die kunnen het gedrag dan vergelijken met de verzonden informatie, zodat we hopelijk zien wanneer er iets niet in de haak is.'

van TNO vragen regelmatig of hij hulp nodig heeft, of ze nog iets voor hem kunnen doen. Maar de Letse jongen werkt rustig door. En waarschijnlijk, op de derde dag van de workshop is de stuurkolom aangepast en is de auto – overigens de wagen die de Let ook voor zijn dagelijks vervoer gebruikt – zelfsturend.

Het contrast met het Duitse team van het Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Annieway, kan niet groter. Onder leiding van dr.ing. Tobias Strauss werken de Duitsers aan een Mercedes die van alle gemakken is voorzien. Hun techniek is al zo ver dat ze tijd hadden om de sensoren op subtiel wijze weg te werken. Op de achterbank staat een soort supercomputer, met de kracht van acht normale pc's. 'Die hebben we niet echt nodig', geeft Strauss toe, 'maar hij staat er standaard in'. De Mercedes is namelijk niet speciaal voor de Cooperative Driving Challenge gebouwd, maar doet al sinds 2013 dienst voor onderzoek naar autonoom rijden. Die ervaring is af te zien aan het zelfvertrouwen van het team, maar ook aan de auto, die is voorzien van maar liefst zeven camera's, lidar, radar en natuurlijk een nauwkeurige gps. 'Ze hebben het bijna deprimerend goed op orde, bij Annieway', denkt Ploeg hardop. En inderdaad, qua apparatuur kan niemand met hen concurreren.

Toch is het Duitse team nog lang niet zeker van de winst. 'Uiteindelijk draait het om de software', geeft Strauss toe. Die moesten ze door een paar veranderingen in de auto grotendeels zelf maken en is nog niet helemaal op orde. 'We zijn al wel ver. Belangrijkst is dat onze communicatiealgoritmen goed werken.' Dat komt weer door een ander voordeel: bij het KIT hebben ze meer dan één autonome, coöperatieve wagen. Waar de meeste teams naar Spanje komen voor de mogelijkheid om eindelijk eens te testen, is het voor de Duitsers niet meer dan een formaliteit.

Wel een belangrijke formaliteit overigens, want bij IDIADA worden de wagens eerst gekeurd op veiligheid. De standaardzaken die voor elke voertuig gelden, moeten ook voor de autonome auto's in orde zijn. Dus rijden chauffeurs van de testbaan woest over de baan, al slingerend,



De Grand Cooperative Driving Challenge van 2011.

noodremmend en optrekkend om de robuustheid van de wagens te testen. De teams die in het begin van de week bij de workshop kwamen, slagen allemaal zonder moeite voor de test. Voor het Letse team, maar ook voor het Zweedse team van de Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) Stockholm, dat net als de andere teams exclusief uit jongens bestaat, zal het er nog om spannen.

### Bedrijfsgeheim

Op de oudere wagen van de Letten, die ook vijf jaar terug al participeerde in een soortgelijke wedstrijd, zit al wat roest, en hij rijdt niet erg soepel, maar het is nog wel een auto. De KTH Stockholm komt echter met iets geheel anders aan: een *experimental vehicle*, zoals ze het zelf noemen, die veel weg heeft van een *beach buggy*. Vier wielen en een frame van metalen buizen met een chassis van koolstofvezel, meer is het eigenlijk niet. Daardoor voldoet het voertuig met geen mogelijkheid aan de eisen voor wegverkeer. 'Wij weten ook wel dat we waarschijnlijk allerlei dingen moeten verbouwen om door de test te komen,' zegt Stefanos Kokogias van het KHT-team. 'Maar we zijn hier en dat is al fantastisch.' Bovendien heeft een zelfgebouwde auto een groot voordeel. 'Wij weten alles over de wagen. Dus ook wat er binnenin gebeurt, hoe het autonoom rijden precies werkt. Elk detail is bij ons bekend, waardoor we beter begrijpen wat de oorzaak is als er iets misgaat.'

Dat is inderdaad een belangrijk voordeel. Andere teams, die met grote autobouwers als Volvo of Toyota werken, hebben maar beperkte toegang tot het systeem. Een Prius is bijvoorbeeld tot op zekere hoogte te 'hacken', maar de kern van het zelfrijdende vermogen blijft bedrijfsgeheim. Daardoor kunnen zich problemen voordoen die geen duidelijke oorzaak hebben. Dat is frustrerend, zeker als er geen oplossing voorhanden is. Er moet dus omheen worden gewerkt. De KHT Stockholm omzeilt al die hindernissen, in ruil voor andere problemen. Wat als de auto niet door de test komt? 'We hebben ook nog een truck ingeschreven, maar we hopen dat ons experimentele autootje het redt.'

Hoewel alle teams vrolijk verder knutselen aan hun wagens, lijken de echte uitdagingen ten tijde van de workshop nog verre toekomst. 'No way dat we deze week nog aan het testen van invoegen of kruispunt oversteken toekomen. Daarvoor moet

er nog veel te veel basiswerk gebeuren,' vat Ploeg van TNO het samen. Na drie dagen van twaalf uur ploeteren lukt het een paar teams om de baan op te gaan en een zekere vorm van coöperatie te bewerkstelligen. Maar om het een succes te noemen? 'We hebben er veel van geleerd,' vertelt ing. Almie van Asten, projectcoördinator van de Grand Cooperative Driving Challenge, om er met enige zorg aan toe te voegen: 'Maar helemaal lekker ging het niet. De gps-informatie haperde zo nu en dan, onder meer door een te lange antennekabel van het Spaanse team.'

Toch lijkt niemand zich zorgen te maken. Vijf jaar terug, toen er voor het eerst een Cooperative Challenge werd georganiseerd, was er geen eens een workshop en moest alles worden getest in de week voor de wedstrijd. Die was destijds een stuk minder veeleisend. Toen ging het om zaken als in een treintje kunnen rijden (*platooning*), invoegen, het

Foto: GDC



## BEELD VAN BOVENAF

De Grand Cooperative Driving Challenge vindt op 28 en 29 mei plaats op de A270 tussen Helmond en Eindhoven. Die weg wordt voor de wedstrijd twee dagen afgesloten. Het publiek is vooral de 28<sup>e</sup> welkom, als de wedstrijd samenvalt met de *Dutch Technology Week*. Bij de Automotive Campus Helmond komt een tribune, waar het publiek de auto's op een scherm kan volgen. Drones zorgen voor een *live feed* van bovenaf. Het publiek krijgt op die manier een beter beeld van de Challenge dan vijf jaar geleden, toen men vanaf een viaduct alleen een stel auto's zag langsflitsen. Nu is er dankzij de drones een permanent beeld, zo lang als een bepaalde uitdaging duurt. 'Natuurlijk, als het goed werkt zie je in feite niets anders dan normaal rijdende auto's', geeft ing. Almie van Asten, projectcoördinator van de Grand Cooperative Driving Challenge, toe. 'We gaan dus ook op een of andere manier de acties toelichten en duidelijk maken wat er in de auto's gebeurt.'

melden van een incident en het lezen van een verkeerslicht. Nu gaat het om meer complexe manoeuvres: ritsen, een T-kruising passeren en een brandweer- of ziekenauto ruim baan geven.

Aankankelijk zou ons land goed vertegenwoordigd zijn bij de wedstrijd. Zowel de TU Delft als de TU Eindhoven had een team. Maar toen de week in Spanje eenmaal aanbrak, bleek Delft toch te moeten afhaken. Van Asten: 'Ze waren niet ver genoeg. Net als een Spaans team uit Barcelona trouwens, dat op het laatste moment heeft afgezegd.' Het illustreert wellicht dat het helemaal niet makkelijk is, zo'n Cooperative Driving Challenge.

## 'We hebben ook nog een truck ingeschreven, maar we hopen dat ons experimentele autootje het redt'

De Eindhovenaren van het A-team, een combinatie van de TU Eindhoven en de Fontys Hogescholen, zijn met zijn vieren wel aanwezig. Ze gebruiken, net als TNO, een aangepaste Prius. De ingebouwde radar is handig; een toegevoegde gps zorgt voor voldoende locatie-informatie. In de achterbak ligt de computer die al het werk doet. De afgelopen maanden heeft het team hard gewerkt aan de programmatuur.

Eindhoven koos, net als een paar andere teams, voor een modulaire aanpak. Ir. Victor Dolk, die de Eindhovense deelname coördineert, laat zien hoe het geheel in elkaar zit. Een grote flowchart loopt stap voor stap mogelijke situaties op de weg af en checkt ze met de sensoren. Bij de ritsoefening is de eerste stap bijvoorbeeld: is er een open ruimte op de andere rijstrook? Daarvoor vraagt hij ook informatie aan de andere auto's, die allemaal hun locatie en snelheid uitzenden naar nabijgelegen voertuigen. Als er plek is of als de auto's aangeven dat ze plek gaan maken, dan stroomt het schema door naar de volgende stap.

Elk onderdeel van de uitdaging hoort zo netjes in elkaar te schuiven. Als het Eindhovense team dat voor het eerst probeert bij de Spaanse testbaan, werkt het wonderwel. Aan het eind van de derde dag rijdt het voertuig zelfs mee in een testpeloton, waarin vijf auto's in een treintje over de hogesnelheidsbaan rijden. Dolk is die avond dan ook zeer tevreden.

den. 'We komen wel problemen tegen, maar ze zijn allemaal op te lossen. Dat stemt me gerust voor de wedstrijd in mei.' Of dat ook betekent dat ze gaan winnen? Ze zijn in ieder geval zelfverzekender dan een paar weken ervoor, want nu ze de concurrentie zien, beseft Dolk dat 'zijn' team het helemaal niet slecht voor elkaar heeft.

Dr.ir. Ola Benderius van het team van de Zweedse Chalmers tekniska högskola blaakt van het zelfvertrouwen. Chalmers verloor bij de vorige Cooperative Driving Challenge op een haar van de Duitsers en gaat dit jaar duidelijk voor de winst. Het Chalmers-team mikt met zijn softwareontwerp op een toekomst waarin niet alle auto's coöperatief kunnen zijn. De Zweedse truck, waarin nog de typische geur van nieuwe auto's hangt, is zo gemaakt dat hij ook zonder informatie van anderen veilig kan invoegen, dankzij uitstekende camera's en sonarsensoren bij de deurpost. Benderius geeft toe dat dat een beetje tegen de geest van de wedstrijd ingaat. 'Maar we gebruiken de informatie die andere auto's geven natuurlijk ook, we kijken het gegeven paard niet in de bek.' Ook sturen ze, conform de protocollen, hun eigen gegevens uit. Maar nodig is het niet, wat aangeeft hoe geavanceerd de sensoren in de Volvo zijn.

Daarmee lijkt de wedstrijd dus af te stevenen op een nek-aan-nekrace tussen de Duitsers en de Zweden. Niet verrassend wanneer je weet dat beiden worden gesponsord door een grote autofabrikant. Meer geld en middelen leiden vanzelfsprekend tot een auto die meer kan. Maar de strijd is niet per se gestreden. Als de hoeveelheid werk die in de software wordt gestoken tijdens de workshop een indicatie geeft, draait het uiteindelijk om de programmatuur. En daarbij gaat het niet om de hoeveelheid sensoren of een gps van tienduizenden euro's, maar dan draait het om de creativiteit en vindingrijkheid van de teamleden. En qua gedrevenheid en ideeën maakt iedereen een kans om te winnen. |