

Ontwikkelingen op het gebied van Intelligente Transportsystemen

Ir. Oei Hway-Liem & ir. R.G. Eenink

R-2001-17

Ontwikkelingen op het gebied van Intelligente Transportsystemen

Een inventarisatie van Intelligente Transportsystemen, relevant beleid
en toekomstverwachtingen

R-2001-17
Ir. Oei Hway-liem & ir. R.G. Eenink
Leidschendam, 2001
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2001-17
Titel:	Ontwikkelingen op het gebied van Intelligente Transportsystemen
Ondertitel:	Een inventarisatie van Intelligente Transportsystemen, relevant beleid en toekomstverwachtingen
Auteur(s):	Ir. Oei Hway-Liem & ir. R.G. Eenink
Onderzoeksthema:	Telematica en veiligheid in het wegverkeer
Themaleider:	Ir. R.G. Eenink
Projectnummer SWOV:	36.310
Trefwoord(en):	Intelligent transport system, telematics, development, policy, safety.
Projectinhoud:	Intelligente Transport Systemen (ITS) zijn in opkomst in het wegverkeer. In deze inventarisatie komen de transportsystemen aan bod, ITS-beleid in de VS, Europa en Japan, en toekomstverwachtingen van de systemen.
Aantal pagina's:	36 +2 blz.
Prijs:	f 20,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2001

Samenvatting

In dit rapport wordt een globale inventarisatie gegeven van Intelligente Transport Systemen (ITS). Het heeft mede tot doel richting te geven aan het TRAIL-SWOV onderzoeksprogramma 'Telematica en veiligheid in het wegverkeer'. De inventarisatie is gebaseerd op een literatuurstudie en twee congressen. De verzamelde informatie is gerangschikt naar beleid, de transport systemen zelf en toekomstverwachtingen.

In de Verenigde Staten, Japan en Europa werken overheid en bedrijfsleven aan de ontwikkeling van ITS. Europa en de VS richten zich daarbij de laatste jaren voornamelijk op voertuigsystemen, in Japan wordt ook de infrastructuur nadrukkelijk meegenomen. In de VS en Europa initieert en stimuleert de overheid onderzoek door industrie en onderzoeksinstituten, stimuleert ze op diverse manieren implementatie en richt ze zich op wet- en regelgeving. In de VS is dit stimulerende en initierende beleid sterker vormgegeven dan in Europa. In Japan stuurt de overheid nadrukkelijk de ontwikkelingen en is men ook verder in de daadwerkelijke implementatie.

In deze inventarisatie komen verschillende soorten Intelligente Transport Systemen aan de orde, en wordt gekeken naar de ontwikkelingen die in de toekomst verwacht kunnen worden. Navigatiesystemen zullen een sterke marktontwikkeling doormaken de aankomende jaren. Daarbij zal veel aandacht worden gegeven aan het gebruikersinterface (Human Machine Interaction). Ontwikkelingen betreffen het uitbreiden van de gegevens op de wegenkaart, onder andere om koppeling met andere ITS mogelijk te maken. Longitudinale systemen regelen de snelheid om afstand te houden of binnen de limiet te blijven. Een longitudinaal systeem als Advanced Cruise Control is reeds op de markt, maar het veiligheidseffect hiervan is nog ongewis. Intelligente Snelheids Aanpassing wordt in de praktijk getest en heeft een hoog veiligheidspotentieel. Laterale systemen assisteren bij het binnen de rijbaan blijven of inhalen dan wel invoegen. Onderzoek richt zich nu nog voornamelijk op rijbaanherkenning. Een trend is de systemen te combineren. Aan ontwikkelingen in infrastructurele ITS wordt met name in Japan gewerkt. Deze ITS richten zich vooral op kruispuntongevallen. Overige systemen zijn onder andere gericht op de alertheid van de bestuurder.

In Turijn (ITS Congres, 6 november 2000) en Ohio (demonstratie, 26 tot 28 juli 1999) zijn diverse systemen in ontwikkeling getoond. In de presentaties is ook het bovenstaande beleid terug te vinden. Ontwikkelingen lijken sterk op de techniek gericht te zijn.

De toekomstverwachtingen van experts en overheden over ITS zijn divers. Hoewel verwachtingen over de korte termijn ten aanzien van implementatie redelijk hetzelfde zijn, verschillen de verwachtingen op langere termijn nogal. Ook ten aanzien van de veiligheidseffecten lopen de verwachtingen tamelijk uiteen.

Er bestaat weinig duidelijkheid over de effecten van ITS op de verkeersveiligheid. Het is nog niet duidelijk of de beoogde effecten werkelijk plaats zullen vinden (in de mate dat dat verwacht wordt), en er is nog

weinig bekend over eventuele neveneffecten van ITS. Er lijkt meer aandacht uit te gaan naar de implementatie dan naar de (veiligheids)effecten van ITS. Het TRAIL-SWOV project 'Inventarisatie van Telematicatoepassingen', waarvan dit rapport een onderdeel is, zal zich richten op de veiligheidseffecten van binnenkort te verwachten ITS zoals ACC, navigatie/autoPC en laterale controle.

Summary

Developments regarding Intelligent Transport Systems; An inventory of Intelligent Transport systems, relevant policies and future expectations

This report contains a broad inventory of Intelligent Transport Systems (ITS). Its purpose is partly to direct the TRAIL-SWOV research programme "Telematics and safety in road traffic". The inventory is based on a literature study and two congresses. The information thus gathered has been arranged by policy, the transport system itself, and future expectations in this report.

In the United States, Japan, and Europe, the governments and industry are working on ITS development. During the last years, Europe and the USA have been concentrating mainly on the vehicle systems; Japan also focuses on infrastructure. In the USA and Europe, the governments initiate and stimulate research by industry and research organisations. They stimulate implementation in different ways, and concentrate on traffic laws and regulations. This stimulating and initiating policy has advanced further in the USA than in Europe. In Japan, the government consciously steers the development and has gone further in the actual implementation.

This inventory deals with various sorts of Intelligent Transport Systems, and examines the developments that can be expected in the future. Navigation systems will be widely available in the near future. These will give a lot of attention to the user interface (Human Machine Interaction). These developments concern the increase of data on road maps, to, among other things, make their linkage to other ITS applications possible. Longitudinal systems regulate vehicle speed in order to keep distance or drive slower than the speed limit. Such a system, Advanced Cruise Control, can already be bought, but its safety effects are as yet unknown. Intelligent Speed Adaptation is being tested in practice, and has a high safety potential. Lateral systems assist staying in lane, overtaking, and joining other traffic. At the moment, research is concentrating mainly on lane recognition. There is a trend to combine the various systems. As far as infrastructural ITS is concerned, this is mainly being done in Japan. This research is mainly concentrating on crossroad accidents. Other systems are aimed at, among others, driver alertness.

In Turin (ITS Congress, 6th November, 2000) and Ohio (demonstrations 26-28 July 1999), various systems in development were shown. The presentations also illustrated the above-mentioned policy. Developments seem to strongly concentrate on technical aspects.

The future expectations for ITS of experts and governments are diverse. Although short term expectations of implementation are more or less the same, there are a number of differences regarding the longer term. There are also considerable differences concerning expectations of the safety effects.

There is not much clarity about the road safety effects of ITS. It is not yet clear whether the desired effects will really occur to the extent that they are

expected. There is also little known about their possible side effects. It would appear that more attention is being paid to their implementation than to their (safety) effects. The TRAIL-SWOV project "Inventory of Telematics applications", of which this report is a part, will concentrate on the expected short term safety effects of ACC, navigation/in-car-PC, and lateral control.

Inhoud

Lijst van afkortingen	8
1. Inleiding	9
2. Beleid	11
2.1. Verenigde Staten	11
2.2. Japan	13
2.3. Europa	14
2.4. Nederland	15
3. ITS-systemen	17
3.1. Navigatie en auto-PC	17
3.2. Longitudinale controle	18
3.3. Laterale controle	20
3.4. Gecombineerde systemen	21
3.5. ITS gericht op infrastructuur	22
3.6. Overige systemen	23
4. Verwachtingen ten aanzien van de implementatie	25
4.1. Onderzoek naar toekomstverwachtingen	25
4.1.1. Verwachtingen van experts	25
4.1.2. Onderzoek naar verwachtingen van consumenten	26
4.2. Verwachtingen in een beleidsplan	27
4.3. Verwachtingen van een fabrikant	27
5. Discussie en aanbevelingen	29
Literatuur	31
Bijlage Evenementen ITS Turijn en DEMO OHIO '99	37

Lijst van afkortingen

ACC	Advanced Cruise Control
ADAS	Advanced Driver Assistance Systemen
AHS	Automatic Highway System
AVG	Automatische Voertuig Geleiding
CAV	Collision Avoidance systems
DoT	Department of Transport, Verenigde Staten
FCW	Forward Collision Warning systems
GPS	Global Positioning System
HMI	Human Machine Interaction
ISA	Intelligente Snelheidsadaptatie/ Intelligent Speed Adaptation
ITS	Intelligente Transport Systemen
IVI	Intelligent Vehicle Initiative

1. Inleiding

In het SWOV-TRAIL-onderzoeksprogramma 'Telematica en veiligheid in het wegverkeer' (SWOV 1999, Wiethoff 1999) is het project 'Inventarisatie van Telematicatoepassingen' opgenomen. Het doel van dit project is een inventarisatie te geven van de voortgang van de ontwikkelingen van ondersteunende en informerende telematica-toepassingen in het perspectief van de bevordering van de verkeersveiligheid. Dit is van belang omdat deze ontwikkelingen snel gaan, met name technologisch, en een behoorlijke impact op de verkeersveiligheid kunnen hebben, zowel in positieve als negatieve zin. Het huidige rapport heeft tot doel een eerste globale inventarisatie te geven en zal gevolgd worden door meer specifieke inventarisaties ten aanzien van onder andere beleid, bepaalde systemen en juridische aspecten. Deze eerste inventarisatie zal mede richting geven aan het bepalen van keuzes voor de specifiekere inventarisaties, alsmede aan keuzes voor verdere invulling van het onderzoeksprogramma. Een rapport over Intelligente Snelheids Adaptatie is reeds beschikbaar (ISA, Oei 2000), en een eerste 'deliverable' van het EU-project ADVISORS (SWOV, 2000) met daarin o.a. een gestructureerd overzicht van ITS-systemen. Ook voor hen die niet rechtsreeks bij het SWOV-TRAIL samenwerkingsverband zijn betrokken, kan dit rapport van belang zijn. Het geeft (voor hen) een overzicht en korte beschrijving van de -naar onze mening- meest relevante informatie ten aanzien van ITS en verkeersveiligheid.

De informatie komt uit literatuurstudie, van internet en twee congressen (Demo OHIO 1999, ITS Turijn 2000). Daarbij heeft de actualiteit van de informatie voorop gestaan. Beoordelingen over de relevantie van ontwikkelingen voor verkeersveiligheid, zijn arbitrair, omdat over de impact op de verkeersveiligheid vaak weinig harde gegevens voorhanden zijn. Het is achter aannemelijk dat vele ITS-ontwikkelingen die niet primair gericht zijn op het voorkomen van ongevallen wel degelijk een effect op de veiligheid zullen hebben. Voorbeelden daarvan zijn de auto-PC en navigatiesystemen. Zij kunnen beiden informeren over gevaarlijke situaties, maar ze kunnen ook afleiden van de rijtaak.

Hoofdstuk 2 bevat het beleid van de V.S., Japan, Europa en Nederland ten aanzien van ITS. In hoofdstuk 3 worden de belangrijkste systemen en combinaties daarvan geschetst. Teneinde up-to-date te zijn hebben het ITS-congres in Turijn (november 2000) en de Demo in Ohio (juli 1999) daarbij als belangrijkste bronnen gediend. In de bijlage zijn meer algemene gegevens (trends) over ITS Turijn en een bespreking van de Demo Ohio 1999 terug te vinden. Hoofdstuk 4 bevat de verwachtingen die gevonden zijn ten aanzien van het tijdpad van de implementatie van (soorten) systemen. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 een korte beschouwing gegeven en een suggestie voor aanvullend onderzoek in het project 'Inventarisatie van Telematicatoepassingen'.

2. **Beleid**

Dit hoofdstuk bevat een samenvatting van het ITS-beleid in de V.S., Japan en Europa, omdat deze regio's c.q. landen veel aan de ontwikkeling van ITS-beleid doen. Tot slot is het Nederlandse beleid gegeven. Overigens hebben ook Korea (Shangoon Bae, 2000), Australië (Michael. A. Regan, 2000) en diverse landen binnen Europa interessant beleid geformuleerd. Mogelijk wordt hier in latere studies nader op ingegaan.

2.1. **Verenigde Staten**

Eind 1997 stopte het U.S. Department of Transport (DoT) haar steun aan het Automatic Highway System project (AHS; Nutall, 1998). Daarmee werd een ommezwaai gemaakt van lange termijnbeleid gericht op de infrastructuur, naar implementatie en voertuiggericht beleid: het Intelligent Vehicle Initiative (IVI; ITS/JPO 1997 & 2000). De ommezwaai wordt gedeeld door de TRB (Transportation Research Board, 1997), waarbij deze aanbeveelt langere termijnonderzoek te (blijven) doen. In Californië wordt het AHS project doorgezet -afgestemd op het IVI- door o.a. Caltrans, het DoT van die staat. Het gaat dan om het PATH project (California PATH, 1998) en het Phoenix project waarbij naar verkeersmanagement, reisinformatie, et cetera wordt gekeken, maar ook naar een volledige AHS op daarvoor vrijgemaakte stroken.

Het ITS-beleid van de nationale overheid is recent geformuleerd in 'Saving lives, time and money using intelligent transportation systems'(ITSA, 2000). Dit beleidsstuk is gemaakt door ITSA in opdracht van US DoT en in ruime samenspraak met publieke en private partijen tot stand gekomen. Het eerste deel is gericht op de publieke sector. Beleidsmakers en politici worden geacht leiding te geven aan de ontwikkelingen en marktintroductie van ITS, daarbij samenwerkend met marktpartijen in publiek-private samenwerking (PPS). Met voorbeelden worden aan lokale beleidsmakers de voordelen geschetst van ITS voor veiligheid (b.v. snelle respons ambulance), congestiebestrijding, milieu, openbaar vervoersservice, economische ontwikkeling en beprijzing. Verder worden summier tips gegeven voor ITS-implementatie met betrekking tot onder andere PPS, privacy aangelegenheden en dataverzameling. Er zijn 31 'user services' geïdentificeerd waarvoor een nationale architectuur (ontwerp) en standaard zijn ontwikkeld. Ongeveer de helft daarvan is relevant voor verkeersveiligheid:

- navigatie (diverse)
- incident & emergency management (diverse)
- on-board safety monitoring (commercial vehicles)
- longitudinal collision avoidance
- lateral collision avoidance
- intersection collision avoidance
- vision enhancement for crash avoidance
- safety readiness
- pre-crash restraint development
- automated vehicle operation

Het tweede deel van het beleidsstuk richt zich (markt)partijen en is gesteund door de Federal Highway Administration (FHWA). Hierin wordt geschetst hoe lokale bestuurders, industrie, adviesbureau's, transporteurs et cetera gezamenlijk tot realisatie van projecten kunnen komen. Voor veertien gebieden als bewustwording, PPS en fondsenwerving, wordt aangegeven wat de rol van elk type partij -waaronder ITSA zelf- zou kunnen zijn en welke acties ondernomen kunnen worden. Een opvallende opmerking is dat ten aanzien van verkeersveiligheid de aandacht verschuift van passieve naar actieve veiligheid. Het voorkómen van ongevallen wordt dus belangrijker dan het beperken of voorkomen van de gevolgen van een ongeval.

Door ITS Joint Programme Office van US DoT is in 1997 een business plan voor het Intelligent Vehicle Initiative opgesteld dat recent is herzien (US DoT, 1997 & 2000). Het doel van dit programma is gericht op veiligheid: het aantal doden en gewonden in het verkeer moet gereduceerd worden. De rol van US DoT is om gewenste ontwikkelingen te identificeren en te stimuleren, om systemen te beoordelen en om standaarden daarvoor te zetten, en om, indien nodig, de marktintroductie te stimuleren. De systemen zelf worden door de industrie ontwikkeld. Human Factors is een belangrijk element in het programma. Onder deze 'menselijke factor' vallen vermoeidheid, de wijze waarop op prikkels gereageerd wordt, alertheid, interactie tussen mens en machine, enzovoort. Er wordt een onderzoeksvolgorde geschetst voor systemen. Daarbij wordt respectievelijk naar ongevalsdata-analyse, eerste simulatoronderzoek, effectschatting, aanvullende simulatortests (informatie en HMI), eerste praktijkproeven, aanpassingen en operationele tests gekeken. Men verwacht jaarlijks 1,18 miljoen van de 3,14 miljoen ongevallen te kunnen voorkomen met behulp van ITS. Van de 1,66 mj achteraanrijdingen zouden er 0,79 mj voorkomen kunnen worden, van de 0,24 mj ongevallen door rijbaanwisseling/inhalen 0,09 m, en 0,3 mj van de 1,24 enkelzijdige ongevallen.

In het business plan komt men tot 7 kansrijke ITS-velden, waarvoor een ontwikkelings- en implementatietraject (zogenoeten 'road maps') is uitgezet met probleemdefinitie, systeembeschrijving, operationele tests, implementatie en ondersteuning daarvan. Het betreft:

- Rear-end collision avoidance (RCA)

Dit is gesplitst naar personenwagens en trucks en bussen. Het RCA systeem voor personenwagens bevindt zich in de testfase; implementatie begint vanaf 2006. Voor trucks en bussen bevindt men zich nog in de fase van systeembeschrijving en wordt implementatie ook vanaf 2006 voorzien. De systemen waar men aan denkt wijken weinig af van wat in het huidige rapport in paragraaf 3.2 is beschreven. De belangrijkste activiteit komt van General Motors, dat hiervoor een 5-jarig research programma met US DoT is overeengekomen.

- Lane change and merge collision avoidance

Het gaat hier om systemen die de bestuurders assisteren bij het invoegen of inhalen. Ook hier is een splitsing aangebracht tussen systemen voor personenwagens en trucks/bussen. De implementatietrajecten zijn vrijwel hetzelfde als bij rear-end collision avoidance.

- Road departure collision avoidance

Dit zijn systemen die helpen bij het koers houden. Ze staan ook in paragraaf 3.3 beschreven. Er wordt onderscheid gemaakt naar personenwagens en speciale (winter)voertuigen. Voor personenwagens is

het gewenste systeem beschreven en vangt de testfase aan. Implementatie start naar verwachting vanaf 2008.

- Intersection collision avoidance

Het gaat hier om informerende systemen ter voorkoming van botsingen op kruisingen, waarbij communicatie tussen voertuig en infrastructuur aan de orde is. Omdat het op een kruising op interactie tussen weggebruikers aankomt is het bedenken van een telematica-toepassing extra complex: hoe bepaal je de intentie van de bestuurders? Bij de huidige systemen wordt met radar gekeken naar plaats en snelheid van de voertuigen en berekend of men op botskoers ligt. Vervolgens wordt in het voertuig of langs de weg een waarschuwing gegeven. Voor personenwagens is de afronding van de systeemfase eind 2004 voorzien, waarna tot en met 2012 getest wordt. Implementatie ligt dus nog ver weg.

- Vision enhancement

Met deze systemen wordt beoogd (in personenwagens) beter zicht te verschaffen bijvoorbeeld bij slecht weer en 's nachts. De techniek is doorgaans overeenkomstig de IR-nachtzichtsysteem die ook in het leger gebruikt worden. Deze systemen beginnen nu op de markt te komen en de rol van US DoT is om testprocedures en evaluatiecriteria voor de systemen te ontwikkelen.

- Vehicle stability

Dit systeem is gericht op trucks en bussen die bijvoorbeeld door verkeerde belading instabiel worden. Twee systemen zijn ontwikkeld die nu in de testfase zitten: een informeren systeem dat aangeeft wat de 'rollover' drempel is (het moment waarop de truck gaat kantelen), en een geregeld remsysteem. Implementatie is vanaf 2005 voorzien.

- Driver condition warning

Voorkomen van slaperigheid, versuftheid en dergelijke bij bestuurders, en her informeren van hun toestand kan ook met behulp van ITS gebeuren. Ontwikkelingen op dit gebied worden allereerst, gericht op truck- en busbestuurders. Het gaat om monitoring van de bestuurder door metingen van oogknippering en black box, waarbij directe terugkoppeling plaatsvindt. Operationele tests beginnen vanaf 2001 en implementatie start, naar verwachting, vanaf 2008.

Tot slot is er in het business plan aandacht voor systemen die niet op de veiligheid gericht zijn maar daar wel impact op kunnen hebben. Meestal gaat het dan meer om bedreigingen dan om kansen, zoals bij mobiele telefonie of de auto-PC het geval is.

2.2. Japan

Het ITS-beleid ten aanzien van verkeersveiligheid wordt in Japan in onderlinge afstemming vanuit 2 ministeries vormgegeven. Het 'Ministry of Construction' is in 1989 begonnen met research en development (R&D) op dit terrein. Via Publiek Private Samenwerking zijn vrij snel tests en demonstraties georganiseerd ten aanzien van Automated Highway Systems (AHS). In 1996 is de Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association (AHSRA) opgericht waarin naast het ministerie praktisch alle relevante (grote) Japanse industriële partijen zitting hebben (automotive industrie, telecom, electronica).

Het 'Ministry of Transport' stimuleert het Advanced Safety Vehicle en op dit moment werken beide ministeries samen aan het Smart Cruise System. De voorgestelde maatregelen zijn altijd gefaseerd, waarbij eerst informerende

systemen in werking treden, dan waarschuwendende en tot slot ingrijpende. In het Smart Cruise Systeem worden 7 elementen behandeld:

- vermijden van obstakels (longitudinaal)
- vermijden van overstuur (uit de bocht raken)
- rijbaan houden (lateraal)
- kruispuntongevallen
- rechtsaf slaan (in Japan rijdt men links)
- overstekende voetgangers
- wegconditie (weer, onderhoud)

Het beleid is naast onderzoek sterk op implementatie gericht. Er zijn vele regionale demonstratieprojecten en eind 2000 was een grote landelijke publieksdemonstratie "Smart Cruise 21 - Demo 2000" voorzien. Het verkeersinformatiesysteem dat is ontwikkeld (VICS) kende medio 2000 reeds 1,8 miljoen gebruikers en 5,5 miljoen auto's zijn met een navigatiesysteem uitgerust. De ontwikkelingen zijn sterk technisch gericht, menselijke factoren lijken minder een rol te spelen dan in de VS of Europa. Op het ITS congres in Turijn zijn overigens wel enkele voorbeelden van 'human factors' bij het functioneren van telematica systemen gepresenteerd (Yokochi, 2000 en Wakasugi, 2000).

Men heeft hoge verwachtingen van het veiligheidseffect van ITS: 80% van de fatale ongevallen moet voorkomen kunnen worden, waarbij men het meeste rendement verwacht van informerende en waarschuwendende systemen.

2.3. Europa

In het voortgangs- en prioriteringsrapport van de Europese Commissie (COM, 2000) wordt een zestal acties met hoogste prioriteit gegeven, vijf maatregelen waarvoor meer onderzoek naar kosten-effectiviteit wenselijk is en drie maatregelen met een hoge prioriteit. Telematica of ITS komt alleen in de laatste categorie voor. In 1997 hebben de gezamenlijke ministers van verkeer (council of ministers, EC 1997) een communiqué uitgegeven met vijf prioriteiten voor 'Road Transport Telematics' tot 1999. Hierin is geen item ten aanzien van veiligheid opgenomen anders dan dat Human Machine Interfaces (HMI) adequaat moeten zijn.

In de op onderzoek en ontwikkeling (R&D) gerichte kaderprogramma's van de EU (m.n. het 4e en 5e) is een groot aantal projecten gestart waarin een hoofdrol is weggelegd voor verkeersveiligheid en ITS. Voorbeelden zijn CHAMELEON, IN-ARTE (zie ook paragraaf 3.4), ADASE en ADVISORS en programma's als DRIVE en PROMETHEUS. Hayward (1998) geeft een overzicht van het onderzoek in het vierde kaderprogramma.

In vergelijking met de VS en Japan lijkt een Europees ITS-beleid ten aanzien van veiligheid dus voornamelijk op R&D gericht te zijn en via de kaderprogramma's te lopen. Overigens is het vijfde kaderprogramma meer dan het vierde op implementatie gericht (draagvlak, juridische aspecten, trajecten, demonstratie). Dit beeld wordt ondersteund door een rapport van de European Transport Safety Council (ETSC, 2000). Het ETSC-rapport heeft ten doel de Europese beleidsmakers te adviseren in welke de richting de ontwikkeling van ITS gestuurd moet worden. Daartoe is een overzicht gegeven van het verkeersveiligheidsprobleem, ITS en de rijtaak en een

onderverdeling van ITS naar expositie, actieve veiligheid en passieve veiligheid. De ETSC pleit voor een betere afstemming tussen lidstaten, ontwikkeling van richtlijnen en een strategie. Voor dat laatste zou een Task Force opgericht moeten worden die via de zogenoemde High Level Group on Telematics aan de Europese Raad en het Parlement rapporteert. Onderzoek zou gericht moeten worden op 'human factors,' zoals HMI en cognitieve ergonomie, en op evaluatie tools voor ITS. Op korte termijn zouden ISA, (alcohol) interlock systemen en gordeldracht waarschuwingssystemen gestimuleerd kunnen worden.

Voor het ontwikkelen van richtlijnen zijn reeds enkele werkgroepen bezig. Zo werkt ISO Technical Committee, Working Group 14 aan ACC en Forward Collision Warning Systems. Andere richten zich op de presentatie van visuele informatie, auditieve informatie, HMI en evaluatieprocedures. De EU kan ook gebruik maken van hetgeen in de lidstaten is of wordt ontwikkeld. Zo is in Duitsland de BASt met de automotive industrie richtlijnen aan het opstellen (Albus, 1999 ; Wirtschaftsforum Verkehrstelematik, 1996). In Engeland is gewerkt aan een checklist voor een in-vehicle information system (Stevens, 2000)

2.4. **Nederland**

Het vigerende Nederlandse beleid staat verwoord in de nota 'Telematica Verkeer en Vervoer III (1998-2003)'. Verkeersveiligheid is één van vijf kernthema's in deze nota. Als voorbeeld wordt videohandhaving gegeven waarmee door de KLPD 20% letselreductie is geconstateerd op de A2. Via elektronische voertuigidentificatie (EVI) zal verdergaande elektronische handhaving onderzocht worden. Andere voorgenomen acties betreffen:

- met marktpartijen ontwikkelen van de architectuur (ontwerp) en implementatiestrategie voor in-car systemen;
- in EU verband (Task Force) en met marktpartijen ontwikkelen van veiligheidscriteria;
- invoering van een alarmknop voor noodhulp;
- met de EC een uitvoeringsprogramma initiëren;
- (Europees) onderzoek naar ISA (Intelligente Snelheids Aanpassing);
- monitoren van ontwikkelingen.

Verder is door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (RWS/AVV) een programma opgezet ten aanzien van Automatische Voertuig Geleiding (AVG) (Bastiaensen 2000, Ministerie van Verkeer en waterstaat 1998). Dit bestaat ondermeer uit een nationale database waarin beleidsmakers en onderzoekers de actuele stand van zaken kunnen vinden ten aanzien van AVG. Voor ISA is een pilotstudie in Tilburg succesvol afgesloten (Oei, 2000) met de gedwongen variant, dat wil zeggen dat de bestuurder slechts in noodsituaties boven de maximumsnelheid kan rijden. Eind 2000 (Bastiaensen, 2000) was AVV bezig met de opzet van een drietal pilots: Lane Departure Warning, Autonomous Cruise Control en External Cruise Control (extern regelen van verkeersstromen).

In het beleidsvoornemen van het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000) staat een aantal ITS-toepassingen genoemd in deel A (hoofdstuk 4: Veiligheid). Concreet is de proef met ISA in Tilburg, ook wordt gerefereerd aan black boxes en alcoholslot. Voor vrachtvoertuigen wordt een illustratie gegeven voor een

situatie in 2030 met onder andere ISA, automatische voertuiggeleiding en anti-kantelsystemen. In hoofdstuk 7: 'Technologie en innovatie' is met name relevant de paragraaf over AVG die in lijn is met hetgeen in de vorige alinea daarover is opgemerkt.

Deel C bevat de beleidsvoornemens van het rijk. In het hoofdstuk over veiligheid daarin (hoofdstuk 4) zijn geen expliciete ITS-elementen opgenomen in voortgezet beleid, agendapunten, acties of onderzoeksprojecten. In H 7 Technologie: 'ICT en innovaties' staan AVG en Advanced Driver Assistance Systemen op de agenda. Experimenten moeten uitgevoerd worden en een kalender voor de ontwikkeling van de systemen moet opgesteld worden. Bij de acties zijn ISA Tilburg en stimulering van black boxes in de zakelijke markt genoemd.

3. ITS-systemen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van zes categorieën telematica toepassingen in het verkeer. Het doel, de mogelijkheden en de mogelijke nadelen voor de verkeersveiligheid van deze systemen worden besproken. Het ITS-congres in Turijn (datum) en de Demo in Ohio (datum) hebben als belangrijkste informatiebron gediend om dit hoofdstuk zo geactualiseerd mogelijk te maken.

3.1. Navigatie en auto-PC

Het doel van een navigatiesysteem is de bestuurder tijdens de rit informatie te geven over de te volgen route, visueel of auditief. Het is dus primair op comfort gericht. De gebruiker toetst of spreekt de bestemming in en het navigatiesysteem bepaalt de kortste of snelste route daar naar toe. Het systeem bestaat uit een GPS (global positioning system) dat de plaats van het voertuig bepaalt, een CD-ROM waarop een kaart staat en een interface. Navigatiesystemen worden al vele jaren ontwikkeld en zijn sinds enige jaren op de markt (CARIN, Travel Pilot, VDO, Pioneer; Groenewegen, 2000). Mede gezien de aandacht voor deze systemen op ITS Turijn (zie bijlage) en de ontwikkeling in Japan (zie paragraaf 2.2) mag verwacht worden dat de penetratie ook in Nederland sterk zal toenemen.

Steeds meer multimedia komen de auto binnen in de vorm van mobiele telefoon, internet-applicaties, stereo enzovoort. Zo ontstaat de auto-pc. De trend is deze multimedia in een platform te integreren (o.a. Crawford, 1999), waarbij de bediening en de informatie steeds meer geüniformeerd of geïntegreerd worden met zaken als ventilatie en airconditioning (Roessger, 2000).

Uit veiligheidsoogpunt is het Human Machine Interface (HMI) zeer belangrijk (o.a. Ross, 2000 en Montanari, 2000), vooral wanneer informatie tegelijkertijd binnenkomt. Myrhaug (2000) heeft simulatortests en praktijktests in het verkeer uitgevoerd met een autoPC met 'touch screen'-bediening. De gebruikersvriendelijkheid (vragenformulier) en de taakbelasting (hartslagmeting, ECG e.d.) bij gebruik van dit systeem heeft hij daarbij vergeleken met die van de mobiele telefoon met als conclusie dat de 'touch screen'-bediening er gunstig uitspringt.

Lee (2000) onderzocht het effect van spraakbediening en auditieve informatie op de taakbelasting en reactietijd van bestuurders in een rijnsimulator. De spraakherkenning was daarbij 'ideaal' omdat het feitelijk door mensen gebeurde. De reactietijd was de tijd die bestuurders nodig hadden om te reageren op een remmende voorganger. Deze nam door een binnenkomende e-mail met 0,3 s, ofwel 30%, toe. De subjectieve taakbelasting werd door bestuurders zelf gescoord met zes niveaus uit de zogenoemde NASA TLX methode. De taakbelasting blijkt dan behoorlijk toe te nemen, zeker wanneer een complexe boodschap wordt ge-e-mailed. Hoewel onderzoek (terecht) doorgaat, lijkt het erop dat verbeterde HMI een gunstige invloed heeft op het beperken van de negatieve gevolgen van navigatiesystemen en autoPC op de verkeersveiligheid. Maar het negatieve effect kan waarschijnlijk niet volledig teniet gedaan worden.

AutoPC en navigatiesystemen kunnen ook een positief effect op de verkeersveiligheid hebben. Voor navigatiesystemen wordt dit bereikt doordat zoekgedrag vermeden kan worden; één van de 12 eisen voor een duurzaam veilig wegennet (CROW, 1997). Bovendien maakt het deel uit van meer uitgebreide of geïntegreerde systemen (zie ook paragraaf 3.4). Daimler Chrysler (Entenmann, 2000) onderzoekt een applicatie speciaal voor ouderen waarbij op de kaart relevante veiligheidsinformatie is opgenomen over urbane wegen, met name complexe kruisingen. Op een rustig moment wordt de bestuurder dan geïnformeerd, zodat hij of zij goed voorbereid is op de aankomende situatie.

3.2. Longitudinale controle

Dit soort in-car systemen is bedoeld om voor- en achteraanrijdingen te voorkomen en kent namen als Collision Avoidance Systems (CAV), Forward Collision Warning systems (FCW) en Advanced Cruise Control (ACC). Deze systemen zijn bedoeld om kop-staart-botsingen te voorkomen, maar ook om botsingen met obstakels op de weg of overstekende voetgangers te vermijden. In het algemeen betreft het systemen die de snelheid (doen) aanpassen. Doorgaans wordt de afstand tot een object gemeten (met radar) en wordt bepaald of de nadering zo snel gaat dat een botsing dreigt. Daarover kan geïnformeerd worden, er kan een waarschuwing gegeven worden of het systeem grijpt zelf in. Als het genaderde object herkend moet worden kan ook een (CCD-)camera gebruikt worden. Systemen die alleen op snelheid zijn gericht, zoals Intelligent Speed Adaptation (ISA), vallen ook in deze categorie.

ISA is een systeem dat via GPS of bakens de plaats van het voertuig bepaalt, via een CD-ROM bepaalt wat de maximum of veilige snelheid is en informeert, waarschuwt of zelf de snelheid aanpast (Oei, 2000). Omdat snelheid een belangrijke factor is in het ontstaan en de gevolgen van ongevallen is de verwachting dat het aantal doden en gewonden door ISA met tientallen procenten kan afnemen. In Europa vinden op dit moment praktijktests met informerende of waarschuwende systemen plaats in Engeland en Zweden, en de gedwongen variant wordt in Nederland in Tilburg beproefd (Duijnstee, 2000). De resultaten van het Nederlandse experiment laten zien dat het gedrag van de bestuurders verandert in het testgebied (minder inhalen, grotere volgafstand) maar daarbuiten nauwelijks. In sommige duurdere nieuwe auto's is overigens al een met de hand in te stellen snelheidsbegrenzing ingebouwd.

Door Kiefer (1999) wordt een studie van het Department of Transport van de V.S. naar Forward Collision Warning (FCW) systemen geschetst. Daarbij wordt met een laser en/of radar de afstand en naderingssnelheid tot een voorganger gemeten en een waarschuwing gegeven. Uit een nader onderzoek van ongevalsstatistieken en -scenario's bleek dat een achteraanrijding (kop-staart) als gevolg van onoplettendheid van de bestuurder de dominante toedracht was. Het geschetste FCW-systeem kan dit voorkomen als de waarschuwing op tijd wordt gegeven en de bestuurder op tijd reageert om met een noodstop een botsing te kunnen vermijden. Om niet onnodig vaak te waarschuwen is met een praktijktest bekeken wat het moment is waarop men begint te remmen als een remmende voorganger wordt genaderd, en wat het moment is dat een noodstop wordt uitgevoerd. De waarschuwing door het systeem moet dan na het eerste tijdstip en voor

het tweede vallen. Onderzoek naar de gewenste waarschuwing wijst uit dat een geluidssignaal in combinatie met een visueel signaal het best is. Uit dit onderzoek heeft men voorlopige criteria voor FCW systemen gehaald en test procedures voor professionele bestuurders ontworpen. De tests zijn nog niet uitgevoerd -althans volgens deze publicatie uit 1999- dus is nog niet duidelijk in hoeverre een tijdig signaal mogelijk is en of dit adequaat een kop-staartbotsing kan voorkomen.

Door Jaguar wordt in samenwerking met Delphi Inc. het ASSISTsysteem ontwikkeld. Daarbij wordt de koers van het voertuig vergeleken met andere voertuigen en obstakels. Afhankelijk van de tijd die nog beschikbaar is voordat een botsing optreedt (time-to-collision), wordt een waarschuwing gegeven, remt het systeem autonoom of wordt de airbag geactiveerd. Problemen zijn het goed voorspellen van de eigen koers en het herkennen van relevante objecten.

Door de universiteit van Minnesota (Gorjestani & Donath, 1999) is een Collision Avoidance System ontwikkeld dat is getest bij een remmende voorligger en een stoppende voorligger. Het is toegepast in zware voertuigen (trucks) met waarschuwende systemen. De remsituatie werd uitgevoerd bij 90 km/h en een voorligger die 46 km/h gaat rijden met een afstand van 2 s en een remvertraging van 2,7 m/s². Het systeem bleek effectief in 42% van de gevallen. Bij de noodstop reed het voertuig 62 km/h en was de effectiviteit 75%. Op basis van deze experimenten concluderen de auteurs dat 48% van de achteraanrijdingen met dit systeem kan worden voorkomen mits alle bestuurders op de signalen reageren en er geen compensatie plaatsvindt.

Door Mitsubishi (Naitoh, 2000) wordt aangegeven dat experimenten in een rijnsimulator laten zien dat bestuurders eerder remmen als zij in-car informatie over obstakels krijgen. Eveneens door Mitsubishi (Wakasugi 2000; Yamada, 2000) is onderzocht in hoeverre slaperigheid (low awareness level) effect heeft op de reactietijd en welke invloed FCW daarop heeft. Uit de rijnsimulatorexperimenten blijkt ook dat een tijdige waarschuwing tot eerder remmen leidt en bovendien blijkt dat dit effect versterkt wordt bij slaperigheid.

In het AWARE-project (Anti-collision, warning and Avoidance radar Equipment) van onder andere Volvo en Fiat dat door de EU gesteund wordt (Esprit) is een FCW ontwikkeld en in de praktijk getest (Lind, 2000). Daarbij bleek het aantal valse meldingen en het aantal onnodige (triviale) meldingen nog te hoog. Met de huidige stand der (betaalbare) techniek zijn deze problemen niet te verhelpen.

Door de SWOV is een overzicht gemaakt van ACC systemen (Oei, 1998). Bij een ACC stelt de bestuurder een gewenste snelheid in zoals bij gewone cruise control, en wordt de afstand tot de voorganger gemeten. Als deze afstand kleiner wordt dan een tevoren ingestelde waarde, mindert de auto snelheid of wordt een waarschuwing gegeven. Deze systemen zijn al op de markt, zij het dat het om duurdere modellen van dure merken gaat, het topsegment van de markt dus.

In hoeverre deze systemen een positief effect op de verkeersveiligheid hebben is niet duidelijk uit de vele experimenten die zijn uitgevoerd. Uit het bovenstaande (met name de voorbeelden uit Minnesota en Mitsubishi) lijkt een duidelijk positief effect op te treden. Hoedemaeker (1999) komt echter tot andere conclusies. Ook zij voerde experimenten in een rijnsimulator uit waarbij door groepen met verschillende rijstijlen zowel op de snelweg als op een 80 km/h wegennet werd gereden. Op de snelweg resulteerde dit in een

homogener wegbeeld, wat gunstig voor de verkeersveiligheid is, maar eveneens tot hogere snelheden en kortere volgtijden, wat ongunstig is. Voor het onderliggend wegennet (hier 80 km/h) waarschuwt zij zelfs voor het gebruik van ACC omdat hier gevaarlijk inhaalgedrag toeneemt en vertraagde reacties op verkeer van rechts optreden.

Door de Universiteit van Michigan (Ervin, 2000) is een uitgebreide literatuurstudie naar alertheid gecombineerd met data uit een veldtest met ACC waarin door diverse bestuurders totaal circa 50.000 km met ACC is gereden. Voor systemen met een zodanige remvertraging dat zelden meer door de bestuurder zelf hoeft te worden ingegrepen, achten zij het aannemelijk dat de alertheid van de bestuurder afneemt. Dit geldt niet alleen voor het afstand houden zelf maar ook voor alertheid in het algemeen, dus ook rijtaken buiten afstand en snelheid houden.

3.3. Laterale controle

Met laterale controle systemen tracht men ongevallen te voorkomen waarbij het voertuig van de weg raakt of verkeerd inhaalt. LACOS (Lateral CONTROL Support) is een Europees project van onder andere FIAT, Volkswagen en Renault, gesteund door de EU (Vivo, 2000). Het project is juni 2000 afgesloten en was opgebouwd uit de volgende fases:

1. inventariseren van gebruikerseisen en scenario analyse;
2. functionele specificatie;
3. sub-systeem specificatie en implementatie;
4. ontwikkeling demonstratie voertuigen;
5. validatie en evaluatie;
6. demonstratie.

Uit een analyse van veertien mogelijke scenario's komen als de vijf meest kritische manoeuvres naar voren: in- en uitvoegen, vanuit een colonne de linker- of rechterbaan kiezen en de linkerbaan kiezen omdat de eigen baan geblokkeerd is (Mihm, 2000). Vervolgens is door vragenlijsten en uit tests (fase 5) gekeken naar de mening over het (concept)systeem en de performance. De meeste mensen hebben een positieve houding ten opzichte van het systeem, waarbij het meest wordt verwacht van veiligheidsverbetering bij het wisselen van baan en bij slecht zicht (regen, mist). Men is echter niet bereid veel voor het systeem te betalen. Bij de ontwikkeling bleken als problemen het beperkte werkgebied in bochten, een "dood" gebied tussen radar- en camerawerkveld en het feit dat snel naderend verkeer aan de rechterzijde niet wordt gezien (Obojski, 2000). Uit de tests blijken als voorlopige resultaten dat het systeem technisch goed werkt, maar dat de visuele waarschuwing te klein is. Het gebied waarop LACOS werkt is beperkt. Dit pakt negatief uit op het begrip van het systeem en het gevoel van veiligheid van de testers. Hoewel het systeem bedoeld is voor de snelweg, is met een computersimulatie eveneens gekeken naar de mogelijkheid om kruispuntongevallen te voorkomen. Afhankelijk van de gehanteerde aannames blijkt dit effect groot te kunnen zijn (Sala, 2000).

Zoals in paragraaf 2.2 gezegd maakt laterale controle deel uit van de ITS strategie in Japan. Motoyama (2000) schetst de ontwikkeling bij Mitsubishi waarbij met een CCD-camera de plaats op de weg wordt bepaald en de bestuurder visueel, auditief of haptisch (door vibraties in het stuur) wordt gewaarschuwd. Bovendien kan het stuurmoment worden vergroot als de rand van de rijbaan te dicht wordt benaderd. Uit veldtests blijkt dat de

bestuurder met dit systeem eerder reageert op een mogelijk verlaten van de rijbaan.

3.4. **Gecombineerde systemen**

In de vorige paragrafen werden telematica toepassingen besproken die binnen een functionele categorie vallen. De mogelijkheid bestaat ook om ITS te combineren. Voorbeelden van de gecombineerde systemen die dan ontstaan, worden in de volgende paragraaf besproken.

Door Ishida (2000) is gekeken naar een systeem waarin lane keeping en ACC gecombineerd zijn. Daarbij ging de interesse uit naar de relatie tussen mens en machine en men is er naar eigen zeggen in geslaagd een kwantitatief oordeel te geven over de impact van de machine (i.c. Lane Keeping Assistance System) op het gedrag. Voor dat gedrag is men met name geïnteresseerd in de taakbelasting waarvoor men als meetbare parameters heeft gevonden: stuurmoment (Nm), stuurfrequentie (bandbreedte) en de koersafwijking.

CHAMELEON is een door de EU (5e kaderprogramma) ondersteund project van onder andere FIAT, Porsche, PSA, Renault en Volvo waarin de integratie van diverse systemen wordt onderzocht (Sala, 2000). Het gaat dan om nieuwe of in ontwikkeling zijnde systemen, maar ook om bestaande als airbags en veiligheidsgordels. Het project is in 2000 gestart en de eerste fase betreft een analyse van Europese ongevalsdata. Dit geeft een globaal idee omtrent parameters als aangrijpingspunt op de auto, weerscondities, wegontwerp et cetera. Er zijn vijf scenario's onderscheiden: frontale botsing (2 hoeken) flankbotsingen (2 hoeken) en een frontale obstakelbotsing (Tango, 2000).

Eveneens door de EU ondersteund is IN-ARTE (Integration of Navigation and Anti-collision for Rural Traffic Environment) waarbij onder andere FIAT, Volvo, Renault, Siemens en TNO samenwerken (Saroldi, 2000). Er zijn simulator studies en veldtests met FIAT (rond Turijn) en Renault (Parijs) uitgevoerd waarbij een anti-botsing radar, weg herkenning met CCD en een navigatiesysteem zijn toegepast. Uit de tests blijkt dat bestuurders minder vaak in kritische situaties belanden maar het systeem als te inflexibel beoordelen. Het project wordt vervolgd met nieuwe generatie navigatiesystemen in NextMap.

CARSENSE is een EU-ondersteund project van o.a. BMW, FIAT, Renault en INRETS dat gericht is op het ontwikkelen van een sensorsysteem dat bij lage snelheden (urbane omstandigheden) goede informatie over de complexe omgeving kan verschaffen. Het is net gestart en kent als nieuwe elementen het ontwikkelen van een "urbaan scenario", systeemarchitectuur, samenvoegen of samenwerken van sensordata en verbeteren van individuele sensortypes (Langheim, 2000).

In TripMate worden ACC, collision warning en lane keeping in een platform samengebracht (Scapaticci, 2000). Het is een project van onder andere FIAT, Bosch en MagnetiMarelli. Naast de technische afstemming is ook aandacht voor HMI (Deregibus, 2000). Het preventieve veiligheidssysteem kent een perceptiefase, waarbij sensoren een rol spelen, een beslissingsfase, waarbij HMI en communicatie met services van belang

zijn, en een uitvoeringsfase, wanneer actuators, die regelen en handelen op basis van de sensorische informatie, belangrijk zijn.

Vergelijkbaar met TripMate is de ontwikkeling bij BMW (Bachmann, 2000) die door integratie van ITS een elektronische co-piloot mogelijk willen maken. Daarbij gaat het om het monitoren van de wrijving tussen band en wegdek, zichtverbetering, ISA (een adviesvariant), ACC (inclusief 'stop & go', wat wil zeggen dat het systeem ook werkt bij lage snelheden, zoals bij filerijden), informatieverzending naar een informatiecentrum voor dynamisch verkeersmanagement, remlichtaanpassingen aan remvertraging enzovoort. In de inleiding schetst BMW de rijtaak als zeer complex en ongevallen als complexe gebeurtenissen. Testgegevens of uitkomsten van simulatorstudies worden niet gegeven.

In Australië (Regan, 2000) wordt een groot aantal voertuigen uitgerust met acht verschillende ITS, te weten: ISA, FCW, Reverse CW, alcohol (adem) detectie, veiligheidsgordelcontrole, alarmeringssysteem, automatische verlichting overdag, navigatie, en ook data logging (black box) en systeemintegratie. De visie daarbij is dat een bestuurder onder normale omstandigheden niets van deze systemen merkt. Pas wanneer bedoeld of onbedoeld buiten de grenzen van het verkeerssysteem wordt getreden, grijpt het systeem in. Er zal zowel naar acceptatie en houding ten opzichte van deze systemen worden gekeken als naar effect op gedrag en veiligheid. Daarbij zijn simulatortests en veldtests voorzien. De doelgroep wordt gevormd door professionele bestuurders, beheerders van vloten (lease) en bestuurders van lease wagens. Ongeveer 65% van de nieuwe voertuigen in Australië maakt deel uit van een vloot. Het project wordt uitgevoerd door de automotive industrie (Ford Australië) en de overheid.

3.5. ITS gericht op infrastructuur

In-carsystemen kennen de meeste ITS-ontwikkeling. Dit is mede een gevolg van het overheidsbeleid in de VS en Europa (zie hoofdstuk 2). In Japan daarentegen (zie paragraaf 2.2) wordt de ITS-ontwikkeling veel meer gestuurd door de overheid en uitgewerkt in samenwerking met de industrie. Overigens zijn ook op de Nederlandse wegen reeds diverse ITS werkzaam voor dynamische route-informatie (DRIPS), matrixborden, VMS, 'flitspalen' et cetera. Veelal zijn deze niet primair op veiligheid gericht, of zijn de innovaties in vergelijking met in-car systemen bescheiden.

Als eerste stap voor het ontwikkelen van een regeling voor kruisingen is door Kubo (2000) gekeken naar een monitoringsysteem en de daarvoor benodigde sensoren (camera's, radar, laser). Murata e.a. (2000) hebben criteria onderzocht die te stellen zijn voor de nauwkeurigheid waarmee de plaats van diverse objecten op de weg bepaald kan worden. Er zijn vier sleuteltechnologieën geïdentificeerd door Tanaka e.a. (2000) die (verder) ontwikkeld moeten worden voor het Advanced Cruise-Assist Highway System (AHS) in Japan. Het betreft sensoren die de plaats op de weg bepalen van obstakels, voertuigen en dergelijke, sensoren die de conditie van het wegdek meten (sneeuw, ijs, enzovoort), rijbaan markeringen, en communicatiesystemen tussen voertuig en weg. Dit laatste is speciaal bekeken door Yamada (2000), die op basis van een FTA (fault tree analysis) en ongevalsstatistieken tot een maximum foutenwaarde voor communicatie komt. De maximale foutenwaarde geeft aan hoe vaak het

systeem maximaal ten onrechte een melding maakt of ingrijpt in de bestuurderstaak. Deze waarde blijkt te zijn: één op tienduizend voor communicatie, één op een miljoen voor controle en één op tien miljoen voor automatisch ingrijpen. Yokochi (2000) heeft met een rijnsimulator onderzoek gedaan naar het effect van informatieverstrekking (langs de weg), waarbij speciaal naar ouderen is gekeken. Het blijkt dat ouderen de informatie even goed zien, maar deze trager verwerken tot een adequate beslissing.

3.6. Overige systemen

Er is een scala aan ITS-mogelijkheden. De hier bovenstaande systemen zijn weliswaar de meest voorkomende, maar vormen zeker geen volledige opsomming. Ook de nu volgende complementeren het scala niet. Ze worden genoemd omdat ze eenvoudigweg zijn aangetroffen en interessant bevonden werden.

ITS als black boxes, elektronische tachograaf en accident data recorders monitoren het voertuig continu of rondom een ongeval. Ze hebben een positief effect op het gedrag van de bestuurder en bieden handvatten voor een (ook) op veiligheid gericht vlootmanagement (Wouters, 2000 en Lehmann, 2000).

Nissan heeft het mogelijke effect onderzocht van een systeem dat een noodstop 0,1 seconde eerder kan inzetten dan normaal. Uit de wijze waarop iemand remt, maakt het systeem op of een noodstop wordt gemaakt. Door deze noodstop dan eerder in te zetten, wordt de botsnelheid circa 5 km/h lager (Tamura, 2000). Een dergelijk Brake Assist System wordt ook door onder andere Daimler Chrysler bekeken.

In het 5e kaderprogramma is recent het PROTECTOR-project van start gegaan, uitgevoerd door onder andere MAN, Siemens, Daimler Chrysler, FIAT en Tüv. Het doel van het project is de kwetsbare verkeersdeelnemer, zoals de voetganger, beter te beschermen door ervoor te zorgen dat de voetganger beter wordt waargenomen. Ook wordt de mogelijkheden onderzocht om communicatie tussen voetganger en voertuig(bestuurder) te bewerkstelligen (Cicilloni, 2000).

DARWIN (driving in adverse weather and visibility conditions) is een EU-ondersteund project van onder meer Bosch en FIAT. Doel van het project is om een verbeterd zicht voor autobestuurders mogelijk te maken. Dit gebeurt door met behulp van een infrarood sensor op een scherm net boven het dashboard een goed beeld van de verkeersomgeving te projecteren (Andreone, 2000). Uit simulatortests blijkt dat het systeem gebruikersvriendelijk is en door bestuurders wordt geaccepteerd. Hoewel geen specifiek onderwerp van studie, bleek dat door het systeem een grotere volgafstand werd gehanteerd door proefpersonen. Het systeem heeft daarom mogelijk ook op deze wijze een positief effect op de veiligheid.

Vermoeidheid, slaperigheid, versuftheid kortom verminderde alertheid wordt gezien als een belangrijke factor bij het ontstaan van ongevallen. De bovenstaande systemen helpen veelal de alertheid te verbeteren maar zijn daar niet specifiek op gericht, d.w.z. de alertheid wordt niet gemonitord. In

de VS zijn diverse systemen in ontwikkeling die gebruik maken van het meten van oogknippering van de bestuurder. Dit wordt als een betere indicator voor lage alertheid gezien dan zigzaggen of stuurbewegingen. (Washoe Sleep Disorder Center, Applied Science Laboratories).

Door Mitsubishi (Yamamoto, 2000) is het niveau van alertheid bepaald door een combinatie van monotonie (gedurende langere tijd weinig actie), stuurfrequentie en zigzaggen. Dit blijkt goed overeen te komen met de methode waarbij oogknippering wordt gebruikt. Vervolgens heeft men deze informatie in een test (vier proefpersonen) gebruikt om bij lage alertheid eerder een waarschuwing te geven, bijvoorbeeld in een FCW systeem. Dit blijkt te werken. Ook heeft men een geur aroma verspreid teneinde de bestuurder alert te houden. De sterkte van de geur kon gevarieerd worden met de mate van alertheid. Ook dit blijkt te werken: bestuurders komen niet meer in een laag niveau van alertheid.

4. Verwachtingen ten aanzien van de implementatie

Er bestaan verschillende verwachtingen voor de toekomst van ITS en verkeersveiligheid. In dit hoofdstuk worden verwachtingen besproken die blijken uit onderzoek en een beleidsplan, en verwachtingen van een autofabrikant.

4.1. Onderzoek naar toekomstverwachtingen

Marchau (1997, 2000) heeft gekeken naar de toekomstverwachtingen van experts ten aanzien van Automatische Voertuig Geleiding (AVG), en naar de voorkeur van consumenten voor deze systemen. De resultaten van deze onderzoeken worden hier besproken.

4.1.1. Verwachtingen van experts

In zijn onderzoek naar verwachtingen voor de implementatie van ITS onder experts, hanteerde Marchau een Delphi methode in drie stappen, met achtereenvolgens 65, 50 en 40 responderende experts. De experts waren afkomstig uit Europa, Noord-Amerika en Japan. Ze waren werkzaam bij onder meer universiteiten, overheidsdiensten, de automotive-industrie en adviesbureau's.

De respondenten werden bevraagd op vijf concepten: speed headway keeping (soort ACC), front obstacle collision avoidance (FCW), lane keeping support (laterale controle), side obstacle collision avoidance (laterale controle) en autopilot (volledig geautomatiseerde rijtaak). Van deze concepten zijn twee varianten genomen: de waarschuwendende variant en een die het betreffende deel van de rijtaak overneemt. Voor de autopilot is dit uiteraard niet van toepassing. Er waren 6 perioden onderscheiden voor de implementatie en toepassing van ITS: <2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2020, > 2020, nooit.

Het onderzoek leverde de volgende resultaten:

- Ruwweg kan gezegd worden dat men de marktintroductie van de waarschuwendende systemen 5-10 jaar eerder verwacht dan de overnemende of controlerende variant.
- Van de respondenten verwacht 6% dat de autopilot nooit op de markt zal komen. Alle experts verwachten dat de andere systemen ooit op de markt komen, in waarschuwendende en/of controlerende variant.
- Er is een behoorlijke spreiding in verwachtingen. Van de 54 mogelijkheden (bijvoorbeeld speed headway keeping, 2005-2010, waarschuwendende variant) zijn er vier met een score 'groter dan 50%'. Dit wil zeggen dat meer dan de helft van de experts verwacht dat:
 - de waarschuwendende variant van speed headway keeping voor 2000 op de markt is (64%). Inderdaad is ACC nu te koop;
 - de waarschuwendende variant van front obstacle collision warning (FCW) tussen 2000-2005 op de markt is (54%);
 - de waarschuwendende variant van lane keeping support tussen 2000-2005 gebruikt wordt (72%);
 - de controlerende variant van lane keeping support tussen 2005-2010 toegepast wordt (52%).

- Het interval waarin de middelste 50% van de respons valt, beslaat twee tot drie van de tijdsperioden waaruit gekozen kon worden (d.w.z. doorgaans 10-20 jaar). Consensus lijkt daarom ver te zoeken. Marchau concludeert dan ook dat de implementatie van meer geavanceerde AVG systemen (zeer) onzeker lijkt. Implementatie lijkt overigens conform de genoemde volgorde in systemen plaats te vinden, althans volgens de gemiddelde expert.
- In alle gevallen is minder dan de helft van de experts van mening dat de systemen geschikt zijn voor niet-autosnelwegen, de wegen waar de meeste ongevallen plaatsvinden.
- Als eerste doelgroep ziet men vrachtvervoerders; ouderen/gehandicapten en busondernemingen zijn de doelgroepen die pas in laatste instantie benaderd zouden moeten worden.
- Europeanen zijn minder optimistisch dan Japanners en Amerikanen over de toekomstige implementatie van ITS.
- Er zijn vier mogelijke gebieden met belemmeringen onderscheiden voor de implementatie het functioneren van ITS. De experts hebben aangegeven welke belemmering zij het belangrijkste achtten. Het betreft:
 - Onzekerheid bij beleidsmakers omtrent de voordelen voor benutting. Opvallend is dat de onzekerheid in effect over de effecten op verkeersveiligheid het laagst scoort. Met andere woorden: beleidsmakers zouden overtuigd zijn van de positieve effecten van ITS op de verkeersveiligheid, maar niet van overige voordelen van ITS.
 - De technische betrouwbaarheid i.c. de mogelijkheid dat het systeem niet functioneert op zeker moment.
 - Compenserend gedrag van de bestuurder. Men gaat er vanuit dat ITS leidt tot aangepast gedrag van de bestuurder, wat de veiligheid en effectiviteit van het systeem niet ten goede komt.
 - De kosten voor de consument kunnen hoog uitvallen.

4.1.2. *Onderzoek naar verwachtingen van consumenten*

Marchau (2000) heeft hypothetische profielen opgesteld die integraal AVG-concepten beschrijven. Hij heeft deze aan potentiële consumenten voorgelegd, zijnde bestuurders en vlootbeheerders van auto's, vrachtwagens en bussen. Binnen de concepten zijn alternatieven aangeboden, variërend in:

- functionele eigenschappen:
 - afstand houden (ACC),
 - koers houden (lane keeping) en
 - inhalen (lane change);
- prijsniveau: 100, 300, 500 US\$ per jaar
- effect op reistijd: 0, +10%
- brandstofverbruik 0, -5%.

De algemene conclusies ten aanzien van de voorkeur van consumenten zijn:

- Men is liever geen "launching customer", de eerste partij die een systeem gebruikt.
- Functionaliteit is minder belangrijk dan kosten en baten. Systemen die de reistijd verlagen en geen energievoordeel hebben, worden al snel onaantrekkelijk gevonden.

- Waarschuwendende varianten van systemen worden aantrekkelijker gevonden dan varianten die ingrijpen.
- Vrachtwagenchauffeurs en vlootbeheerders van auto's (wagenparkbeheerders) beoordelen AVG-systemen het positiefst. De zakelijke autobestuurders zijn positiever dan de privé-rijders, wat betekent dat de zakelijke markt de beste markt lijkt voor introductie van AVG-systemen.

Uit de meningen van experts en consumenten concludeert Marchau dat de aankomende 20 jaar weinig te verwachten valt van de bijdrage van AVG aan algemene beleidsdoelen (benutting, veiligheid).

Verkeresveiligheidsdoelen worden de komende 20 jaar gehaald door infrastructurele maatregelen

4.2. Verwachtingen in een beleidsplan

In het business plan van het Intelligent Vehicle Initiative van het Ministerie van Transport in de VS (US DoT 2000, zie ook paragraaf 2.1) wordt het onderzoeksprogramma tot en met 2003 geschetst. Het doel van dat programma is te komen tot nieuwe producten die de fitheid en alertheid (situational awareness) van de bestuurder monitoren en verbeteren, die waarschuwen voor gevaar en ondersteunen als een ongeval onvermijdbaar is. Om dit doel te bereiken, zijn drie generaties onderzoek en tests onderscheiden.

Generatie 0 betreft systemen die eind 2003 in productie zijn, zoals

- 'rear end collision avoidance' (zoiets als ACC);
- 'vehicle stability', wat onder andere kantelen van vrachtwagens voorkomt;
- 'vision enhancement';
- IR-nachtzichtsysteem, en
- 'lane tracking', die ervoor moeten zorgen dat bestuurders binnen de rijbaan blijven.

Generatie 1 systemen zijn voor 2008 in productie gezien en onderzoek moet eind 2003 gereed zijn, operationele tests lopen dan nog. Het gaat hier om:

- geavanceerde 'rear end collision avoidance';
- geavanceerde 'lane tracking' of 'roadway departure';
- 'lane change/merge', systemen die assisteren bij inhalen en invoegen;
- 'driver monitoring', het meten van de conditie van de bestuurder.

Onderzoek naar generatie 2 systemen zal eind 2003 worden geïnitieerd. Het gaat om systemen die zich richten op het voorkomen van kruispuntongevallen, om de meerwaarde van infrastructurele aanpassingen te bedenken en te benadrukken, en een methodologie en instrumenten om taakbelasting en veiligheidseffect van ITS te evalueren. Generatie 2 systemen worden geacht vanaf 2012 in productie te komen.

4.3. Verwachtingen van een fabrikant

Door FIAT (Carrea, 2000) wordt voor vrachtwagens en bussen het volgende toekomstscenario (road map) geschetst:

- Tot 2005 worden systemen als ACC geïntegreerd met navigatie, snelheidsadvies en zichtverbetering ontwikkeld en geïmplementeerd.

- Tot 2010 wordt aan 'lane keeping' systemen, waarschuwende systemen voor anti-collision en assistentie bij noodmanoeuvres gewerkt.
- Tot 2015 is snelheidsbeheersing en 'tow-bar' (aanhaken bij voorligger) in ontwikkeling.
- Na 2015 komen automatische 'platooning' en 'global anti-collision - zero accidents' (het ultieme systeem) in zwang.

5. Discussie en aanbevelingen

Door ICT is veel meer mogelijk in het verkeer dan pakweg 20 jaar geleden, dat is wel duidelijk uit alle gevonden informatie. Veel ITS-ontwikkelingen zijn gericht op het voorkómen van ongevallen. Daarbij richt men zich op bekende en relatief simpele ongevalstoedrachten en -factoren. Het gaat dan bijvoorbeeld om van de weg af raken, te hoge snelheid, te weinig afstand houden of fout inhalen.

Als je met ITS kunt afdwingen dat altijd een veilige snelheid wordt aangehouden, dat altijd voldoende afstand wordt gehouden, dat men niet van de weg raakt en ga zo maar door, dan zullen ITS een enorme verbetering van de verkeersveiligheid opleveren. Mits de gecreëerde veiligheid niet wordt gecompenseerd door onveiligheid elders. In het “als” en het “mits” zit uiteraard de crux.

Door onder andere BMW (Bachmann, 2000) en Heijer (2000) is aangegeven dat de mens uitzonderlijk goed voor de rijtaak is berekend. Het is namelijk een complexe, interactieve taak die slechts zelden tot een ongeval leidt. Dit inzicht heeft er mede tot geleid dat in de huidige ITS-ontwikkelingen doorgaans wordt uitgegaan van een situatie waarbij de bestuurder ‘in control’ blijft. Daarmee blijven van de weg raken, kop-staart botsingen en dergelijke mogelijk. Met andere woorden: het “als” gaat niet op, en ITS zijn sub-optimaal.

Omdat de complexe rijtaak zo goed wordt uitgevoerd, is het heel wel denkbaar dat een sub-optimaal uitgevoerde ITS op een andere wijze meer onveiligheid introduceert. De Universiteit van Leeds heeft ISA onderzocht in een rijnsimulator (Oei, 2000) en vond dat de gemiddelde snelheid en het aantal ‘uitschieters’ weliswaar afnamen, maar dat de volgtijd eveneens afnam. Het aantal voorspelde ongevallen onder omstandigheden werd ook groter. Het “mits” gaat dus evenmin op.

Voordat nieuwe ITS-systemen worden geïmplementeerd, moet goed onderzocht zijn wat de consequenties zijn, ook in praktijktests. Daarbij volstaat geen trial-and-error methode, maar moet een goed idee bestaan over de wijze waarop de telematica toepassing aansluit bij de wijze waarop de mens denkt en handelt, en waarvoor het systeem bedoeld is. Een illustratie hiervoor vormt het rijnsimulatoronderzoek van Hoedemaeker (1999). Zij vond dat ACC weliswaar het verkeerspatroon op de snelweg harmoniseert, maar eveneens leidt tot hogere snelheden en kortere volgtijden. Bovendien bleken op 80 km/h wegen gevaarlijk inhaalgedrag en vertraagde reacties op verkeer van rechts op te treden. Ook Bolte (2000) geeft aan dat de eisen die aan ACC gesteld worden vanuit benutting en veiligheid (op de autosnelweg) behoorlijk verschillen en mogelijk conflicteren.

In deze inventarisatie zijn juist nog weinig studies gevonden die met name ingaan op de interactie tussen mens en machine. Het mens-machine-interface wordt uitgebreid onderzocht, maar vormt maar een stukje van het verhaal. Aanbevolen wordt verder te zoeken naar onderzoeksresultaten van onderzoeken die op deze interactie gericht zijn in relatie tot nieuwe of reeds

geïntroduceerde systemen als A(I)CC, navigatie/autoPC, Lane Departure Warning Systems etcetera.

Als beleid (hoofdstuk 2), technische ontwikkelingen (hoofdstuk 3 en blijage) en toekomstverwachtingen (hoofdstuk 4) naast elkaar worden gelegd, dan is opvallend dat er wel (verkeersveiligheids)doelstellingen zijn en verwachte ITS, maar dat (kennelijk) onvoldoende kennis voorhanden is om een (verwachte) kwantitatieve bijdrage van die ITS aan de doelstellingen te geven. ISA lijkt hierop een uitzondering te vormen.

Een doel van dit rapport was mede richting te geven aan het TRAIL-SWOV onderzoeksprogramma (SWOV, 1999; Wiethoff, 2000). Een belangrijk element in het lange termijnonderzoek uit dat programma is de afstemming tussen mens en machine. De recente ontwikkelingen lijken de juistheid van die keuze te bevestigen omdat op dit terrein nog (te) weinig onderzoek wordt verricht. In de VS (US DoT, 2000) en Europa (ETSC, 1999; Entenmann, 2000) is in toenemende mate aandacht voor de mens-machine afstemming.

Het kortere termijn onderzoek dat in het project 'Inventarisatie van Telematicatoepassingen' is voorzien, kan mede naar aanleiding van dit rapport gericht worden op de veiligheidseffecten van ITS die al op de markt zijn of binnenkort op de markt komen. Voor ISA is dit recent gebeurd, andere voorbeelden zijn ACC, Brake Assist Systems, navigatiesystemen/autoPC en systemen die zich richten op laterale controle.

Literatuur

ADVISORS (1999). *Competitive and Sustainable Growth Programme*. SWOV, Leidschendam.

Albus, C. e.a.(1999). *Intelligente Transport-Systeme/Fahrer-Assistenz-Systeme*. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, nr. 45, 1999, p. 98-104.

Alexander, L. & Donath, M. (1999). *Differential GPS Based Control of a Heavy Vehicle*. In: Proceedings of the IEEE/EEJ/ JSAI Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC99), Tokyo, Oktober 1999.

Andreone (2000). *DARWIN: An advanced driver support system for vision enhancement in night-time conditions*. ITS Turijn 2000.

Applied Science Laboratories ASL (z.j.). *PERCLOS and Eye-tracking*. ASL, Bedford Massachusetts.

Bachmann, T.e.a. (2000). *Enhancing traffic safety with BMW's driver assistance approach Connected Drive*. ITS Turijn 2000.

Bastiaensen, E. e.a. (2000). *A Dutch database on automated vehicle guidance*. ITS Turijn 2000.

Bastiaensen, E. & De Hoog, A. (2000). *Automatische Voertuiggeleiding met ADA-technologie; perspectieven voor veiligheid en benutting*. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

Bolte, F. (2000). *Automatic driving: the traffic engineer's perspective*. ITS Turijn 2000.

Borras, K. (1999). *Event horizon ITS 99; TTI reports from ITS America's Annual Event in Washington DC*. In: Traffic Technology International, Juni/Juli 1999, p.19.

California PATH - Partners for Advanced Transit and Highways (1999). *Annual report 1998*. PATH, California.

Carrea, P. e.a. (2000). *Commercial vehicles development trends for road safety improvement*. ITS Turijn 2000.

Carsten, O. & Fowkes, M. (1998). *External Vehicle Speed Control. Phase 1 Results; Executive Summary*. The University of Leeds and The Motor Industry Association MIRA, Leeds.

Cicilloni, R. e.a. (2000). *Preventive safety for un-protected road user*. ITS Turijn 2000.

Commision of the European Communities (2000). *Priorities in EU road safety; progress report and ranking of actions*. EC, Brussel.

Crawford, S. (1999). *Integrating the mobile environment*. In: Traffic Technology International, Annual Review, p. 221-223.

CROW (1997). *Handboek categorisering wegen op duurzaam veilige basis; Deel I (Voorlopige) Functionele en operationele eisen*. Publicatie 116, CROW, Ede.

Delphi Automotive Systems (1999). *Collision Avoidance Systems*. Paper 99/6. Delphi Automotive Systems, Troy, Michigan.

Delphi Automotive Systems (1999a). *Delco Electronics Systems. Collision Warning Systems*. Brochure no. EU-99-E-005. Delphi Automotive Systems, Troy, Michigan.

Deregibus, Enrica e.a. (2000). *TRIPMATE: HMI for a "Connected care" vehicle*. ITS Turijn 2000.

Entenmann, Volker e.a. (2000). *Safety deficiencies of elderly drivers and options provided by additional map content*. ITS Turijn, 2000.

Ervin, Robert e.a. (2000). *Exploring implications of the deceleration authority of adaptive cruise control for driver vigilance*. ITS Turijn 2000.

European Commission (1997). *Community Strategy & Framework for deployment of road transport telematics in Europe*. Ertico website (www.ertico.com).

European Commission (z.j.). *Advanced Driver Assistance Systems*. ITS Mobile Information Society (TAP). Brussel. Brochure.

European Transport Safety Council ETSC (1999). *Transportation Systems and Road Safety*. ETSC, Brussel.

Federal Transit Administration (1998). *Transit Intelligent Vehicle Initiative*. FTA, Washington D.C.

Gorjestani, A. & Donath (1999). *Longitudinal Virtual Bumper Collision Avoidance System Implemented on a Truck*. In: Proceedings of the 6th World Congress On Intelligent Transport Systems, Toronto, Canada, November 1999.

Groenewegen, A. (2000). *Kaart op het stuur of navigatiesysteem? Een overzicht van de mogelijke/verwachte effecten van navigatiesystemen op de verkeersveiligheid*. NHTV stage verslag. Breda.

Hayward, M. (1998). *Control and assistance; Road vehicle control and driver assistance systems research within the EC's 4th Framework Programme*. In: Traffic Technology International, Juni/Juli 1998, p. 64-68.

Heijer, T. e.a. (2000). *ADVISORS D1/2.1 V4 Problem identification, User Needs and Inventory of ADAS*. SWOV, Leidschendam. [In voorbereiding].

Hoedemaeker, M. (1999). *Driving with intelligent vehicles*. Delft University Press, Delft.

Internet: <www.itsa.org>

Ishida, Sinnosuke e.a. (2000). *Evaluation of Driver Assistance System*. ITS Turijn 2000.

ITS America (1999). *Saving Lives, Time and Money Using Intelligent Transportation Systems: Opportunities and Actions for Deployment*. Interim Final Draft. ITS, Washington D.C.

Japan Ministry of Construction (1998). *ITS Handbook 1998*. Highway Industry Development Organization, Tokyo.

Japan Ministry of Construction (2000). *ITS Handbook 2000-2001*. Highway Industry Development Organization, Tokyo.

Kikuchi, Harumi e.a. (2000). *ITS in Japan: current status and future directions*. ITS Turijn 2000.

Kiefer, R. e.a. (1999). *Development and Validation of Functional Definitions and Evaluation Procedures For Collision Warning/Avoidance Systems; Final Report*. DOT HS 808 964. Washington D.C.

Kubo, Yuji e.a. (2000). *Development of intersection monitoring sensor systems*. ITS Turijn 2000.

Langheim, J. e.a. (2000). *Sensing of car environment at low speed driving*. ITS Turijn 2000.

Lee, Joh D. (2000). *Does a speech-based interface for an in-vehicle computer distract drivers?* ITS Turijn 2000.

Lehmann, Gerhard e.a. (2000). *Contribution of vehicle recording systems to road safety*. ITS Turijn 2000.

Lind, Henrik e.d. (2000). *AWARE A forward collision warning and avoidance radar system*. ITS Turijn 2000.

Mack Electronics (1999). *MACK trucks are legendary for durability and strength. Now you can add smarts*. MACK, Allentown, Philadelphia.

Marchau, V. & van der Heijden, R.(1997). *Expert opinions on future developments of driver support systems: Results of an international Delphi study*. TRAIL Research School, Delft/Rotterdam, December 1997.

Marchau, V. (2000). *Technology Assessment of Automated Vehicle Guidance; Prospects for automated driving implementation*. Delft University Press 2000.

Mihm, J. et al. (2000). *User centred evaluation of the Lacos System: Methods and results*. ITS Turijn 2000.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998). *Samenwerken aan Automatische VoertuigGeleiding; Aanzet tot een Businessplan*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2000). *Van A naar Beter, Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001 - 2020, Beleidsvoornemen*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Montanari, R. (2000). *COMUNICAR: multimedia communication inside CAR*. ITS Turijn, 2000.

Motoyama, S. e.a. (2000). *Development of a lane departure warning system*. ITS Turijn 2000.

Murata, S. e.a. (2000). *Effectiveness of road infrastructure in the advanced cruise-assist highway system*. ITS Turijn 2000.

Myrhaug, H. (2000). *Towards usability of car-PCs*. ITS Turijn, 2000.

Naitoh, H. (2000). *Effect of information presentation to drivers on the prevention of collision of vehicles with obstacles*. ITS Turijn, 2000.

Nissan Motor Corp. Ltd. (1999). *Nissan adds 41 LV-Z to Cima Lineup*. Corporate Communications Dept. Foreign Media Section, Tokyo.

Obojski, Marian Andrzej e.a. (2000). *Development and test of vehicles based on the LACOS concept: the car manufacturer experience*. ITS Turijn 2000.

Oei Hway-liem (1998). *Intelligente Snelheidsadaptatie; een vergelijking van Nederlandse en Zweedse systemen*. R-98-52. SWOV, Leidschendam.

Oei Hway-liem (1998). *Advanced Cruise Control ACC; gewenste beleidsmaatregelen bij de invoering van ACC*. R-99-23 . SWOV, Leidschendam.

Oei Hway-liem (2001). *Veiligheidsconsequenties van het Intelligente Adaptatie Systeem ISA*. R-2001-11, SWOV, Leidschendam.

Perrett, K.E. & Stevens, A. (1996). *Review of the potential benefits of road transport telematics*. TRL Report 220. TRL, Crowthorne.

Public Works Research Institute (PWRI), Ministry of Construction Japan (2000). *Outline of advanced Cruise-Assist Highway Systems*. PWRI, Tokyo.

Regan, M. (2000). *Trial and Evaluation of Integrated In-Car ITS Technologies. Report on an Australian Research Programme*. ITS Turijn 2000.

Roessger, P. (2000). *Human factors, technology, and functionality of a carPC*. ITS Turijn 2000.

Ross, T. (2000). *Human Machine Interface integration for driver systems*. ITS Turijn 2000.

Sala, G. e.a. (2000). *The potential impact on traffic safety of lateral support systems*. ITS Turijn 2000.

- Sala, G. e.a. (2000). *Accident analysis and system specification*. ITS Turijn 2000.
- Saroldi, A..e.a. (2000). *IN-ARTE system to support the driver in extra-urban environment*. ITS Turijn 2000.
- Scapaticci, D.e.a. (2000). *Safety and comfort driver support functions in TRIP-MATE concept car*. ITS Turijn 2000.
- Stevens, A. e.a. (2000). *A safety checklist for the assessment of in-vehicle information systems*. ITS Turin 2000.
- Tamura, M. e.a. (2000). *Research on an emergency braking aid system*. ITS Turijn 2000.
- Tanaka, Y. e.a. (2000). *Multi-functional deployment of AHS key technology*. ITS Turijn 2000.
- Tanaka, Y. e.a. (2000). *System (smart cruise 21) and evaluation plan*. ITS Turijn 2000.
- Tango, F.e.a. (2000). *The development of a smart pre-crash system: the CHAMELEON project*. ITS Turijn 2000.
- Tijerina, L. (1999). *DEMO 99: Haptic Display Test Bed Vehicle*. DEMO OHIO 1999, Ohio.
- Torch, W. (1999). *The Eye-Com-Perclous-Measuring and Biosensor, Communicator and Controller; A new technology in the monitoring and measurement of drowsiness, sleep-onset, variable states of consciousness and non-verbal communication and control*. Washoe Sleep Disorder Centre, Reno, Nevada.
- Transportation Research Board TRB (1999). *National Automated Highway System Research Program; a review*. Special Report 253. TRB, Washington D.C.
- U.S. Department of Transportation (2000). *Intelligent Vehicle Initiative Business Plan*,. DoT, Washington.
- Vivo, G. e.a. (2000). *European activities on lateral control support: the LACOS project*. ITS Turijn 2000.
- Volvo Trucks North America Inc. (1999). *News release. Volvo Trucks Brings Innovation to Vehicle Design*. Volvo, Greensborough, North Carolina.
- Wakasugi, T. e.a. (2000). *Driver reaction time to forward vehicle collision warning*. ITS Turijn 2000.
- Wirtschaftsforum Verkehrstelematik (1996). *Vereinbarung zu Leitlinien für die gestaltung und Installation von Informations- und Kommunikationssystemen in Kraftfahrzeugen*. Bonn, 1996. [Niet gepubliceerd].

Wouters, P.& Bos J. (2000). *Traffic accident reduction by monitoring driver behaviour with in-car data recorders*. In: Accident Analysis and Prevention 32 (2000), pp. 643-640.

Yamada, K. e.a. (2000). *System safety and reliability evaluation of advanced cruise-assist highway system (AHS)*. ITS Turijn 2000.

Yamamoto, K. & Hirata, Y. (2000). *Active safety improvement through effective use of driver's alertness level information*. ITS Turijn, 2000.

Yokochi, K. e.a. (2000). *Evaluation of human factors of smart cruise systems using a driving simulator*. ITS Turijn 2000.

ITS Turijn

Het 7e wereldcongres voor ITS in Turijn (6-9 nov. 2000) werd georganiseerd door Ertico. Deze netwerkorganisatie is opgericht in 1991 door industrie en landen uit Europa en de Europese Commissie. Het congres wordt gesteund door vergelijkbare organisaties uit de Verenigde Staten (ITS America) en Japan (VERTIS). Ieder jaar wordt een dergelijk congres gehouden met sprekers en deelnemers uit de automobiellindustrie (OEM's), toeleveranciers of verwante bedrijfstakken, overheden, researchorganisaties en belangenorganisaties. Het ITS-congres geeft een goed overzicht van de stand van het ITS-beleid, zowel bij overheden als industrie, en een goed inzicht in de stand van zaken van de ITS-techniek.

Volgens de deelnemerslijst zijn er 3169 bezoekers en sprekers geweest. Ongeveer 10% is afkomstig uit Noord-Amerika (met name de VS), een derde uit Azië (27% komt uit Japan) en ruim de helft uit West-Europa. Zuid-Amerika, Oost-Europa, het Midden-Oosten en overige gebieden waren met enkele procenten vertegenwoordigd. De grote vertegenwoordiging van West-Europa heeft ongetwijfeld met de plaats van het congres te maken. Opvallend is de grote opkomst (ook als spreker) uit Japan, zeker als dat met de VS wordt vergeleken: 27% om 9%. Er zijn acht landen met meer dan 100 deelnemers, in volgorde: Japan, Italië, Duitsland, VS, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk, Zweden en Nederland (106). Landen met een eigen automobiellindustrie zijn dus goed vertegenwoordigd, uitgezonderd wellicht Korea (59).

Er zijn 'executive sessions', 'plenary sessions', 'EC special sessions', 'special sessions', 'technical & scientific sessions' en een 'exhibition'. Inhoudelijk zijn de laatste twee categorieën het meest interessant en daarover is dan ook een CD-ROM respectievelijk een catalogus uitgegeven. De 'technical en scientific session' worden door technici vanuit de industrie (voertuigen), ingenieurs van de overheid (infrastructuur) en beleidsmakers gegeven. Doorgaans zijn ze nogal technisch van aard; psychologen en economen vormen een kleine minderheid van de deelnemers aan deze sessies. Voor informatie-uitwisseling over 'human factors' is het niet de beste plek, hoewel dit onderwerp wel degelijk in een aantal sessies aan de orde komt.

Er zijn 145 Technical and Scientific Session gehouden met circa vijf presentaties per sessie. In totaal zijn dus ongeveer presentaties gegeven. Een belangrijk deel daarvan is relevant voor verkeersveiligheid. Voor onderwerpen als Anti-Collision of Speed Adaptation is dit evident, maar ook On-trip Driver Information of sessies over HMI zijn van belang voor verkeersveiligheid. Op indirecte wijze is ongeveer een zesde van het programma relevant voor verkeersveiligheid te noemen. Veel van de presentaties zijn dan ook in de referentielijst en de voorafgaande hoofdstukken te vinden. Overige presentaties betreffen o.a. openbaar vervoer, architectuur, internet, beprijzing, multi-modaliteit, vloot management et cetera.

Het gevoerde beleid in de VS, Europa en Japan is terug te vinden in het programma. Verreweg het grootste deel van de relevante presentaties gaat over in-car systemen. Alleen uit Japan komen presentaties over de infrastructuur. Navigatie is 'hot' op dit moment met grote stands op de expositie van bedrijven als Navigation Technologies (Navtech), Tele Atlas en Siemens. Dit heeft uiteraard met de marktontwikkelingen te maken. Research en development ten aanzien van navigatiesystemen richt zich op dynamische route-informatie en uitbreiding van gegevens over de infrastructuur (zie ook hoofdstuk 3). Een andere trend is het inbouwen van meerdere systemen zoals ACC, navigatie en FCW, zoals ook in hoofdstuk 2 te vinden is.

Demo Ohio

Deze demonstratie van 'Intelligent Vehicle Technology' werd gehouden van 26 tot 29 juli 1999 in East Liberty, Ohio op een test site van het Transportation Research Center Inc. Het was georganiseerd door ITS America en ITS Ohio. Omdat verschillende systemen nog in de ontwikkelingsfase waren, was het niet toegestaan om te fotograferen of te filmen, en werd gedetailleerde technische informatie mondjesmaat verstrekt.

Er waren ongeveer 250 deelnemers, voornamelijk uit de VS, maar ook uit Japan en Europa. Het programma bestond uit presentaties door onderzoekers en de industrie over Intelligent Vehicle Initiative (IVI) systemen, demonstraties van IVI systemen op de test site, een 'beurs' waar industrie en research organisaties zich presenteerden, een bezoek aan Ohio State University OSU en uit parallele 'committee meetings'.

De volgende IVI-systemen werden getoond:

- Adaptive Cruise Control;
- Lane Tracking for Road Departure Warning;
- Forward Collision Warning;
- Lane Change /Merge Collision Warning;
- Vision Based Lane Following;
- ACC met remmen en gebruik van radar reflecterende markers op de snelweg;
- Haptische systemen (rempedaal, stuur);
- Rear Impact Warning voor bussen;
- Interactie van met ITS uitgeruste voertuigen met motoren;
- Voertuig-interactie met de weg (magnetic tape);
- Precision Docking;
- Drowsy Driver Detection;
- Automated Highway System AHS.

NB. de Amerikaanse namen van de systemen zijn gehandhaafd.