

ELEKTRONICA IN HET WEGVERKEER

Een literatuuroverzicht in opdracht van de Raad voor de Verkeers-
veiligheid

R-84-23

Drs. P.I.J. Wouters

Leidschendam, 1984

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Elektronische hulpmiddelen hebben een zodanig stadium van ontwikkeling bereikt dat functies die tot nu toe gereserveerd waren voor menselijke taakuitvoering binnen hun bereik komen te liggen. Dit impliceert een conceptuele problematiek, die onder meer bij toepassing van elektronica in het verkeer en vervoer - het onderwerp waarop dit rapport zich richt - de aandacht vergt.

Verkeer en vervoer vindt feitelijk plaats op de weg en betreft activiteiten van (grote aantallen) individuele verkeersdeelnemers. Hun activiteiten worden, resp. kunnen beïnvloed worden door die van overheden. Binnen beider activiteiten is onderscheid te maken tussen de aspecten: waarnemen (c.q. informatie en communicatie), beslissen, handelen en risicobeheersing. Deze aspecten zijn alle van belang in ieder van de te onderscheiden fasen van het "verkeers- en vervoers(onveiligheids)proces": het verplaatsingsgedrag, het verkeersgedrag, ontmoetingen en incidenten, de ongeval-fase en de na-ongevalsfase. De hiervoor genoemde drie groepen elementen vormen de basis voor een functionele structuur, waarbinnen de mogelijkheden voor toepassing van elektronische hulpmiddelen in het verkeer aangegeven worden.

Aan invoering en inpassing van elektronica in het verkeer zijn problemen verbonden. Voorafgaand aan instrumentatie en implementatie is daarom een probleemanalyse vereist. In deze context wordt een aantal gezichtspunten uitgewerkt, waaronder de mogelijkheden en beperkingen inherent aan elektronische hulpmiddelen, aspecten van de informatievervalsing aan en -verwerking door verkeersdeelnemers en de invloed op de uitvoering van verkeerstakingen.

De tot nu toe genoemde onderwerpen worden in een eerste deel van het rapport behandeld teneinde lacunes in "het denken over" toepassingsmogelijkheden van elektronica ten behoeve van verkeersveiligheidsbeheersing te kunnen traceren. Een tweede deel van het rapport is gewijd aan "de kennis van" deze mogelijkheden. Daartoe wordt eerst een overzicht gegeven van de literatuur over toepassingen van elektronica. Dit overzicht is opgezet naar de eerder uitgewerkte functionele structuur.

Tenslotte wordt de hedendaagse praktijk van toepassing, zoals die uit het literatuuroverzicht blijkt, vanuit de volgende vraagstellingen bediscussieerd:

- op welke terreinen er geen ontwikkelingen met betrekking tot elektronica geconstateerd worden (terwijl dit in principe mogelijk lijkt);
- op welke terreinen elektronica slechts experimenteel wordt toegepast (terwijl gebruik in de praktijk levensvatbaar lijkt);
- in hoeverre, bijvoorbeeld niet altijd, niet overal, alleen bij bepaalde condities enz. elektronische hulpmiddelen in de praktijk worden toegepast (terwijl een ruimer gebruik mogelijk lijkt);
- in hoeverre bestaande toepassingen optimaal uitgevoerd zijn.

Deze discussie, die op de eerder gegeven informatie gebaseerd is, kan aanleiding vormen tot (uitspraken over) een stimuleren van respectievelijk: nieuwe ontwikkelingen, toepassingsgericht onderzoek, ruimer gebruik en optimalisatie van elektronische hulpmiddelen.

INHOUD

Voorwoord

Deel I: Mogelijkheden voor toepassingen van elektronica in het wegverkeer

- I.1. De noodzaak tot beheersing van de invoering
- I.2. Een functionele indeling bij de toepassing
- I.3. Gezichtspunten bij de invoering

Deel II: Bestaande toepassingen van elektronica in het wegverkeer

- II.1. Algemeen
- II.2. Toepassingen bij het verplaatsingsgedrag
- II.3. Toepassingen bij het verkeersgedrag
- II.4. Toepassingen bij ontmoetingen en incidenten
- II.5. Toepassingen bij de ongevallenfase
- II.6. Toepassingen bij de na-ongevalsfase

Slotbeschouwing

Literatuuropgave

VOORWOORD

In zijn opdracht aan de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV voor een literatuuroverzicht merkt de Raad voor de Verkeersveiligheid over de opzet daarvan op dat deze zodanig moet zijn dat: "lacunes in het denken over en (kennis van) toepassingsmogelijkheden van elektronica ten behoeve van verkeersveiligheidsbeheersing getraceerd kunnen worden".

Het eerste deel van het literatuuroverzicht is gewijd aan "het denken over". Er worden de volgende onderwerpen in behandeld: het belang van een gecontroleerd invoeren van elektronica in het verkeer, een functionele structurering van de toepassingsmogelijkheden, en tenslotte een overzicht van de belangrijkste gezichts- en aandachtspunten bij invoering van elektronica in het verkeer. Waar relevant komen in de behandeling van deze onderwerpen de aspecten aan de orde, waarvan de RVV aangegeven heeft ze met betrekking tot "elektronica in het verkeer" van belang te achten, te weten: kosten/baten, veiligheid/vrijheid en juridische aansprakelijkheid.

Het tweede deel van het literatuuroverzicht is gewijd aan "de kennis van" en behandelt literatuur over toepassingen van elektronica in het verkeer. Het heeft eenzelfde indeling als de in het eerste deel besproken structurering. Dit maakt het mogelijk de hedendaagse praktijk van toepassingen van elektronica in het verkeer af te zetten tegen de gezichts- en aandachtspunten, weergegeven in het eerste deel.

In een afsluitende beschouwing wordt tenslotte het gebied van toepassingen van elektronica in het verkeer - inclusief "witte plekken" daarin - naar stadium van ontwikkeling "in kaart" gebracht.

Het rapport is opgesteld door drs. P.I.J. Wouters (Afdeling Pre-crash onderzoek). In deel II zijn bijdragen van ir. T. Heyer en ir. H.L. Oei verwerkt.

Prof.ir. E. Asmussen,
directeur Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

DEEL I: MOGELIJKHEDEN VOOR TOEPASSINGEN VAN ELEKTRONICA IN HET WEGVERKEER

1.1. DE NOODZAAK TOT BEHEERSING VAN DE INVOERING

Van elektronica is te constateren dat het in het afgelopen decennium in steeds toenemende mate toegepast wordt in alle sectoren van de maatschappij. Dit betreft dan in het bijzonder, maar niet uitsluitend, toepassing van zogenaamde geïntegreerde elektronica. Deze vorm van elektronica is te karakteriseren als samenstellen van elektronische elementen van micro- en submicro-grootte en van verbindingen tussen die elementen, welke te zamen een functionele eenheid vormen en welke ook als één geheel ontworpen, gefabriceerd, geprogrammeerd en toegepast worden. Geïntegreerde elektronica wordt overigens ook vaak aangeduid met "micro-elektronica" of "halfgeleider-techniek", terwijl in het spraakgebruik soms de term "chip" gehanteerd wordt. Als gevolg van massafabricage van geïntegreerde elektronica wordt de kostprijs lager. Tegelijkertijd bestaat er een technische ontwikkeling naar een verkleining van de fysieke omvang. Binnen de geïntegreerde elektronica is onderscheid te maken tussen "analoge" elektronica (d.i. elektronica, werkend met continu in de tijd variërende elektrische stromen en spanningen) en "digitale" elektronica (die werkt met reeksen van korte stroom- en/of spanningspulsen). Vooral de laatste vorm wordt steeds meer toegepast. Dit is een gevolg van de met digitale elektronica gemakkelijker te verkrijgen precisie en bereik. Daarmee is immers een flexibeler programmeerbaarheid en een grotere verwerkingscapaciteit bij een hoge mate van betrouwbaarheid te verwezenlijken. Die programmeerbaarheid en verwerkingscapaciteit is inmiddels reeds zodanig dat functies die tot nu toe gereserveerd waren voor menselijke taakuitvoering, binnen het bereik van de micro-elektronica komen te liggen. Deze ontwikkelingen scheppen voor de toekomst in beginsel de mogelijkheid van een meer en vooral een verdergaande toepassing van de geïntegreerde elektronica. Dit impliceert een conceptuele problematiek.

De mogelijke gevolgen van steeds meer omvangrijke en verdergaande invoering van micro-elektronica voor de samenleving vormde voor de Nederlandse regering aanleiding einde 1978 een "Adviesgroep Maatschappelijke Gevolgen van de Micro-elektronica" in te stellen. Deze zogenoemde commissie Rathenau merkt in haar aanbiedingsbrief van haar rapport: "Rapport

van de adviesgroep MICRO-ELEKTRONICA" over die gevolgen onder meer op: "... de ter beschikking gekomen gegevens (hebben) de groep in haar mening gesterkt dat de verdere ontwikkeling van de micro-elektronica op het Nederlandse economische en maatschappelijke bestel grote invloed zal uitoefenen. Over het tempo waarin zich veranderingen in de samenleving zullen voltrekken, is het moeilijk uitspraken te doen. Degenen die veranderingen op korte termijn verwachten - hiertoe behoren enkele leden der Adviesgroep - spreken van een revolutionaire ontwikkeling. Toch meent de groep zich voorzichtig te moeten opstellen. Zoals te verwachten was, is het niet mogelijk geweest het geheel van mogelijke toepassingen te overzien en de kansen op verwerkelijking daarvan te bepalen".

Kortom, de commissie verwacht een grote invloed van invoering van micro-elektronica op de samenleving, maar onthoudt zich van uitspraken over het tempo van invoering, omdat ze dat niet voldoende kan overzien.

Technologische ontwikkelingen zijn zeker niet op te vatten als "niet door de samenleving en haar vertegenwoordigende organen beïnvloedbare processen". Tegen de achtergrond van de te verwachten invloed van invoering van geïntegreerde elektronica op de samenleving, stelt de commissie dan ook dat de overheid zich niet van haar regulerende taak mag onttrekken. Dit impliceert naar het oordeel van de commissie dat de overheid instrumenten dient te ontwikkelen en te gebruiken ten einde een sturende invloed op ontwikkelingen terzake uit te oefenen. Daarbij tekent de commissie aan dat het kiezen voor technologie geen automatisme mag zijn: fundamentele keuzen dienen aan de instrumentatie van de gekozen oplossingen vooraf te gaan.

Verkeer en vervoer omvat een een samenstel van doelgerichte activiteiten. De doelen die nagestreefd worden, zijn afgeleiden van het primaire - d.w.z. waaruit de bestaansredenen ontleend wordt - doel van verkeer en vervoer, te weten: transport van mensen, goederen en berichten. Dit transport is een gevolg van de behoefte aan sociale, culturele en economische mobiliteit. Verkeer en vervoer vormt daarmee deel van het maatschappelijke leven. Blijken van invoering van geïntegreerde en andere vormen van elektronica in dat deel van het maatschappelijk leven, c.q. bij activiteiten die er verband mee houden, zijn ruimschoots voorhanden. Niet meer weg te denken zijn bijvoorbeeld toepassingen voor de verkeers-(ge)leiding, dichtheidsindicatie en -regulatie, navigatie, communicatie

o.a. bij pech en ongevallen, snelheidsregulatie, nabijheidsindicatie, anti-botsing, voertuigdiagnose, anti-blokkering, zgn. trip-computers, etc.

Bij voorbaat de mogelijkheden aangeven van verdere toepassing is, zeker voor wat de minder nabije toekomst betreft, niet goed doenlijk; bovendien hangen die mogelijkheden ook samen met ontwikkelingen op andere terreinen. Het trekken van parallellen met andere vormen van transport, zoals die van de luchtvaart, de scheepvaart en het railvervoer, leert evenwel dat nog vele toepassingsmogelijkheden van elektronica in principe binnen "handbereik" liggen. Een enkel voorbeeld ter illustratie. De gezagvoerder van een verkeersvliegtuig hoeft zich heden ten dage geen zorgen te maken over de vroeger zo beruchte "dutch-roll", een ondermeer door luchtstromingen geïnduceerde rolbeweging van het vliegtuig rond zijn lengte-as en vooral van belang tijdens opstijg- en landingsmanoeuvres. Elektronisch gestuurde apparatuur heeft dit deel van zijn regeltaak namelijk overgenomen. Automobilisten dienen thans nog tijdens het koershouden storende invloeden als die van wind te ondervangen. Experimenten ter ontwikkeling van een voor dit doel geschikt stuurmechanisme zijn inmiddels met succes uitgevoerd, al is (nog) niet tot concrete invoering overgegaan.

Invoering van elektronica in het verkeer is heden voor een belangrijk deel een autonoom proces. In eerste instantie geschiedt invoering vaak op instigatie van de industrie. Voor de automobielin industrie geldt daarbij als belangrijke overweging: is er, ondermeer gegeven de kostprijs, een markt voor een bepaald produkt. Overheden voeren elektronica veelal in gegeven de min of meer "toevallig" door de industrie aangeboden mogelijkheden. Overigens dient opgemerkt dat kostenoverwegingen in het wegverkeer blijkbaar anders liggen dan bij de overige transportsystemen. Daar spelen zij geen dominerende rol, of liggen de kosten/batenverhoudingen zodanig dat introductie niet zozeer een probleem vormt.

Het feitelijke verkeer en vervoer betreft activiteiten van (grote aantallen) individuele verkeersdeelnemers, die in samenspel met elkaar en de verkeersomgeving hun verplaatsingsdoelen trachten te bereiken. De activiteiten worden "van buitenaf" beïnvloed door activiteiten van of namens de "maatschappij". Beide activiteiten kunnen tot verlies of schade leiden: vervuiling, overlast, ongevallen enz, met andere woorden aan beide is risico verbonden. Het onder controle houden van dit risico, en in het

bijzonder de beheersing van de verkeersonveiligheid, is dan ook een zaak van zowel individuele verkeersdeelnemers als van en namens de maatschappij.

Geconcretiseerd voor het veiligheidsaspect in het bijzonder en voor verkeer en vervoer in het algemeen, zijn de voor de gehele samenleving gedane uitspraken van de adviesgroep Rathenau als volgt te vertalen. De overheid dient, als vertegenwoordiger van de maatschappij, de invoering van geïntegreerde en andere elektronica in het verkeer en vervoer te reguleren. Zij dient daartoe de benodigde instrumenten te ontwikkelen. Vóórdat gekozen wordt voor invoering, dient onder meer rekenschap gegeven te worden van de omstandigheid dat in het verkeer en vervoer individuele verkeersdeelnemers een rol spelen bij de beheersing van de verkeersonveiligheid. Over de termijn waarop overheidsbemoeienis operationeel dient te zijn is geen uitsluitsel te geven. Met een te lang uitstellen ervan lijkt evenwel voorzichtigheid geboden. De reeds bestaande mogelijkheden tot toepassing en de autonome, wellicht zelfs ten dele ongewenste, toepassing geven daar alle aanleiding toe.

I.2. EEN FUNCTIONELE INDELING BIJ DE TOEPASSING

Er bestaat uiteraard een onderscheid tussen de onderwerpen: elektronica in het verkeer "als zodanig" en de toepassing of inpassing van elektronica in het verkeer. Het eerste betreft meer de hardware-problematiek. Het tweede is vooral een conceptueel probleem, waar - ook gegeven de onderzoekopdracht - de aandacht het eerst naar uit dient te gaan. Invoering van elektronica kan op allerlei wijzen doorwerken op het verkeer en de invloed hiervan kan gunstig of ongunstig zijn. Beheersing van de invoering zal onder meer als oogmerk hebben positieve invloeden te bevorderen met een vermijden van negatieve effecten. Zicht krijgen op mogelijke toepassingen zal dan ook een belangrijk doel vormen van "het denken over" elektronica in het verkeer. In dit verband beoogt dit hoofdstuk een functionele indeling te geven van de toepassingsmogelijkheden van elektronica in het verkeer.

Het feitelijke verkeer en vervoer vindt plaats in de openbare ruimte en daar ontstaat ook de feitelijke verkeersonveiligheid. Invloeden van elektronica zullen dan ook daar concreet tot uitdrukking komen. Om deze redenen is het zinvol het feitelijke verkeer tot uitgangspunt te nemen voor de verdere beschouwing.

In het verkeer nemen bestuurders of berijders van voertuigen en voetgangers waar, ze nemen beslissingen en handelen. Daarbij accepteren ze (een bepaalde mate van) risico, ze nemen risico en ze bieden het hoofd aan (manifest geworden) risico. Risicobeheersing vormt hiermee onderdeel van hun activiteiten.

Een deel van hun handelingen wordt via de bedieningsorganen uitgevoerd met behulp van het voertuig. Bij het waarnemen spelen informatie en communicatie, waaronder de verwerking van hieruit voortkomende gegevens, een rol. De informatie is afkomstig uit de "omgeving" en vanuit het voertuig (en dan niet alleen vanaf de reguliere "displays", maar ook van (bij)geluiden of anderszins). Het begrip omgeving dient hierbij ruim (in feite in systeem-theoretische zin) opgevat te worden. Er valt bijvoorbeeld onder: de weg, de wegomgeving, het weer, de geldende algemene en actuele regelgeving, en - niet in de laatste plaats - de overige verkeersdeelnemers. Daarnaast wordt het waarnemen, beslissen, handelen en de risicobeheersing beïnvloed door opleiding, ervaring enz. en door de

omstandigheid dat de mens een adapterende en lerende "regelaar" (controller) is. Tot zover op hoofdpunten een schets van het functioneren van een "bestuurder/voertuig-systeem in zijn omgeving". Overigens geldt hierbij dat de verkeersdeelnemer door zijn aanwezigheid en gedragingen andere weggebruikers beïnvloedt, voor wie de voorgaande beschouwing dan weer opgaat.

In principe nu kan elektronica een rol spelen in (de volgende aan gedragten grondslag liggende processen):

- het waarnemen, c.q. de informatie, communicatie,
- het beslissen,
- het handelen,
- de risicobeheersing.

In het bijzonder ten aanzien van informatie, communicatie dient opgemerkt te worden dat deze gericht kan zijn:

- vanuit omgeving en voertuig op de individuele verkeersdeelnemer,
- vanuit de individuele verkeersdeelnemer of zijn voertuig op de omgeving, i.c. andere verkeersdeelnemers, "collectieve" beslissers, resp. door hen aangelegde technische systemen, enz.
- dan wel combinaties van beide.

Maar deze opmerking geldt ook algemener: de rol van elektronica kan aangrijpen op de activiteiten van de individuele verkeersdeelnemer (en dus van alle verkeersdeelnemers) en op die van "collectieve" beslissers als centrale of locale overheden, wegbeheerders, politie e.d., terwijl tevens wisselwerking of combineren kan optreden.

Indien de rol van de elektronica bestaat uit het in zijn geheel overnemen van het waarnemen, beslissen en handelen en bijhorende risicobeheersing, is er sprake van een volledige automatisering van het wegverkeer.

Voorzover dit niet het geval is, gaat het om ondersteunen of overnemen van taken van de verkeersdeelnemer of van de "collectieve" beslisser. Naar alle waarschijnlijkheid zal op de afzienbare termijn van volledige automatisering geen sprake zijn, zo dit al gewenst is. Voor ondersteuning of overneming zou een criterium van taakbelasting genomen kunnen worden, bijvoorbeeld van evenredige of gelijkmatige verdeling van taken tussen "operator" en "system", of kan gestreefd worden naar vermijden of ontcrachten van "knelpunten" in de taakuitvoering, ook kan uitgegaan worden van de omvang van het risico.

Een ondersteunen of overnemen van deeltaken kan leiden tot:

- een homogenisering van (bestuurder/voertuig)"gedragingen",
- een kwaliteitswijziging in de uitvoering van taken,
- een verlichting van taken,
- een verschuiving in taken.

Duidelijk is dat genoemde gevolgen samenhangen en dat overlappingen optreden. Op het onderwerp van een verschuiven in bestuurderstaken, al dan niet tijdelijk en/of omgevingsgebonden, wordt later teruggekomen en wel met name op het aspect dat de bestuurder in de praktijk meer toezicht houdend zal gaan functioneren ("supervisory control").

De aard van de rol die elektronica kan spelen bij het waarnemen, beslissen, handelen en de risicobeheersing hangt samen met de processen die in of in samenhang met het feitelijke verkeer en vervoer optreden. In die processen is een zekere ordening aan te geven in termen van de logische volgorde waarin ze voorkomen, de onderlinge samenhang in groepen van processen en de tijdsduur waarbinnen ze afspelen. In verband ook met het nemen van het feitelijke verkeer als uitgangspunt, wordt daartoe hier aansluiting gezocht met het zogenaamde "fasemodel van het ongevalsproces". Onderscheiden worden de fasen:

- verplaatsingsgedrag;
- verkeersgedrag;
- ontmoetingen en incidenten;
- ongevallenfase;
- na-ongevalsfase.

Voor deze fasen is in principe aan te geven hoe en waar elektronica kan ingrijpen op waarnemen, beslissen, handelen en risicobeheersen, van zowel individuele verkeersdeelnemers als "collectieve" beslissers. Dit wordt hierna op hoofdpunten nader uitgewerkt.

Zoals eerder opgemerkt is, leiden bepaalde maatschappelijke activiteiten tot een verplaatsingsbehoefte. Het is hier niet de bedoeling in te gaan op gevolgen van door elektronica te weeg gebrachte of nog teweeg te brengen veranderingen voor die verplaatsingsbehoefte. Wel wordt erop gewezen dat nog vóórdat feitelijk aan verkeer en vervoer deelgenomen wordt, er invloeden zijn die direct met de verkeersdeelname van doen hebben. Het gaat dan over invloeden op het reisdoel, de vervoersmodus, de route en het reisschema, kortom op het "verplaatsingsgedrag".

Voor overheden, en in het bijzonder de centrale overheid, zal de betekenis van toepassen van elektronica met betrekking tot het verplaatsingsgedrag, vooral gelegen zijn in het kunnen verzamelen van actuele informatie over het verkeer in zijn totaliteit. Te denken valt hierbij aan "telgegevens" omtrent de omvang van het momentane verkeer, de samenstelling ervan, de verkeersbewegingen (dichtheden, route, reisdoel e.d.) enz. Een soort permanente "volkstelling van het verkeer" derhalve, en ook uitgevoerd met gelijksoortige oogmerken: het op verantwoorde wijze kunnen nemen van (grootschalige) beleidsbeslissingen. Hedendaagse elektronische rekenapparatuur en programmatuur maken analyseren van omvangrijke databestanden mogelijk, "decision-aid"-programmatuur is volop in ontwikkeling, enz. Gezien onder meer de moeite die de overheid zich thans reeds getroost om dit soort informatie te verkrijgen en het belang ervan o.a. bij het treffen van infrastructurele maatregelen, lijkt een dergelijke toepassing (die ook aansluit op het inrichten van andersoortige landelijke meetnetten) niet langer futuristisch.

Bedoelde telgegevens kunnen met allerlei andere gegevens aangevuld worden, onder meer ook door koppelingen aan te brengen met andersoortige databestanden, zoals die van ongevalgegevens. Een aspect hierbij is dat de informatie geïdentificeerde objecten kan betreffen. De thans nog bestaande technische problemen voor zo'n identificatie zijn gemakkelijk te overkomen, voorzover het althans om voertuigen handelt. Hiermee zouden doelstellingen verwezenlijkt kunnen worden die niet langer alleen met verkeer en vervoer van doen hoeven te hebben (naast controle op maximum snelheid, inhaalverboden enz., valt bijvoorbeeld ook te denken aan opsporingsdoeleinden, controle op wegenbelasting enz.). Het is duidelijk dat een dergelijke gebruik een privacy- en vrijheidsproblematiek impliceert, waarvoor verder verwezen wordt naar het rapport van de "Staatscommissie Bescherming Persoonlijke Levenssfeer in Verband met Persoonsregistraties, 1976", (de zgn. Staatscommissie Koopmans).

Bepaalde informatie die de overheid o.a. met elektronische hulpmiddelen kan verkrijgen, kan de individuele verkeersdeelnemer in zijn verplaatsingsgedrag van pas komen, resp. al vóórdat actief aan het verkeer deelgenomen wordt zijn verplaatsingsgedrag beïnvloeden. Het beeld dat de overheid zich namelijk kan verschaffen van het actuele verkeer, de omstandigheden waaronder het plaats vindt, het optreden van momentane verstoringen in bijvoorbeeld de doorstroming enz. reikt verder dan het

blikveld van individuen. Thans reeds wordt van mogelijkheden in deze zin gebruikt gemaakt om via radioberichtgevingen, al dan niet onderweg zijnde verkeersdeelnemers van relevante informatie te voorzien, zoals over congesties en de weersgesteldheid, terwijl soms ook aanbevelingen voor de te volgen route, gebruik maken van openbaar vervoer e.d. gegeven worden. Ontwikkelingen terzake gaan in de richting van een intensivering van de communicatie tussen overheden en individuen en van een specificering van de informatie-inhoud. In principe zijn de mogelijkheden voorhanden een communicatiesysteem te ontwikkelen dat loopt van vóór het deelnemen aan het verkeer tot de momentane situatie van de verkeersdeelnemer in het verkeer. Het gaat dan wel over gemotoriseerd verkeer op belangrijke wegen-netten.

De uitgevoerde verplaatsingen geven aanleiding tot een "verkeersgedrag". Hieronder worden dan activiteiten (weer in de zin van waarnemen, beslissen, handelen en risicobeheersen) gerekend, die verband houden met de rijnsnelheid, de dwarspositie op de weg, de koers, en de aard en het niveau van de waakzaamheid. Dit verkeersgedrag staat overigens niet los van de vorige fase. Een verkeersdeelnemer bijvoorbeeld met een krap reisschema op weg naar een ver reisdoel, zal eerder geneigd zijn een hogere snelheid aan te houden, eerder inhalen, en bij haast en vermoeidheid zal zijn aandacht meer diffuus worden. Dit alles heeft tevens gevolgen voor de later te bespreken fase van "ontmoetingen en incidenten".

Voor overheden is deze fase vooral van belang in het opzicht van de verkeersbeheersing en dat te verstaan in ruime zin. Te denken valt daarbij aan onderwerpen als de (sturing van de) distributie van verkeer over (netwerken van) wegen, de verkeersstroom(ge)leiding, bijvoorbeeld in de zin van snelheidsregelingen bij congesties, ongevallen e.d., enz. Behalve overigens uit overwegingen verband houdend met massamotorisering, kan verkeers(stroom)beheersing in de toekomst tevens om een andere reden aandacht vragen. Onder invloed van schaarste aan energie en grondstoffen en de daaraan verbonden kostprijsverhogingen, de invloed van het verkeer op het milieu enz. kan een trend doorzetten naar voertuigen van zo beperkt mogelijk gewicht en motorvermogen. Als met dit soort voertuigen geen gelijkmatig tempo aangehouden kan worden, zal de voor versnellen en vertragen extra benodigde energie de winst in energiegebruik al snel

teniet doen. Bovendien zal het beperkte vermogen tot optrekken een verstoring in de verkeersstroming langer in stand houden. Onder invloed van de mogelijkheden die elektronische hulpmiddelen kunnen bieden, kan verkeersbeheersing zich ontwikkelen van een statische tot een dynamische activiteit, terwijl bovendien een groei kan ontstaan van lokale ingrepen naar een over wegen(netten) geïntegreerde sturing. Ter toelichting hierop het volgende.

In de hedendaagse praktijk van verkeersbeheersing worden op basis van theorievorming omtrent het autonome gedrag van verkeersstromen min of meer vaste verkeersregelingen e.d. ontworpen. Het functioneren van dergelijke regelingen hangt derhalve samen met de mate waarin het verkeer zich "modelmatig" gedraagt. Elektronica maakt het mogelijk regeling op basis van actueel plaats- en tijdgebonden gedrag te doen plaatsvinden, zij het dat dit hoge eisen stelt op het gebied van de "software". En wat het tweede punt betreft is op te merken dat thans nog vooral lokaal wordt ingegrepen, bijvoorbeeld op plaatsen met een verhoogde kans op congesties. Kennelijk wordt uit noodzaak de gedachte gehanteerd: als op die specifieke plek alles goed verloopt, dan valt het elders wel mee of ontstaan er geen andere problemen. Geïntegreerde sturing zou problemen kunnen (helpen) voorkomen, in plaats van ze op te lossen waar ze zich voordoen.

Behalve het ter beschikking krijgen van de vereiste informatie en de verwerking tot sturing, is bij verkeersbeheersing tevens communicatie met de verkeersdeelnemers van belang. Die communicatie kan zich beperken tot alleen het verschaffen van informatie, onder meer in de vorm van adviezen of opdrachten. Maar ook kan gedacht worden aan ingrijpen op de voertuigbesturing. In dat geval is er sprake van automatisering: bepaalde delen van de bestuurderstaak worden ondersteund of overgenomen. Het ingrijpen op (de vrijheid van) handelen houdt overigens tevens een verschuiving in ten aanzien van de verantwoordelijkheid voor risicobeheersing. Opgemerkt zij dat communicatie ten behoeve van een dergelijk ingrijpen behalve een (vaste, i.c. omgevingsgebonden) zender een (voertuiggebonden) ontvanger vereist. Bij een zodanige ontwikkeling zou de laatste installatie overigens gemakkelijk uit te breiden zijn voor een actief contact van verkeersdeelnemer naar wegbeheerder.

Voor de verkeersdeelnemer zijn in deze fase elektronische hulpmiddelen van belang ter ondersteuning of overname van taken. Het is mogelijk dit

te realiseren in afstemming op de ondersteuning ten aanzien van zijn verplaatsingsgedrag, waarbij dan compatibiliteitseisen gelden. Te denken valt bijvoorbeeld aan uitbreiding van route-informatie met een snelheidsadvies, v66rwaarschuwingen e.d. Ook hierbij geldt dat de horizon van de verkeersdeelnemer verruimd kan worden, zijn attentie waar nodig gericht, enz.

Ontmoetingen met andere verkeersdeelnemers, discontinuïteiten in het wegverloop enz. leiden ertoe dat geremd moet worden, bijgestuurd en de aandacht versterkt. Niet tijdig of in onvoldoende mate reageren, bijvoorbeeld door een verkeerde inschatting van de toestand, gebrek aan informatie of ervaring, kan leiden tot een noodremming, abrupt uitwijken enz. Zolang en voorzover de verkeersdeelnemer nog effectief ter voorkoming van een ongeval opereert, spreken we van de fase van de "ontmoetingen en incidenten".

Voor deze fase zullen elektronische hulpmiddelen vooral van belang zijn voor individuele verkeersdeelnemers. Ongewenste ontmoetingen, dan wel ontmoetingen onder niet-wenselijke condities en het inadequaat koershouden en volgen van de weg kunnen voorkomen worden, bijvoorbeeld met hulpmiddelen in de sfeer van car-following, rijstrookgeleiding, invoegregulaties e.d. Bij noodmanoeuvres kunnen hulpmiddelen als die van anti-botsingsmechanismen, anti-blokkeerinrichtingen, snelheidsafhankelijke beperkingen van de stuuruitslag, dan wel snelheidsafhankelijke besturing van voor- en achterwielen een positieve uitwerking hebben.

Overheden zullen eerst in deze fase vooral dan een rol spelen, als zij in de voorgaande fasen overgegaan zijn tot automatisering van delen van de verkeersbeïnvloeding. Dan te treffen aansluitende maatregelen zullen in wezen het karakter hebben van een "fail-safe" toevoeging, een oogmerk dat in verband staat met verschuivingen in verantwoordelijkheden bij de risicobeheersing of in de aansprakelijkheidsstelling als gevolg daarvan. Daarnaast heeft de overheid vanzelfsprekend een regulerende taak die o.a. in regelgeving en normstelling tot uitdrukking kan komen.

Gegeven overigens de omvangrijke aantallen noodmanoeuvres die in het verkeer uitgevoerd worden, zou toepassing van elektronische hulpmiddelen in de wat eenvoudiger sfeer van de rem- en stuurondersteuning van groot belang kunnen zijn. De kosten-kant speelt hierbij ook geen overheersende rol meer. Een dergelijke toepassing is namelijk niet alleen in verkeers-

gebieden en dan voor het gemotoriseerde verkeer, van betekenis, maar ook situaties van mengverkeer en in woongebieden, en dan derhalve - zij het indirect - voor voetgangers en fietsers. Daarbij dient bedacht te worden dat bijvoorbeeld in 1982 onder deze categorie van "zwakke verkeersdeelnemers" ruim 50% van het totale aantal verkeersdoden viel en rond 60% van de (al-dan-niet in een ziekenhuis opgenomen) gewonden.

Tijdens een ongeval: de "ongevallenfase", spelen activiteiten van verkeersdeelnemer en passagiers nog nauwelijks een rol; men is min of meer overgeleverd aan de loop van de gebeurtenissen.

Werkend op de ondervonden vertragingen kan elektronische apparatuur mechanismen voor de beveiliging van voertuiginzittenden in werking stellen, overigens zonder tussenkomst van die inzittenden. Tevens kunnen automatisch signaleringssystemen in werking gesteld worden teneinde andere weggebruikers en wegbeheerders te waarschuwen, voorzover in voorgaande fasen voorzien is in ontvangst en verwerking van het gegeven. Deze signalering kan tevens aansluiten op voorzieningen behorend tot de volgende te bespreken fase.

In de "na-ongevalsfase" dienen zo snel mogelijk hulpdiensten gealarmeerd te worden. De alarmering dient, wil de hulpverlening adequaat in gang gesteld en uitgevoerd worden, aan te sluiten (en soms aansluiting te kunnen geven) op hulpverleningssystemen op centraal niveau ("rampenplan"), lokaal niveau ("hulpverleningsscenario's) en ook op de besproken verkeersbeheersingssystemen. Dit laatste teneinde andere weggebruikers tijdig te waarschuwen, congesties te voorkomen enz. Tevens is wenselijk dat op genoemde niveaus toezicht op de uitvoering van de hulpverlening kan plaatsvinden. Snelheid, betrouwbaarheid en volledigheid van informatie spelen hierbij een doorslaggevende rol. Vandaar dat in dit verband vooral aan effectief werkende communicatiesystemen gedacht moet worden.

I.3. GEZICHTSPUNTEN BIJ DE INVOERING

Eerder is al opgemerkt dat in het onderwerp "elektronica in het verkeer" de elektronica-hardware niet zo zeer een probleem vormt, maar dat de problematiek voornamelijk met de invoering of inpassing in het verkeer verbonden is. Invoering zal dan ook vooraf dienen te gaan door een probleemanalyse terzake, onder meer teneinde de fundamentele keuzen voorafgaand aan de instrumentatie te kunnen doen, waarover het rapport Rathenau spreekt.

Dit hoofdstuk beoogt de gezichtspunten aan te geven waar bij invoering van elektronica in het verkeer aandacht dient uit te gaan.

In het vorige hoofdstuk is aangegeven dat elektronica kan ingrijpen op het waarnemen, beslissen, handelen en de risicobeheersing van zowel de individuele verkeersdeelnemer als de collectieve beslissers. Die ingrepen zijn voorts anders van aard voor de verschillende te onderscheiden fasen van het verkeersproces.

In het kader van deze functionele ordening komt nu eerst een aantal gezichtspunten aan de orde die te maken hebben met de werking van elektronische systemen zelf. Ten aanzien van die werking zijn de onderwerpen te onderscheiden: input - gegevensverwerking - output en relaties daartussen, kortom het elektronische analogon van het menselijke: waarnemen, beslissen, handelen en risicobeheersen. De input of ingangsgrootheid betreft in wezen informatie, die tijdens de gegevensverwerking getransformeerd wordt tot andersoortige informatie: de output of uitgangsgrootheid. De laatste grootheid dient dan om processen in het verkeer te beïnvloeden. Vooral tussen deze grootheid en "het verkeer" kan een zogenaamd interface-probleem ontstaan: een probleem rondom de aansluiting en afstemming op elkaar. Maar ook elders doet dit probleem zich voor.

Om elektronische hulpmiddelen van welke aard dan ook zinvol te kunnen gebruiken is derhalve informatie in enigerlei vorm nodig; welke informatie nodig is hangt direct af van de doelstelling van het gebruik. In het algemeen zal de informatie dynamisch, d.w.z. in de tijd veranderlijk zijn. (Een uitzondering hierop is de "modelmatige" informatie die, zoals eerder opgemerkt, tot semi-statische programmaregelingen verwerkt kan worden.) De informatie zal daarom doorgaans verkregen moeten worden door

middel van permanente - continu of ge"sampled", maar in ieder geval gedurige - metingen. Omdat de informatie de basis voor de uiteindelijke verkeersbeïnvloeding vormt, gelden voor de correctheid van de meetgegevens hoge eisen. Voorbeelden uit de hedendaagse praktijk binnen het verkeer, maar ook analogieën bijvoorbeeld met de procesindustrie, leren dat met het meten zich veelvuldig problemen voordoen. Vaak ook moet volstaan worden met het bepalen van afgeleide grootheden, hetgeen tot aparte complicaties aanleiding geeft. Kortom, de uit analyse vastgestelde voor toepassing van elektronica benodigde informatie zal lang niet altijd of niet voldoende betrouwbaar, verkregen kunnen worden.

Gegeven gebruiksdoel en benodigde informatietransformatie, moet de gegevensverwerking ontwikkeld worden. Deze verwerking omvat onder meer "algorithmen" voor beslissingen, afwegingen e.d., met andere woorden, voor zaken die o.a. voor de risicobeheersing uitermate belangrijk zijn. Bovendien is er vaak een grote afstand tussen de mogelijk complexe beslissingsprocedures en normstelling enerzijds en het uiteindelijke ingrijpen op de enkeling anderzijds. Voor het ontwikkelen van dit soort software is een goed inzicht in het "verkeer" derhalve essentieel. Dit inzicht betreft onder meer kennis over hoe in het verkeer "intelligente" systemen als mensen hun input tot output verwerken en over hoe dergelijke processen met elektronica te optimaliseren zijn. Ter illustratie hiervan enkele voorbeelden. Gegevens zullen vaak in grote aantallen voorkomen, maar slechts één of hooguit een beperkt aantal onderwerpen betreffen. Zij zullen daarbij veelal in geaggregeerde vorm gehanteerd worden. Als nu niet duidelijk vast te stellen is of en in hoeverre een deelprobleem afgezonderd kan worden, ontstaat het gevaar van sub-optimalisatie: met het oplossen van het ene probleem wordt een ander gecreëerd. En indien niet goed bekend is of en in hoeverre de uit statistische interpretatie van geaggregeerd materiaal verkregen gegeneraliseerde beeldvorming afwijkingen of uitzonderingen verdisconteert, kunnen onder specifieke omstandigheden of voor specifieke verkeersdeelnemers enz. onjuiste beslissingen genomen worden.

Ten aanzien van de gegevensverwerking tenslotte nog een korte opmerking. Van standaardisatie van elektronische componenten is op dit moment niet of nauwelijks sprake. Dit bemoeilijkt, ook in internationaal verband gezien, de ontwikkeling en uitwisseling van o.a. software ten zeerste.

De output of getransformeerde informatie zal in enigerlei vorm de gebruiker voor (het) gebruik(sdoel) aangeboden worden. Voorzover de gebruiker geen mens is (bijv. een remsysteem of verkeerslichteninstallatie) houdt dit in dat één of ander elektronisch en/of mechanisch enz. systeem in werking gesteld wordt. Bij direct menselijk gebruik: door verkeersdeelnemers en/of overheid, bestaat de output uit informatie van enigerlei vorm.

In beide gevallen bestaat er een inpassings- of aansluitingsprobleem (zoals dat overigens ook, maar doorgaans in minder ernstige mate, bestaat in de schakels tussen input en verwerking, en verwerking en output). Mechanische systemen zijn aanmerkelijk trager dan elektronische; ze zijn daarnaast gevoeliger voor slijtage en behoeven onderhoud. In toepassingen waarin snel en betrouwbaar activiteiten met mechanische componenten verricht moeten worden, vormen zij de begrenzing voor de mogelijkheden van elektronica.

Het rechtstreeks aan mensen aanbieden van informatie, danwel het met tussenkomst van extra elektronische en/of mechanische hulpmiddelen ingrijpen op menselijke activiteiten, kent een aantal aspecten, die in het bijzonder aandacht verdienen. Eerst wordt nu ingegaan op het geven van informatie.

Terugkomend op de bespreking van de verschillende fasen van het verkeersproces, zal duidelijk zijn dat de aard van de aan verkeersdeelnemers aangeboden informatie verschilt met de fasen, evenals de voor verwerking van informatie beschikbare tijd. In de fase van het "verplaatsingsgedrag" hebben de activiteiten van verkeersdeelnemers een planmatig karakter: gegeven een doelstelling (bijv. een te ondernemen verplaatsing) afwegen van alternatieven en het daarbij accepteren van o.a. meer of minder risico. In de fasen van het "verkeersgedrag" en "ontmoetingen en incidenten" gaat het "planniveau" over in het voor de uitvoering benodigde inkleden van de plannen in resp. minder en meer gespecificeerde vorm. Dit wordt wel respectievelijk het "scenarioniveau" en het "scriptniveau" genoemd. Hierbij horen resp. het nemen van risico's (gegeven het plan) en het beheersen (of het hoofd bieden aan) van manifeste riskante situaties (gegeven het scenario). Specifieke problemen nu die mensen ondervinden zijn:

1. Capaciteitsproblemen bij de informatieverwerking

Deze zijn een gevolg van de beperkte ruimte die de mens beschikbaar heeft voor de verwerking van informatie. Mensen zijn geneigd hier allerlei (suboptimale) oplossingen voor te kiezen (zoals het selectief toelaten van die informatie, welke een bepaalde stellingname ondersteunt) en de niet-ondersteunende informatie te negeren. Elektronica kan in principe mensen in staat stellen het capaciteitsprobleem te ondervangen door middel van het aanbieden van een meer optimale representatie van de probleemruimte en, bij beslissen, van het hanteren van een meer optimale (maar ingewikkelde) beslisregel. Omgekeerd kan een verkeerd afgestemde informatie genoemde problemen verergeren.

2. Discriminatieproblemen bij informatieverwerking

Daar waar het gaat om het waarnemen van verschillen tussen twee (perceptieve) grootheden, kan een discriminatieprobleem optreden als het verschil te gering wordt. Uiteraard kan dit soort problemen nog extra toenemen bij meer informatie(bronnen) en bij kortere verwerkingstijden. Ook hier kan langs elektronische weg aangeleverde informatie uitkomst bieden. Tevens dient in de afstemming met dit fenomeen rekening gehouden te worden.

3. Interpretatieproblemen bij informatieverwerking

In samenhang ook met de onder punt 2 en 3 genoemde problemen kan informatie soms, afhankelijk van de menselijke interpretatie, voor verschillende niveaus relevant geacht worden en o. a. aanleiding geven tot verschillende gedragingen tussen verkeersdeelnemers onderling. Dit treedt in het bijzonder op in ingewikkelde verkeerssituaties, waarbij mensen "uit hun omgeving" zelf hun gegevens verwerven. Elektronisch aangeboden informatie biedt de mogelijkheid een eënduidig verband tussen informatie en gebruik(sdoel) te leggen.

4. Motiveringsproblemen bij informatieverwerking

Indien automaten informatie, en in het bijzonder die in de vorm van voorschriften en adviezen, verschaffen, welke niet of uiteindelijk niet gelegitimeerd wordt vanuit de ervaring van de verkeersdeelnemer, kan dit er, zeker op den duur, toe leiden dat individuen de motivatie ontbreekt er gevolg aan te geven. (Het bij ontbreken van overig verkeer negeren van

rood licht, is hier een voorbeeld van). Een functioneel criterium is dan ook dat informatie herkenbaar gerelateerd moet zijn aan de reden tot het geven van informatie. Als hieraan niet voldaan wordt, ontstaat gemakkelijk een "enforcement"-probleem: naleving van voorschriften moet met politietoezicht e.d. afgedwongen worden.

5. Snelheid van informatieverwerking

Vooraf in de "incident-fase" zullen activiteiten in uiterst kort tijdsbestek uitgevoerd moeten worden. Bewust gestuurde verwerking van informatie wordt dan minder geschikt. Elektronische aangeboden informatie dient daarom bij voorkeur aan te sluiten op het perceptief-motorisch gedrag van de bestuurder, dan wel omgezet te worden bijvoorbeeld via mechanische hulpmiddelen, in actieve ondersteuning van dat gedrag. Perceptief-motorisch gedrag is overigens als volgt te karakteriseren: uit ervaring kent de bestuurder de response van zijn voertuig op de inwerking van bedieningsorganen, storingen e.d. en hij integreert dit in de perceptie van plaats, snelheid en oriëntatie om tot zijn (regel)handelingen te komen.

Na "het aanbieden van informatie" wordt nu doorgedaan met het onderwerp van het met behulp van elektronica en/of andersoortige hulpmiddelen ingrijpen op menselijke activiteiten.

Ook in vervolg op bestaande ontwikkelingen mag verwacht worden dat steeds meer bepaalde deeltaken van verkeersdeelnemers ondersteund of overgenomen zullen worden. Dit kan gedurig of tijdelijk (en dan meestal plaats- of omgevingsgebonden) gebeuren.

Voorzover het gaat om permanente (meestal zelfstandige en voertuiggebonden) faciliteiten bestemd voor ondersteuning of overneming van perceptief-motorisch gedrag bij "ontmoetingen en incidenten" (bijv. anti-blokkeringssystemen, snelheidsafhankelijke stuurbevestiging e.d.), hoeft er niet veel aan de hand te zijn: mensen hebben bijvoorbeeld een aanzienlijk vermogen tot adapteren. Maar de oogmerken waarmee ingegrepen wordt, kunnen ook verder reiken. Zo is reeds gewezen op doelstellingen als homogenisering van gedragingen, verlichting van taken enz. hetgeen ook betrekking kan hebben op de (op bewust niveau uitgevoerde) activiteiten van verkeersdeelnemers in de andere fasen. Behalve een analyse van wenselijkheden, mogelijkheden en beperkingen terzake, dient dan de aandacht zeker ook uit te gaan naar het mogelijke gevolg van een verschuiving in

de taken, met name naar een meer "toezichthoudend" functioneren van verkeersdeelnemers. Aspecten daarbij zijn: invloeden op aard en niveau van attentie, op de creativiteit, de "vrijheid", het informele denken en handelen enz. Aparte vermelding verdient hierbij dat bestuurders die alleen maar toezichthoudende taken uitvoeren, op den duur niet meer handelend kunnen optreden. Handbediening moet met regelmaat worden geoefend. Een (te) hoge graad van automatisering maakt dat onmogelijk, tenzij men - zoals in de luchtvaart - systematisch gebruik maakt van realistische trainingssimulatoren. Ook kan bij de verkeersdeelnemer een vervreemdingseffect optreden ten aanzien van de voor hem genomen beslissingen: deze worden op grote afstand van hem genomen, terwijl hij de relatie tussen beslissing en gegevens niet ook zelf kan leggen. Hij moet derhalve maar aannemen dat die beslissingen wel goed zullen zijn, ook al ziet dat er niet naar uit! In analogie met ervaringen hieromtrent uit de luchtvaart, is te constateren dat voornoemde problematiek van wezenlijk belang is.

Hier moet voor het wegverkeer aan toegevoegd worden dat de omstandigheid dat deze dieper ingrijpende vorm van beïnvloeding meestal tijdelijk toegepast zal worden de problematiek compliceert. Tijdelijke beïnvloeding schept namelijk niet alleen een discrepantie in de aard van de besturingstaken, maar - in de praktijk - ook in de aard van de verkeersomstandigheden waarin de taakuitvoering plaatsvindt. Te verwachten is immers dat dit soort beïnvloeding slechts tijdens het verkeren op hoofdwegen (netten) zal plaatsvinden. De "overgang" naar bijvoorbeeld een woongebied zal daarmee veel groter worden dan thans reeds het geval is en ook thans reeds als problematisch ervaren wordt. Op dit moment worden voor de reeds bestaande problemen oplossingen ontwikkeld die uitgaan van zoneringsgedachten: haven-, naderings- en kruisgebied, of woonbuurten, mengverkeer en verkeersgebied. Het zal duidelijk zijn dat genoemde toepassingen van elektronica niet eerder ingevoerd dienen te worden, dan nadat voorzien is in een structurele inpassing in dergelijke oplossingen.

DEEL II: BESTAANDE TOEPASSINGEN VAN ELEKTRONICA IN HET WEGVERKEER

II.1. ALGEMEEN

In het eerste deel van dit rapport is een structuur aangegeven voor de mogelijkheden van toepassen van elektronica in het verkeer. Samengevat komt deze structuur er op neer dat onderscheid gemaakt wordt tussen:

- a. (groepen van) individuele verkeersdeelnemers en "collectieve" beslissers als overheden, wegbeheerders e.d.;
- b. de activiteiten: waarnemen (c.q. informatie, communicatie), beslissen, handelen en risicobeheersing;
- c. vijf fasen van het zgn. ongevalsproces: verplaatsingsgedrag, verkeersgedrag, ontmoetingen en incidenten, ongevallenfase en na-ongevalsfase.

Hierna wordt een overzicht gegeven van de hedendaagse praktijk van toepassing van elektronica, zoals dit uit de literatuur blijkt. Dit overzicht is ingedeeld volgens de hiervoor aangegeven structuur: in vijf hoofdstukken volgens c wordt én individuele en collectieve beslissers aangegeven welke toepassingen van elektronica er zijn en op welke activiteit ze betrekking hebben.

II.2. TOEPASSINGEN BIJ HET VERPLAATSINGSGEDRAG

In dit hoofdstuk komen toepassingen van elektronica aan de orde die verband houden met (bijv. gegevens over, de keuze van) het reisdoel, de vervoersmodus, de route en het reisschema.

Centrale overheden hebben inzicht nodig in de verplaatsingen die binnen verkeer en vervoer uitgevoerd worden, onder meer teneinde infrastructu-
rele maatregelen gefundeerd te kunnen nemen. Over de betekenis van elek-
tronica daarbij het volgende.

Door de "International Driver's Behaviour Association" (IDBRA) wordt thans een onderzoek uitgevoerd naar de internationale status van infor-
matiesystemen omtrent ongevallen, verkeer en reisgedrag. In dit kader is
een enquête gehouden onder overheden of nationale onderzoekinstellingen
van de West-Europese en Noord-Amerikaanse landen, Australië en Nieuw-Zee-
land. Resultaten hiervan zijn vastgelegd in een concept-rapport, versche-
nen in juli 1983 (lit. 1). Het rapport biedt het meest recente overzicht
van de internationale stand van zaken. Omdat in de enquête tevens een
vraag opgenomen is over voorgenomen of voorgestelde wijzigingen in be-
staande informatiesystemen, geeft het rapport ook enige indicaties over
toekomstige ontwikkelingen.

Uit het IDBRA-rapport komt een volgend beeld naar voren. In alle geïndu-
strialiseerde landen worden door of namens de overheid op de belangrij-
ste verkeersaders gegevens over tenminste de aantallen verkeersdeelnemers
verzameld. Hiervoor worden permanente meetopstellingen gebruikt die met
(meestal combinaties van) mechanische, optische, elektromagnetische en
elektronische hulpmiddelen werken. De meetnetten zijn doorgaans grof-
mazig, zodat alleen informatie over de belangrijkste verkeers- en ver-
voersbewegingen verkregen wordt. Daarnaast worden mobiele meetopstel-
lingen toegepast of worden tijdelijke meetopstellingen ingericht. Doel
hiervan is het globale beeld van het gebruik van hoofdwegen te comple-
teren, dan wel meer gedetailleerde kennis over specifieke locaties te
verkrijgen of over invloeden van bijzondere omstandigheden (als bijv.
wegafsluitingen, herhaaldelijke congesties e.d.). Tijdelijke meetopstel-
lingen worden ook toegepast voor het verkrijgen van gegevens over het
gebruik van wegen van regionaal of lokaal belang, in bijzonder voorzover
deze wegen aansluiting geven op het hoofdwegennet.

In landelijke meetnetten zijn veelal meetopstellingen opgenomen die tevens een functie vervullen in bijvoorbeeld een (lokaal) verkeersgeleidingssysteem. De door dergelijke opstellingen verzamelde informatie is meeromvattend: er worden bijvoorbeeld rijksnelheden, volgafstanden, clustergroottes en - via meting van asafstand of asdruk - de samenstelling van het verkeer enz. bepaald. Met behulp van dergelijke aanvullende gegevens tracht men dan landelijke schattingen te maken om daarmee een beter inzicht in het verkeer en vervoer te verkrijgen. Met betrekking overigens tot de verkeerssamenstelling en ook de bezettingsgraad van voertuigen spelen visuele (door mensen uitgevoerde) waarnemingen nog een belangrijke rol. Gegevens over reisdoel, ritmotief, vervoersmodus, route, reistijd, ritlengte, tijdstip van verplaatsing enz. worden doorgaans uit periodiek gehouden anonieme enquêtes onder steekproeven van de bevolking verkregen. Soms wordt enige aanvulling hierop gezocht door gebruik te maken van gegevens uit tolheffingen (op wegen, bij tunnels, bruggen enz.).

De Nederlandse praktijk wijkt niet wezenlijk af van het hiervoor geschetste beeld. Voor wat het Rijkswegennet betreft zijn sinds 1949 18 zgn. basistelpunten in gebruik. Continu wordt daar voor twee richtingen het aantal passerende motorvoertuigen met behulp van mechanisch/elektronische apparatuur geteld, periodiek aangevuld met visueel uitgevoerde tellingen naar motorvoertuigcategorie. Daarnaast zijn er op dit moment 126 zgn. permanente telpunten langs wegen en 24 bij grensovergangen waar automatische tellingen van het verkeer verricht worden. Bovendien zijn er 123 telpunten die tenminste gedurende een maand per jaar in gebruik zijn. Op provinciale wegen zijn 135 permanente mechanisch/elektronische telpunten in gebruik op secundaire wegen en 60 op tertiaire. Tevens wordt op ca. 800 plaatsen incidenteel automatisch dan wel visueel geteld. Op plattelandswegen tenslotte worden systematisch visuele tellingen uitgevoerd (lit. 2, 3, 4).

Gegevens over de verkeersdeelname (reisdoel en -motief, vervoerswijze, route enz.) worden uit enquêtes verkregen, en over de voertuigbezetting uit visuele waarnemingen.

In de IDBRA-studie komen meldingen voor van een in de toekomst meer op automatische wijze verzamelen van gegevens, al dan niet samengaan met een standaard meten van meer gegevens. Wat dit laatste betreft worden onderwerpen genoemd als: rijksnelheid, voertuiglengte, het aantal assen en volgafstanden.

Apparatuur voor het meten van dit soort gegevens is al geruime tijd beschikbaar en wordt behalve voor het verkrijgen van de voornoemde telgegevens ook toegepast in verkeersbeheersingssystemen. Voorbeelden van literatuur over sensoren en detectoren, het aanbrengen en opstellen ervan, bijhorende hardware, en programmatuur voor de gegevensverwerking zijn (lit. 5 t/m 13).

Apart vermeld worden een toepassing waarmee het mogelijk is in de verkeerstroom een enkele voertuigcategorie, te weten die van bussen, te selecteren (lit. 14) en een waarbij specifieke, speciaal daarvoor toegeruste voertuigen geïdentificeerd kunnen worden (lit. 15). Een derde vorm van voertuigidentificatie komt aan het einde van dit hoofdstuk aan de orde bij een bespreking van een tolheffingssysteem.

De betekenis van de hiervoor genoemde informatie reikt verder dan alleen inzicht in de verkeers- en vervoersbewegingen, veranderingen daarin, knelpunten daarbij enz. De gegevens zijn namelijk te combineren met andere databestanden. In het bijzonder het in verband brengen met ongevallengegevens, maar ook met gegevens over recreatie, energieverbruik, luchtverontreiniging e.d. verdiept het inzicht op een aantal maatschappelijk en/of economisch relevante terreinen, waarin overheden verantwoordelijkheid dragen. Een dergelijk gebruik komt dan ook in alle genoemde geïndustrialiseerde landen voor (lit. 1).

Overheden en soms ook particuliere organisaties (kunnen) beschikken over informatie die voor de individuele verkeersdeelnemer in verband met het verplaatsingsgedrag van belang is en die deze veelal zelf niet of moeilijk kan verwerven. Het aanbieden van dergelijke informatie vormt voor de overheid bovendien een middel om het verkeer gericht te beïnvloeden. De soort van informatie betreft die over bijzondere toestanden van wegen (bijv. wegwerkzaamheden, afsluitingen, omleidingen e.d.), van het verkeer (bijv. congesties, ongevallen, "spookrijders" e.d.), of van voor het verkeer belangrijke omstandigheden (bijv. stakingen bij het openbare vervoer, uit de vaart nemen van veren, weersomstandigheden als mist, gladheid, wind enz.). De aard van de informatie kan feitelijk zijn, al dan niet voorspellend, al dan niet aangevuld met verwachtingen omtrent het verloop van zo'n bijzondere toestand voor de toekomst enz. maar ook - en dan na een "vertaling tot consequenties" - adviserend of dwingend met betrekking tot de door verkeersdeelnemers te nemen acties. De middelen

die de overheid (en soms particuliere organisaties) ter beschikking staan om zich de benodigde informatie te verwerven zijn velerlei, bijv. kennis van plannen, surveillance, kennis uit de hiervoor besproken "telgegevens", uit de (supervisie over) verkeersgeleidingssystemen, waaronder file-bewakingssystemen, van meteorologische waarnemingsstations enz. In een aantal hiervan, zoals bijv. die van verkeersbeheersingssystemen, speelt elektronica een belangrijke rol. In volgende paragrafen, waar ze meer specifiek aan de orde komen, wordt dit besproken. De communicatiemiddelen waarmee deze informatie aan verkeersdeelnemers overgebracht worden zijn: dagblad, telefoon, televisie, view-data en radio. Vanuit het gezichtspunt van toepassing van elektronica verdienen radioverkeersinformatie (RVI) en view-data apart aandacht.

RVI functioneert in de meeste landen waar het toegepast wordt als een zelfstandig en gedurig operationeel systeem. Gegevens, automatisch of door menselijke tussenkomst verkregen, over aanwezige of te verwachten bijzondere toestanden zoals hiervoor genoemd, worden door diverse instanties of organisaties (bijv. wegbeheerders, politie, wegenwacht, meteorologisch instituut enz.) ingewonnen, op een centrale plaats verzameld en geëvalueerd en via radiostations uitgezonden.

Uitzending vindt doorgaans periodiek of op vaste tijdstippen plaats op een bepaald net of door een bepaalde zender. Bij urgentie kunnen tussentijds berichten uitgezonden worden. De berichten hebben landelijk of regionaal betekenis (systemen die lokaal van belang zijnde informatie verschaffen komen in de volgende paragraaf aan de orde). Ze kunnen door verkeersdeelnemers, al dan niet onderweg zijnde, ontvangen worden en daarmee een verschillende invloed op hun verplaatsingsgedrag hebben. Ter bevordering van de overdracht van RVI zijn verschillende middelen ontwikkeld die de snelheid en gerichtheid van berichten aan de verkeersdeelnemer beogen te vergroten. Het West-Duitse "Autofahrer Rundfunk Information" (ARI) systeem is daar een voorbeeld van. Aan gedeeltes van het wegennet zijn FM-radiokanalen toegewezen; kanaalnummer en frequentie staan op borden langs de hoofdwegen vermeld. De verkeersdeelnemer kan zijn ontvangstoestel hierop manueel afstemmen, dan wel, als dit toestel hiervoor ingericht is, automatisch. In het laatste geval is vaak ook mogelijk dat het toestel bij uitzendingen van RVI ander gebruik onderdrukt, dan wel uit een "slaaptoestand" gewekt wordt. Behalve in de Bonds-

republiek Duitsland wordt het ARI-systeem in verschillende Europese landen gebruikt. In Nederland zou het voor Hilversum 1 en 3 toegepast kunnen worden. De consequenties van selectieve onderbreking van een landelijk programma in een of meer regio's, wordt nog aan een onderzoek onderworpen. Een Engelse ontwikkeling, waarbij van een afdek-netwerk van zwak-stralende AM-zenders gebruik gemaakt wordt, is afgebroken uit kostenoverwegingen.

In Europees verband wordt gewerkt aan een uniform Europees systeem voor programma-identificatie. Bij (een besluit tot) algemene invoering van zo'n systeem kan de industrie aanvangen met de produktie van er op aangepaste ontvangers. Een interessante ontwikkeling bevat overigens een voorstel van de Nederlandse Omroep Stichting (NOS). RVI zou in digitale vorm uitgezonden kunnen worden. Daarmee is bijvoorbeeld de duur van een bericht van 90 seconden zodanig te comprimeren dat uitzending slechts 1 à 2 seconden vergt. Een speciale ontvanger dient de informatie in een geheugen op te slaan en de bestuurder kan dan selectief, gegeven zijn route, de voor hem relevante informatie opvragen. Tenslotte dient een aantal aspecten vermeld die bij (studies over) RVI aan de orde komen:

- de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de informatie;
- de vorm (lengte, redundantie etc.) waarin de informatie aangeboden wordt;
- de beperkingen in de ontvangst, bijv. tengevolge van ontbreken van ontvangstapparatuur (het percentage bestuurders dat tijdig voor hen relevante informatie over onregelmatigheden op de weg ontvangen had bleek in een Euco-Cost 30 studie uit 1981 slechts 10% te zijn) of tengevolge van taalproblemen;
- de aansluiting op andere informatiebronnen, zoals autokaarten, bewegwijzering, lokaal werkende systemen, enz.;
- de uiteindelijke effecten op het gedrag van verkeersdeelnemers.

Gedetailleerde bespreking van RVI-systemen is te vinden in (lit. 16 t/m 21).

In Groot-Brittannië en Nederland worden experimenten uitgevoerd met "view-data". Verkeersdeelnemers die zijn geabonneerd op zo'n systeem kunnen op aanvraag actuele informatie krijgen over de route. Men dient de plaats en het tijdstip van vertrek op te geven, de bestemming en of men de snelste, korste of meest bezienswaardige route verkiest. Behalve de

route zelf kan tevens informatie over de afstand, reistijd en de belangrijkste orientatiepunten onderweg verstrekt worden. Het een en ander wordt op een beeldscherm zichtbaar gemaakt. Door de gegevens te memoreren of met behulp van een zgn. instant foto vast te leggen, wordt onderweg het volgen van de route vereenvoudigd. Tevens wordt onderzoek uitgevoerd (GB) om dergelijke informatie op cassette-tape op te nemen en onderweg deze informatie op een display zichtbaar te maken. View-data is (vooralsnog) primair voor snelverkeer(swegen) bedoeld. De informatie zou in principe onderweg bij te stellen zijn, indien apparatuur bijv. in openbare gelegenheden als wegresters, of benzinepompen opgesteld wordt (lit. 22 t/m 25).

Een apart te vermelden mogelijkheid tot beïnvloeding van verplaatsingen, c.q. het verplaatsingsgedrag biedt een specifiek soort tolheffingssysteem. In dit systeem worden namelijk de tolgeden vastgesteld afhankelijk van de plaats en het tijdstip waarop een voertuig het tolgebied binnenkomt, de gevolgde route en de plaats van bestemming. Daartoe dienen alle voertuigen voorzien te zijn van een elektronisch afleesbare nummerplaat, á la die welke bijvoorbeeld bij parkeergarages, toegangen tot bedrijven e.d. gebruikt worden. Via detectoren in de weg worden de voertuigen op telstations automatisch geregistreerd en de gegevens worden vervolgens centraal verwerkt tot een periodiek in rekening te brengen en automatisch af te schrijven tolheffing. Als een detector het passeren van een voertuig vaststelt zonder dat identificatie mogelijk was (bijvoorbeeld bij een onklaar raken van identificatie), dan wordt dit voertuig automatisch gefotografeerd. Hiermee wordt alsnog getracht de eigenaar op te sporen. Dit tolheffingssysteem is vooral van belang om de toegang(elijkheid) tot centra van grote steden te beïnvloeden. Met dit doel worden op dit moment in Hongkong, waar men een dergelijk systeem in 1987 operationeel wil hebben, onderzoeken uitgevoerd (lit. 26). Het zal duidelijk zijn dat het vastleggen van de identiteit, data en tijdstippen, binnenkomst en bestemming, e.d. een privacy-problematiek inhoudt.

II.3. TOEPASSINGEN BIJ HET VERKEERSGEDRAG

Toepassingen van elektronica door overheden met betrekking tot verkeersgedrag kennen naar mate van geavanceerdheid of integratie stadia die beginnen met het detecteren van gevaren voor weggebruikers, inclusief incidenten op de weg, tot het in mindere of meerdere mate begeleiden en sturen van de verkeerstromen over en op wegen(netten). Daarbij is in enigerlei vorm communicatie nodig met de verkeersdeelnemers. De overgedragen informatie kan beperkt blijven tot (v66r)waarschuwingen, maar naarmate de verkeersbeheersing uitgebreider is zal deze uitgebreid worden tot snelheidsadviezen, lokale route-informatie enz. De informatiestroom hoeft bovendien niet eenzijdig te blijven, ook twee-wegsystemen komen hierbij voor. In de hiervoor geschetste samenhang worden nu toepassingen van elektronica besproken.

Tot de gevaren die automatisch gedetecteerd worden behoren die welke het gevolg zijn van weersomstandigheden: slecht zicht (in het bijzonder bij mist), gladheid ten gevolge van ijs(vorming) en wind (zie bijv. lit. 27 t/m 33). Doorgaans worden dergelijke systemen alleen toegepast op specifieke locaties, bijvoorbeeld daar waar sprake is van een verhoogde kans op voorkomen of van een extra grote inwerking. In enkele gevallen worden ze geïntegreerd in een meer omvattend beheersingssysteem. Ze kunnen dienen voor het geven van waarschuwingen, al dan niet gekoppeld met bijvoorbeeld een snelheidsadvies, aan verkeersdeelnemers, ter alarmering van wegbeheerders en, in het geval van gladheidsdetectie, kunnen zij installaties ter verwarming van het wegdek in werking stellen. In het kader van Euco-Cost-30 is onder meer nagegaan of en in hoeverre het hiaat tussen de kennis beschikbaar op synoptische weerstations en de feitelijke weersomstandigheden op specifieke locaties te overbruggen valt. Tevens is een prototype van een systeem ontwikkeld dat behalve weermetingen verricht, tevens korte-termijnvoorspellingen doet voor veranderingen o.a. in zicht, windsterkte en gladheid (lit. 34).

Zoals eerder vermeld is, bestaat er een verscheidenheid aan sensoren waarmee de aanwezigheid, snelheid, volgafstand enz. van voertuigen gedetecteerd kunnen worden, in de vorm van radar-, ultrasone, inductiekring-, magnetische gradiënt- en drukgevoelige detectoren en magnetome-

ters. Met behulp hiervan is het in principe mogelijk een beeld van de (eigenschappen) van de verkeersstroom te vormen. Een centrale eigenschap daarbij is die van de "verzadiging" in de wegcapaciteit. Verzadiging treedt op als op een zeker moment het verkeersaanbod de normale capaciteit van de weg overschrijdt of als een normaal verkeersaanbod niet langer verwerkt kan worden ten gevolge van een verminderde capaciteit. Dit laatste kan optreden bij ongunstige weersomstandigheden, bij wegwerkzaamheden enz. en vooral bij een zgn. verkeersincident: een onvoorspelbare gebeurtenis die de normale verkeersafwikkeling belemmert of verstoort (zoals een defect geraakt voertuig, een ongeval, afgevalen lading, langzaam rijdende vrachtwagens enz.). Verzadiging veroorzaakt congesties en congesties belemmeren de doorstroming en geven gemakkelijk aanleiding tot nieuwe verkeersincidenten. Het kunnen detecteren van verkeersincidenten en het kunnen vaststellen en liefst voorspellen van verzadiging vormt dan ook een belangrijke doelstelling van vele verkeersbeheersingssystemen.

In de dagelijkse praktijk is in veel gevallen van bepaalde (delen van) wegen(netten) bekend dat de beschikbare capaciteit vooral in de spitsuren dicht benaderd wordt. Vooral verkeersincidenten kunnen dan snel hun invloed doen gelden. In aanvulling op of ter vervanging van visuele surveillance, alarmering via mobilfooninstallaties, praatpalen, e.d. en van de detectie van gevolgen van het weer wordt dan ook vaak overgegaan op zgn. automatische incidentendetectie (AID). Deze AID-systemen vormen overigens vaak onderdeel van verkeersreguleringsystemen, waar later op ingegaan wordt.

Globaal berust de werking van AID-systemen op het meten van de gedragingen van verkeersdeelnemers: bij verkeersincidenten wordt (af)geremd of stilgehouden, van rijstrook verandert, een kortere volgafstand aangehouden enz. Bij voldoende grote verkeersdichtheid werkt dit stroomopwaarts door: ook daar wordt geremd enz. Er ontstaat daardoor een "teruglopende schokgolf". Stroomafwaarts ontstaat een geringere verkeersdichtheid, er wordt sneller gereden enz. Door nu dergelijke verschijnselen te meten, de gegevens voor verzamelen en analyseren door te sturen naar een controlecomputer, kan tijdstip en plaats van een incident achterhaald worden. De aard van het incident blijft hierbij overigens onbekend: de gegevens betreffen immers alleen informatie over de gevolgen van een verkeersincident. Dat houdt in dat aanvullende voorzieningen nodig blijven teneinde bijvoorbeeld gericht hulpverleningsdiensten in te schakelen.

AID-systemen worden als zelfstandige elektronische systemen toegepast, waarbij ze dan veelal aangevuld worden met andersoortige voorzieningen of maatregelen. Zo wordt in Parijs op de "Boulevard Périphérique" een combinatie van AID en televisie-surveillance in gesloten kring toegepast. Ook andere voorbeelden zijn te noemen (bijv. lit. 35 t/m 40).

Omdat de soort van voor AID-systemen te meten en verwerken gegevens overeenkomsten vertoont met die voor verkeersreguleringsystemen, en vanwege de relatie van verkeersincidenten tot "verzadiging", worden AID-systemen dan wel de principes ervan hoe langer hoe meer geïntegreerd in elektronische verkeersbeheersingssystemen. De belangrijkste categorieën van deze systemen voor de beheersing van verkeersstromen worden nu hierna besproken, elk voorzien van een korte karakteristiek.

1. Toeritregeling

Hiermee wordt beoogd de verkeersafwikkeling op een ader te bevorderen door middel van het reguleren van het aanbod van verkeer op de toeritten. In eenvoudige uitvoeringen gebeurt dit met behulp van verkeerslichten die tijdens spitsuren het verkeer volgens een star programma tot de snelweg toelaten. Vormt de regeling onderdeel van een verkeersbeheersingssysteem, dan worden verkeersgegevens van de ader en de toeritten automatisch verzameld en verwerkt. Overschrijding van de capaciteit wordt voorkomen door zover mogelijk stroomopwaarts de verkeerstoever te doseren. Tot de beheersingsstrategie kan tevens behoren dat de verkeersintensiteit zo gelijkmatig mogelijk varieert. Optredende verkeersincidenten, die de capaciteit van de snelweg verkleinen, werken door in de mate waarin op toeritten het verkeer doorgelaten wordt.

2. Volgtijdsignalering

Beoogd wordt de kans op kop/staartongevallen te verkleinen door beïnvloeding van de aangehouden volgafstand. Daartoe wordt de volgtijd tussen twee passerende voertuigen gemeten (optisch of inductief). Is deze kleiner dan een vooraf ingestelde waarde, dan licht een tekst op met een waarschuwing of een advies aan de verkeersdeelnemer. Het systeem bevindt zich in een experimenteel stadium (lit. 41, 42).

3. Plaatselijke snelheidsbeïnvloeding

Op specifieke locaties als (nadering van) bebouwde kommen, schoolcom-

plexen enz. kunnen onaangepaste rijksnelheden extra groot gevaar met zich meebrengen. In deze systemen wordt de snelheid van het snelverkeer gemeten en treedt bij overschrijding van een drempelwaarde een snelheidsindicatie in werking (al dan niet gekoppeld met een automatische fotocamera). De snelheidsindicatie kan een snelheidslimiet of een -advies zijn dat, al dan niet knipperend, ingeschakeld wordt. Bij toepassing mag de verkeersintensiteit niet zo hoog zijn dat kop/staartongevallen als gevolg van afremmen zullen optreden.

4. Homogenisering van de verkeersstroom

Op druk bereden routes, in het bijzonder waar het percentage vrachtverkeer relatief hoog is, kunnen verkeersgegevens zoals intensiteit, snelheid, dichtheid, percentage vrachtverkeer en weers- en lichtomstandigheden worden bepaald en afhankelijk hiervan snelheidssignaleringen en inhaalverboden voor vrachtverkeer worden ingesteld.

Beoogd wordt de verkeersstroom te stabiliseren waardoor het optreden van congestie zo lang mogelijk wordt uitgesteld. Deze instabiliteitsgrens verschilt voor verschillende weers- en lichtcondities. Bij gunstige condities zal de ingestelde snelheidslimiet hoger liggen dan bij ongunstige condities.

5. Filebeveiliging

Secundaire ongevallen kunnen worden voorkomen door de snelheid van het verkeer dat de staart van een file nadert, tijdig en geleidelijk te laten afnemen. Daartoe wordt op plaatsen waar zich regelmatig congesties voordoen zoals nabij verkeersknooppunten, de weg stroomopwaarts op regelmatige afstanden voorzien van lusdetectoren in het wegdek, walapparatuur die de signalen verwerkt en signaalgevers waarmee snelheidsindicaties kunnen worden getoond.

Met behulp van dubbele lusdetectoren wordt per rijstrook het verkeer continu gemeten (snelheid, intensiteit, bezettingsgraad) en ter plaatse door een microcomputer verwerkt. Per rijstrook wordt de situatie geklassificeerd in laag, middel en hoog ten aanzien van snelheid en intensiteit. De rijstrook met de laagste klassificatie bepaalt de stand van de signaalgevers over de rijbaan. Stroomopwaarts krijgt de signaalgever een stand die een 20 km/u hogere snelheid aangeeft, voorzover de situatie dit daar rechtvaardigt. Op deze wijze wordt een aftellende snelheidsindicatie verkregen.

Knipperlichten verhogen de aandacht van de weggebruikers.

6. Uitgebreid signaleringssysteem

Het doel is integraal het verkeer in een gebied te beheersen onder diverse condities, teneinde veiligheid en afwikkeling te optimaliseren. Een uitgebreid signaleringssysteem is in het algemeen opgebouwd uit verschillende subsystemen die zo goed mogelijk op elkaar afgestemd zijn: incident- en filesignalering, homogenisering, signalering bij ongunstige weercondities, toeritregeling en een eventuele alternatieve route-aanduiding en koppeling met stedelijke verkeersregelinstallaties. Het systeem dat de meest ongunstige conditie signaleert, prevaleert boven de andere. Strijdigheid, discontinuïteit, discrepantie in de signaleringen worden voorkomen. Uitval van onderdelen van het systeem worden gecompenseerd door overname van deze taken door andere onderdelen, resp. deze taken worden eenvoudiger uitgevoerd.

Naast de gebruikelijke snelheidsindicatie- en rijstrooksignalering kan informatie over de aard van een verstoring worden gegeven; ook kunnen verdrijfpijlen worden toegepast. Een centrale post waar het systeem wordt bewaakt zal vooralsnog onontbeerlijk zijn. Systemen die ongunstige weersinvloeden detecteren zijn nog niet geheel trefzeker, waardoor inschakeling van de signalering nog door tussenkomst van de mens geschiedt. Ook bij wegwerkzaamheden zal inschakeling uiteraard door de operator worden verricht. Voor de werking van de respectieve deelsystemen worden verwezen naar de betreffende beschrijvingen (zie ook lit. 16).

Informatie uit de hiervoor beschreven elektronische systemen voor gevaaren- of incidentendetectie en verkeersregeling dient uiteraard op enigerlei wijze en in enigerlei vorm aan verkeersdeelnemers overgedragen te worden wil het doel van het systeem geëffectueerd worden. Daarin wordt vaak voorzien door elektronische informatiesystemen. Maar de verkeersdeelnemer zal ook meer algemeen baat hebben bij dit soort informatie, bijvoorbeeld om onderweg gemakkelijker zijn route te kunnen volgen of om een verkeersstremming te vermijden. Ook hiervoor bestaan elektronische systemen, ingericht door overheden dan wel in de vorm van door particulieren aan te schaffen hulpmiddelen. Daarnaast kunnen er zich onderweg situaties voordoen, waarbij het door verkeersdeelnemers contact kunnen leggen met overheden of bijzondere organisaties van belang kan zijn, zoals bij ongevallen.

In beginsel kan derhalve naar hun doelstelling onderscheid gemaakt worden

tussen elektronische systemen voor verkeersinformatie, inclusief gevaar-melding, voor route-informatie, voor route-aanpassing en voor noodoproepen. In de praktijk van toepassingen en uitvoering komen echter tal van combinaties voor, zodat in de navolgende bespreking dit indelingsprincipe niet strak gehanteerd kan worden.

Locaal relevante informatie over congesties, wegwerkzaamheden en -omleggingen, verkeersincidenten, weerscondities enz. kan aan verkeersdeelnemers worden verstrekt (soms, gegeven het traject, aangevuld met route-keuze-adviezen, aanduidingen van parkeergelegenheid enz.). Deze informatie dient voortdurend geactualiseerd te worden. Dit gebeurt op een centrale voor gegevensverwerking, die tevens zorg draagt voor de distributie van de retourinformatie.

De retourinformatie wordt in de meeste gevallen via de boordradio van het voertuig aan de verkeersdeelnemer overgebracht. In feite is er derhalve sprake van radioverkeersinformatie voor een steeds kleiner gebied: van landelijk, naar regionaal, naar lokaal. Om de ontvangst ook tot een klein gebied te beperken, worden voor deze vorm van radioverkeersinformatie, die wel "local cellular radio" genoemd wordt, verschillende technieken toegepast.

In het in een aantal staten in de USA toegepaste "Highway Advisory Radio" wordt via laag-vermogen middengolfzenders met een zendantenne in of langs de weg, een op een band ingesproken boodschap bij herhaling uitgezonden. Via een normale middengolfontvanger, afgestemd op de op borden langs de weg aangegeven frequentie, ontvangt de bestuurder tweemaal het bericht. Dit systeem kent overigens veel overeenkomsten met het eerder genoemde Engelse systeem (Carfax). Ook daar is sprake van een AM-afdeknet (bereik per zender ca. 25 km) en vinden herhaalde uitzendingen plaats. In het in experimentele stadium verkerende Franse Emercaude-systeem wordt verkeersinformatie in digitale vorm door lokale zenders uitgezonden. De boodschap dient door in het voertuig aanwezige apparatuur weer in gesproken woord te worden omgezet.

Sedert een aantal jaren zijn ontwikkelingen gaande, c.q. worden experimenten uitgevoerd om vooral wat de route-informatie betreft de berichtgeving verder te individualiseren. Naar conceptie zijn hierbij tweewegcommunicatie weg/voertuig, (semi) éénweg communicatie en autonome systemen te onderscheiden (lit. 22, 43, 45, 46, 51).

Bij tweeweg-communicatie bestaat het systeem uit een zender en ontvanger, bestemmingstoetsenbord en display in het voertuig en zender/ontvanger in/langs de weg, walapparatuur en een centrale computer.

De bestuurder geeft zijn bestemming op via het toetsenbord. Deze informatie wordt door de walapparatuur ontvangen en doorgezonden naar de centrale computer, waar de meest optimale route wordt bepaald. Vervolgens krijgt de bestuurder route-aanwijzingen op zijn display getoond op beslispunten onderweg. Hierbij wordt rekening gehouden met de actuele verkeers- en weerscondities en met andere route-aanvragen. Criteria voor een optimale route kunnen zijn: kans op kop-staartaanrijdingen, reistijd en voertuigkosten. Is de centrale computer gestoord, dan wordt de route-informatie gebaseerd op de geografische situatie en bestemming, d.w.z. op dezelfde imprimatie als die van de bewegwijzering. Er wordt dan geen rekening gehouden met de verkeers- en weerscondities. Het systeem kan ook informatie geven over het gewenste rijgedrag.

In Duitsland zijn experimenten uitgevoerd met een dergelijk systeem: Autofahrer- Leit und Informationssystem (ALI) (lit. 44). Het ging toen om 100 km snelweg en 400 geïnstrumenteerde voertuigen. In Japan is een wat uitgebreider systeem beperkt getest: New Way System. Hierbij kan op een kleurenbeeldbuis het wegnetwerk worden weergegeven en de gewenste route. Daarnaast is een anti-botsingssysteem ingebouwd waardoor het voertuig automatisch tot stoppen wordt gebracht bij dreigende botsing. Ook draagt het voertuig een elektronische nummerplaat, waarmee eventuele tolheffing automatisch kan worden verricht. In de USA zijn in een wat verder verleden beperkte beproevingen gedaan met het: Electronic Route Guidance System (ERGS).

Bij (semi) éénweg-communicatie wordt voor aanvang van een rit de bestemming via een toetsenbord ingevoerd. Vóór een keuzepunt (kruispunt, afrit) krijgen alle voertuigen die dit punt naderen vanuit één richting, dezelfde informatie van de walapparatuur overgeseind. De boordcomputer in de auto selecteert hieruit de relevante route-informatie en adviseert middels een display in het voertuig, de gewenste richting. Rekening wordt gehouden met de voertuigcategorie van de aanvrager (zware voertuigen krijgen een andere route geadviseerd bijvoorbeeld) en de verkeerssituatie. Bij dit systeem vindt meer rekenbewerkingen in het voertuig plaats en minder langs de weg (dit integenstelling tot bij bijv. ALI). Er gaat

ook een informatiestroom van het voertuig naar de wal: de bestemmingscode en voertuigcategorie wordt naar de centrale computer gezonden ten behoeve van een algemene verkeersprognose. Door het afwisselend geven van verschillende richtingsberichten kan het verkeer over een aantal alternatieve routes worden verdeeld.

In Nederland is een ontwerp gemaakt van een Automatic Route Indicator, Delft University, The Netherlands (ARIADNE) dat volgens dit principe werkt (lit. 47).

Bij autonome routegeleidingssystemen bevindt het grootste deel van het systeem zich in het voertuig. Langs de wal staan bakens die gegevens over de locatie hiervan aan het voertuig overbrengen.

De bestuurder voert vóór aanvang van de rit in het systeem zijn startpunt en bestemming. In het voertuig bevindt zich een in digitale vorm opgeslagen kaart, die op een display kan worden weergegeven. De meest optimale route wordt berekend en op ieder keuzepunt worden richtingsaanwijzingen via een gesynthetiseerde stem en/of een display, doorgegeven. Via impulsgegevens op de achterwielen van het voertuig kan zowel de lengte van een gereden stuk weg worden afgeleid als de grootte van een richtingsverandering (verschil in aantal impulsen tussen de twee achterwielen), waarmee de locatie van het voertuig op ieder moment is te bepalen. Dit gegeven wordt regelmatig bijgesteld bij het passeren van de hiervoor genoemde bakens.

Een prototype van zo'n systeem wordt momenteel in Hildesheim (D) door Blaupunkt met medewerking van de Universiteit van Karlsruhe beproefd (met steun van de Bondsregering). Een Engels prototype is Junction Beacon, waarbij bakens behalve route-informatie tevens gevareninformatie moeten gaan uitzenden. Verdere in (vroeg) experimenteel stadium verkerende systemen zijn: Navigator, een elektronische kaart die door de bestuurder zelf gewijzigd kan worden (bijvoorbeeld op grond van verkregen radio-informatie) en daarnaast door (digitale) radio-uitzendingen beïnvloed kan worden; Roesy, DANA en Routerechner, elektronische kaartsystemen met aanpassingsmogelijkheden via radio-uitzendingen; en Auto-Scout, een kompas- en kaartsysteem, te beïnvloeden via lokale infraroodzenders. In noodgevallen tenslotte is communicatie tussen verkeersdeelnemer en centrale instanties wenselijk. Naast "praatpaal"netten en de Citizens Band is in dit verband de ontwikkeling te noemen van "Autofahrer-Kommu-

nikation" (AKO) en Autonotfunk. AKO is een mobiel telefoniesysteem, waarbij gebruik gemaakt wordt van coax kabelantennes en relaisstations. Autonotfunk voorziet in een tweeweg-radiocommunicatie tussen voertuig en centrale post, terwijl tevens het voertuig automatisch gelocaliseerd wordt.

II.4. TOEPASSINGEN BIJ ONTMOETINGEN EN INCIDENTEN

In deze fase komen toepassingen van elektronica voor die betrekking hebben op het uiteindelijke voeren van het voertuig over de weg en ten opzichte van het overige verkeer. Naar hun doel, dan wel naar dat onderdeel van het voeren of geleiden van het voertuig waarop ze betrekking hebben, worden deze toepassingen onderverdeeld in de volgende categorieën:

- (kruis)snelheidshandhaving
- laterale positiebeheersing
- longitudinale geleiding
- anti-botsingssystemen (en obstakeldetectors)
- anti-blokkeringssystemen
- regelaars van stuuruitslag
- algemene voertuigcontrole en waarschuwing.

Het handhaven van een vaste snelheid kan overgenomen worden door elektronische systemen die, bijvoorbeeld onder de benaming "cruise control", als accessoire bij een aantal voertuigmerken aan te schaffen zijn. De hoogte van de kruissnelheid wordt vooraf ingesteld; wijkt de continu gemeten, actuele snelheid hiervan af dan wordt het geleverde motorvermogen aangepast. Remmen en gasgeven stellen het systeem buiten werking; met een "resume"-knop is het weer te activeren. De mate van acceleratie wordt binnen comfortabele grenzen gehouden.

Het systeem is in feite een geavanceerde variant van het mechanische "handgas" en is vooral bedoeld voor lange-afstandroutes met weinig verkeer, te meer wanneer er ook een snelheidslimiet geldt. Na het instellen van de 55 mph algemene snelheidslimiet in de USA is de vraag naar dit systeem gestegen (lit. 48,49,50).

In experimenteel stadium worden een aantal elektronische systemen beproefd die ten doel hebben het handhaven van de dwarspositie van het voertuig op de weg, door de bestuurder te ondersteunen of van hem over te nemen. In of langs de weg wordt een referentie aangebracht die door een op het voertuig aangebrachte sensor (optisch, akoestisch, elektromagnetisch, etc) afgetast wordt. De hieruit verkregen informatie over de voertuigpositie wordt de bestuurder kenbaar gemaakt, bij te grote afwij-

kingen van de gewenste positie wordt een signaal gegeven. De informatie kan ook worden doorgegeven aan een automatisch regelsysteem. Dergelijke systemen worden veelal in het kader (en ook als onderdeel) van systemen voor automatische voertuiggeleiding onderzocht of ontwikkeld. Ditzelfde geldt voor de longitudinale geleidingssystemen die hierna aan de orde komen.

Bij longitudinale geleiding en car-followingsystemen kunnen twee fundamentele strategieën onderscheiden worden: een centraal gestuurd en een voertuig gestuurd systeem. Ook combinaties van deze beide strategieën zijn toepasbaar.

In het eerste geval wordt elk voertuig vanuit een centrale gevolgd en krijgt vanuit die centrale een gewenste positie opgelegd. Alle beslissingen worden door die centrale genomen, waardoor aan het voertuig met relatief eenvoudige voorzieningen volstaan kan worden. Dit systeem vereist uitgebreide infrastructurele voorzieningen in de vorm van detectoren en communicatievoorzieningen, bijv. inductiekabels in het wegdek.

Een voertuiggebonden regeling vereist geavanceerde sensoren en rekenapparatuur om de voertuigpositie ten opzichte van de weg en andere weggebruikers te kunnen vaststellen en beheersen. De sensoren kunnen op een aantal principes gebaseerd zijn, bijv. radar, infrarode straling en ultrasoon geluid.

In gecombineerde vormen bevat het voertuig eenvoudiger sensoren die bijvoorbeeld alleen de positie ten opzichte van andere weggebruikers aangeven en vooral ook minder geavanceerde rekenapparatuur. De informatie van die sensoren kan worden doorgegeven aan een centrale, die op grond van die informatie en op grond van eigen positiesensoren elk voertuig van een streefpositie voorziet (setpointregeling). De apparatuur in het voertuig moet via eigen strategie die streefpositie realiseren (lit. 42, 51, 52, 53).

Anti-botsingsapparatuur kan de kans op botsingen verkleinen door tijdig waarschuwen van de bestuurder en /of automatisch ingrijpen op remmen en motor. De meeste (experimentele) systemen zijn gebaseerd op radar, gemonteerd aan de voorzijde van het voertuig. Met die radar wordt informatie verkregen omtrent de aanwezigheid en de grootte van en de afstand tot mogelijke obstakels. Rekenapparatuur gebruikt die informatie, samen met

informatie omtrent de toestand van de weg (droog, nat, glad) om te beslissen of moet worden gewaarschuwd of ingegrepen (lit. 55).

Een eenvoudige vorm van botsingswaarschuwing zijn de obstakelsensoren: flexibele staafjes aan de buitenzijde van een voertuig waarmee stoepranden en drempels "gevoeld" kunnen worden. Hierbij wordt de bestuurder met een visueel of akoestisch signaal op het obstakel geattendeerd.

Anti-blokkeringsystemen zorgen ervoor dat wielen tijdens het remmen blijven rollen en niet blokkeren (slippen) waardoor een kortere remweg en een betere richtingsstabiliteit worden verkregen. Deze systemen meten de omwentelingssnelheid van elk geremd wiel afzonderlijk met behulp van (magnetisch inductieve) sensoren.

Blokkerende of te sterk slippende wielen worden automatisch minder geremd door ingrijpen op de hydraulische remdruk (van elk wiel afzonderlijk). Het systeem handhaaft zo een maximale remwerking (=optimale bandwrijving + maximale vermogensdissipatie in de rem).

Behalve voor sterke verbetering van het voertuiggedrag onder moeilijke omstandigheden als gladheid, is het systeem ook zeer bruikbaar voor de vergroting van stabiliteit van gelede voertuigen (voorkomt scharen) (lit. 54, 56, 57, 58).

Systemen die de stuuruitslag beïnvloeden zijn snelheidsafhankelijke regelaars. Ze voorkomen dat de stuuruitslag plotseling groter wordt gemaakt dan de stabiliteit van het voertuig, bij de gegeven rijsnelheid, toelaat. Het systeem is enigszins vergelijkbaar met moderne versies van stuurbekrachtigers, waarbij de bekrachtiging afneemt naarmate de snelheid toeneemt, ook om te voorkomen dat bij hogere snelheid te gemakkelijk te grote stuurmanoeuvres kunnen worden gemaakt.

Algemene controle- en regelapparatuur in voertuigen omvat allerlei vormen van geautomatiseerde bewaking, waarschuwing en informatieverschaffing. Er zijn een groot aantal bewakings- en waarschuwingsfuncties met onderling verschillende urgentie, die met visuele en/of akoestische middelen de bestuurder van (naderende) storingen op de hoogte stellen.

Voorbeelden zijn :

Urgentie 1 : te weinig remvloeistof, te lage remdruk, te hoge motortemperatuur, te lage oliedruk of defecte verlichting.

Urgentie 2 : te laag oliepeil, te weinig koelvloeistof, te dunne remvoering of te lage bandenspanning.

Urgentie 3 : weinig resterende brandstof, te weinig ruitensproeiervloeistof.

De wijze van waarschuwing kan verschillen naar gelang het urgentieniveau. Visuele informatie kan daarbij in vele vormen voorkomen. Er kunnen afzonderlijke waarschuwingsslampjes worden gebruikt, maar soms wordt er ook een waarschuwingslicht in de voorruit geprojecteerd.

Verder kan ook gebruik gemaakt worden van digitale displays, al dan niet gecombineerd met een zgn. tripcomputer. Zo'n tripcomputer geeft dan doorgaans ook nog informatie omtrent zaken als gemiddeld brandstofverbruik, gemiddelde gereden snelheid, afgelegde afstand en maximaal af te leggen afstand gegeven de resterende brandstof.

Concrete toepassingen van elektronica voor de groepen langzaam-verkeersdeelnemers zijn vrijwel geheel beperkt tot fase van ontmoetingen en incidenten.

De mogelijkheden van apparatuur aan fietsen bijvoorbeeld worden inherent beperkt door het ontbreken van voldoende krachtige energiebronnen, waardoor vaak gebruik zal moeten worden gemaakt van relatief zware en dure batterijen.

De voor de verkeersveiligheid belangrijkste toepassing van elektronica behelst een voorziening voor fietsverlichting, die ervoor zorgt dat een kleine accu, die onderweg door de dynamo en "thuis" via het lichtnet kan worden opgeladen, het fietslicht laat branden ook wanneer de fietser stilstaat of langzaam rijdt. Daarnaast wordt voor achterlichten gedacht aan toepassing van LED's (Light Emittent Diode) in plaats van het kwetsbare lampje.

Verder is er op dit moment een voor fietsen en bromfietsen toepasbare "fietscomputer" verkrijgbaar die, net als soortgelijke instrumenten in auto's, een algemene registratiefunctie vervullen; men kan de afgelegde afstand, de gemiddelde snelheid e.d. en eventueel de buitentemperatuur aflezen.

Op het gebied van niet-voertuiggebonden elektronica kan men denken aan de specifieke voorzieningen aan verkeerslichteninstallaties. Belangrijk daarbij zijn de speciale detectiesystemen (automatisch of via drukknop-

pen), maar vooral ook de "intelligentie" van de regeling (zie ook lit. 14).

Moderne, computergestuurde installaties bieden in veel ruimere mate de gelegenheid tot flexibele reacties die, beter dan oudere automaten, rekening kunnen houden met kenmerken van langzaam verkeer.

II.5. TOEPASSING BIJ DE ONGEVALLLENFASE

Deze fase wordt veelal nog onderverdeeld in twee deelfasen, nl. de primaire botsing van een voertuig tegen een ander voertuig of een obstakel en de secundaire botsing van in- of opzittenden als gevolg van het botsgedrag van het voertuig. In deze zin is de botsing van een auto met een voetganger een primaire botsing.

In de praktijk blijken er voor beide deelfasen nog niet of nauwelijks elektronische beveiligings- of beheersingsmiddelen te zijn toegepast, zeker niet voor tweewielers.

Voor de primaire botsingsfase bestaan er feitelijk geen algemeen gebruikelijke toepassingen, maar kan hoogstens het bestaan van experimentele apparaten worden gemeld. Het gaat dan bovendien om grotendeels mechanische apparatuur die met behulp van elektronische sensors in werking wordt gesteld. Een voorbeeld is een Engelse ontwikkeling van een vanginrichting voor voetgangers, waarmee wordt voorkomen dat een voetganger, na te zijn aangereden door de auto, van die auto wordt weggeslingerd.

Er bestaan wel enige apparaten die de secundaire botsfase moeten beheersen. Die werken overigens ook grotendeels mechanisch (of pyrotechnisch), terwijl ook hierbij de elektronica als sensor fungeert. Het gaat dan om de zgn. airbag in auto's en om apparaten die op het moment van de botsing de gordelspeling opheffen ("Gurtstrammer") (lit. 59).

Het is overigens niet te verwachten dat elektronica bij de beheersing van de botsfasen een veel grotere rol zal kunnen spelen. De fasen worden gedomineerd door grote mechanische effecten die bovendien slechts zeer kort duren.

Actieve tegenmaatregelen vereisen mechanische tegeneffecten van dezelfde orde van grootte en, hoewel elektronica op zich zeer snel is, is het vrijwel onmogelijk deze tegeneffecten in de beschikbare tijd op te roepen zonder dat daarbij grote, en dus potentieel ook schadelijke, hoeveelheden energie worden gebruikt.

II.6. TOEPASSINGEN BIJ DE NA-ONGEVALSFASE

Zoals al in het eerste deel van dit rapport is aangegeven, vindt hulpverlening op een aantal niveaus plaats. Toepassingen van elektronica moeten dan worden gezocht in het ondersteunen van het functioneren van de niveaus en in de communicatie tussen de niveaus.

In de praktijk heeft met name de communicatiefunctie gestalte gekregen. Zo zijn er, op het niveau van de verkeersdeelnemers, de praatpalen te noemen, maar ook de, in de USA zeer gebruikelijke, "Citizens Band" radio-apparatuur. Daarnaast bestaat uiteraard ook de mogelijkheid van telefoonverkeer (nationaal alarmnummer!).

Meer collectieve niveaus van hulpverlening, zoals politie, ambulance en brandweer maken al heel lang gebruik van mobilfooninstallaties.

Een directe, elektronisch ondersteunde band tussen die collectieve hulpverleners en de verkeersdeelnemers in de buurt van een ongeval ontbreekt echter veelal, behalve in die gevallen waar al bestaande geleidesystemen (bijv. filewaarschuwing, verkeerslichten) ook kunnen worden gebruikt in de hulpverleningsfase.

Met name in de hulpverleningsfase zou elektronica een grotere rol kunnen gaan spelen. Men kan daarbij denken aan automatische apparatuur aan voertuigen die na een ongeval een baken (radiografisch, eventueel optisch) vormt voor hulpverleners en andere weggebruikers. Die apparatuur kan bijvoorbeeld door betrokkenen of hulpverleners worden bediend, maar zou ook automatisch kunnen worden ingeschakeld. Voorwaarde voor een effectief gebruik van een radiobaken is wel dat er een goede voorziening bestaat die zulke bakens peilt en localiseert.

Ook de communicatie tussen collectieve hulpverleners en verkeersdeelnemers in de buurt van een ongeval zou, via de radio, verbeterd kunnen worden.

Verder kan een speciale vorm van lange-termijn hulpverlening worden bevorderd door het ontwerp en installatie van goedkope 'crash-recorders' (vgl. luchtvaart: black-boxes).

SLOTBESCHOUWING

Deze afsluitende beschouwing beoogt het gebied van toepassingen van elektronica in het verkeer naar stadium van ontwikkeling "in kaart" te brengen. Dit inclusief "witte plekken" daarin. Daartoe wordt op hoofdzaken nagegaan:

- op welke terreinen er geen ontwikkelingen met betrekking tot elektronica geconstateerd worden (terwijl dit in principe mogelijk lijkt);
- op welke terreinen elektronica slechts experimenteel wordt toegepast (terwijl gebruik in de praktijk levensvatbaar lijkt);
- in hoeverre, bijvoorbeeld niet altijd, niet overal, alleen bij bepaalde condities enz. elektronische hulpmiddelen in de praktijk worden toegepast (terwijl een ruimer gebruik mogelijk lijkt);
- in hoeverre bestaande toepassingen optimaal uitgevoerd zijn.

Gegeven de opdracht van de RVV, is deze beschouwing feitelijk en constaterend van karakter. Hij is gebaseerd op de in Deel I en II weergegeven informatie. Het resultaat ervan zou overigens aanleiding kunnen vormen tot (uitspraken over) een stimuleren van respectievelijk nieuwe ontwikkelingen, van toepassingsgericht onderzoek, van een ruimer gebruik en van optimalisatie.

Voor het verplaatsingsgedrag ligt een zwaartepunt voor collectieve beslissers in het verwerven van informatie over de belangrijkste verkeers- en vervoersbewegingen. Dit gebeurt thans voornamelijk door een zeer beperkt aantal gegevens op een aantal plaatsen permanent automatisch te registreren, systematisch aangevuld met een tijdelijk bepalen van een iets ruimer aantal gegevens. Daarnaast worden min of meer "toevallig" (naar plaats, tijd, omstandigheden of onderwerp) metingen verricht. In de IDBRA-studie (lit. 1) wordt de indruk gewekt dat de ontwikkelingen gaan in de richting van een verdichting van de thans operationele meetnetten en een vergroting van het aantal permanent geregistreerde gegevens.

Een dusdanige ontwikkeling zou afgezet kunnen worden tegen één, waarin gezocht wordt naar een combinatie van zowel permanent als incidenteel te verzamelen informatie. De permanente metingen zouden daarbij een vaste en overigens nader te definiëren verzameling "basisgegevens" betreffen, te meten op een hierna nog aan te geven wijze van gebruik afgestemd meetnet. De incidenteel en met toepassing van steekproefmethodieken te verzamelen

informatie betreft dan groepen aanvullende gegevens die in samenhang met de basisgegevens relevante aspecten van verkeer en vervoer voldoende nauwkeurig kunnen belichten. Deze methodiek lijkt de mogelijkheden te verruimen voor een voorzien in informatiebehoeften, ook van die liggend op andere beleidsterreinen. Zo zouden voor verkeersveiligheid(sonderzoek) van belang zijnde gegevens als - in een willekeurige greep - expositiegrootheden, regionale verplaatsingspatronen, veranderingen daarin, enz. met relatief geringe inspanning te verkrijgen zijn. Tevens zou de beeldvorming omtrent het verkeer dynamischer kunnen worden.

Zoals eerder besproken, kunnen overheden er belang bij hebben (beslissingen van) individuen over hun reisdoel, vervoersmodus, route en reischema te beïnvloeden, terwijl individuele verkeersdeelnemers vaak gebaat zijn bij informatie waarover centrale instanties beschikken, resp. op die informatie berustende adviezen e.d.

Elektronische voertuigidentificatie biedt in principe overheden de mogelijkheid in te grijpen op het verplaatsingsgedrag van individuele verkeersdeelnemers. Zo kan de toegang tot bepaalde gebieden (als bijvoorbeeld stadskernen), voor bepaalde voertuig- of eigenaarcategorieën, voor zekere tijdstippen enz. ermee selectief gereguleerd worden. Concrete uitwerkingen in deze zin, die veel minder ver gaan dan in het besproken tolsysteem (lit. 26), en die gezien de beperkte benodigde identificatie ook niet onmiddellijk privacyproblemen hoeft te veroorzaken, zijn niet gevonden. Overigens kunnen (beperkte vormen van) identificatie het verwerven van informatie over het verkeer vergemakkelijken.

Radioverkeersinformatie biedt, vooral ook gegeven het gebruik van het auditieve kanaal, aparte mogelijkheden en beperkingen tot het overdragen van informatie. Ten behoeve van het optimaliseren van bestaande werkwijzen en uitvoeringen zou daar meer de aandacht op gericht moeten worden. Ook verbeteringen in de gebruikswaarde en de "gebruikersvriendelijkheid" van de informatie en de inpassing van dit informatiesysteem in het geheel van informatie(systemen) zullen hierin betrokken moeten worden.

De huidige wijze van toepassing van RVI in Nederland ondervindt daarnaast beperkingen op het aspect van de informatie-inhoud: de uitgebreidheid, specificering, doelgroepgerichtheid enz. van de boodschappen. Dit voornamelijk als gevolg van de omvang van het gebied waarvoor de uitzendingen bestemd zijn. Een bestaande toepassingsvorm als die van ARI: het regio-

naal uitzenden van informatie, zou hieraan tegemoet kunnen komen. De van algemeen belang zijnde informatie kan dan aangevuld en toegespitst worden voor kleinere gebieden. In dit verband verdienen ontwikkelingen de aandacht van een gecomprimeerd uitzenden van boodschappen, die door de boordradio weer omgezet worden. Dit voorkomt langdurige programma-onbrekingen, ook wanneer de lengte van of het aantal boodschappen toeneemt. In principe is ook mogelijk een boodschap door een code vooraf te laten gaan gerelateerd aan een regio, zodat selectief ontvangen wordt en het aantal (steun-)zenders beperkt kan blijven. In een dusdanige ontwikkeling liggen mogelijkheden opgesloten tot een steeds verdergaande uitbreiding van het informatiepakket en wel gaande vanaf informatie in de sfeer van het verplaatsingsgedrag tot die van het verkeersgedrag met (zeer) locale betekenis. Dit zou een uitbouw vergen van de "walapparatuur": de informatieverwervings- en -verwerkingssystemen en de zenders, terwijl de ontvangstapparatuur dezelfde blijft. Dit laatste houdt praktische voordelen in.

Het zal geen betoog behoeven dat bij een verbreding van de RVI de bestaande problematiek rond de (auditieve) informatie-overdracht aan verkeersdeelnemers te meer aandacht nodig maakt en dat de benodigde informatieverwerving en -verwerking (waaronder de automatisering ervan, de bijhorende software enz.) van centrale instanties veel inspanningen zullen vergen. Systematische studies omtrent mogelijkheden tot opbouw van uitgebreide RVI-systemen, de compatibiliteitseisen enz. ontbreken, evenals een onderlinge vergelijking van de hierna te bespreken en uitsluitend op het verkeersgedrag betrekking hebbende systemen voor informatieverstrekking.

Overgaande nu op de fase van het verkeersgedrag, wordt in aansluiting op de voorgaande bespreking van RVI eerst doorgedaan op het onderwerp van de informatieverstrekking aan verkeersdeelnemers. De in dit verband (in II.3) genoemde systemen kennen belangrijke verschillen met betrekking tot doelstellingen, informatiepresentatie, het zwaartepunt van de automatische gegevensverwerking en de mogelijkheden van één- en tweewegscommunicatie.

De doelstellingen kunnen (combinaties) betreffen (van) route-informatie, routegeleiding, gevarenwaarschuwing en verkeersregulering. Sommige systemen richten zich intrinsiek of slechts gegeven hun huidige uitvoeringsvorm op een enkele doelstelling, hetgeen beperkingen inhoudt voor

hun gebruikswaarde. Zo bepalen sommige autonome, voertuiggebonden elektronische kaartsystemen zich tot route-informatie alleen. Voorzover ze er al niet voor ingericht zijn lijken de meeste systemen echter technisch zodanig aan te passen dat ze in meer of mindere mate efficiënt en effectief de genoemde scala van doelstellingen in potentie kunnen verwezenlijken. In dat geval bestaat, resp. ontstaat voor centrale instanties de mogelijkheid weggebruikers onderweg te beïnvloeden, dan wel beslissingen van verkeersdeelnemers (bijv. over de te volgen route) over te nemen en hen gewenst gedrag (bijv. omtrent de rijnsnelheid) voor te schrijven. Het merendeel van bedoelde systemen verkeert in een experimenteel stadium; in het bijzonder zijn daarbij experimenten met informatie-overdracht in het kader van verkeersbeheersing uitermate schaars. Voorwaarde daartoe is namelijk dat de vereiste "walapparatuur" voor de gegevensverstrekking aan verkeersdeelnemers deel uitmaakt van vrij uitgebreide verkeersbeheersingssystemen en deze laatste bevinden zich merendeels nog in staat van ontwikkeling.

De informatie kan visueel op een of ander display getoond worden of auditief doorgegeven. Beide presentatievormen lijken toepasbaar; ieder met hun eigen voor- en nadelen, waarin meer inzicht gewenst is. De informatie kan centraal verzameld en verwerkt worden en vervolgens doorgestuurd, zodat de weggebruiker alleen over communicatie-apparatuur dient te beschikken. In sommige gevallen vindt de verwerking echter plaats door boordcomputers. Dit beperkt de mogelijkheden tot beïnvloeding door centrale instanties van verkeersdeelnemers en kent daarnaast praktische bezwaren, bijvoorbeeld in termen van flexibiliteit bij een eventuele uitbreiding van het aangeboden informatiepakket. Wat één- en tweewegscommunicatie betreft verdient vooral de mogelijkheid de aandacht van het automatisch kunnen localiseren van een voertuig, van waaruit een (nood)bericht verzonden wordt. Ook biedt tweewegscommunicatie in principe meer mogelijkheden tot individualisering. Deze lijken evenwel nog maar ten dele geëxploreerd. Genoemde aspecten zullen bij een eventuele keuze terdege meegewogen dienen te worden.

Wat de verkeersbeheersing betreft, met andere woorden onderwerpen als verkeersdistributie, verkeersstroomgeleiding, gevaren- en incidentendetectie enz. komt uit het literatuuroverzicht het beeld naar voren dat op welhaast dit gehele terrein ontwikkelingen plaatsvinden. Er is daarbij

overigens eerder sprake van een verscheidenheid aan praktijkproefnemingen dan van uitgebreide invoering. Dit geldt te meer voor systemen waarin stadia vanaf het detecteren van gevaren en incidenten tot sturing van het verkeer over wegen(netten) geïntegreerd voorkomen.

In de literatuur is een te kort te constateren aan evaluatiestudies. Vandaar ook dat relatief weinig bekend is over de effecten van dit soort systemen. Zo is vaak onduidelijk in hoeverre ze aan hun doelstellingen - waaronder ook de verkeersveiligheid te rekenen valt - beantwoorden, of bepaalde uitvoeringsvormen een voorkeur hebben, waar verbeteringen nodig zijn enz. Een dergelijk inzicht zou toepassingsgericht ontwikkelingsonderzoek kunnen sturen, alsmede een ruimer toepassen kunnen bevorderen. Bij dit laatste is nog de kanttekening te maken dat weinig bekend is over de kosten/batenverhoudingen, terwijl met het installeren van de meer geavanceerde systemen in ieder geval aanzienlijke investeringen gemoeid zijn. Een aspect dat de aandacht verdient is dat de uitgebreide, geïntegreerde verkeersbeheersingssystemen opgebouwd zijn of kunnen worden uit deelsystemen. Wanneer daartoe een strategie ontworpen is en voorzien wordt in praktische problemen als bijvoorbeeld de standaardisatie van de aansluitingsmogelijkheden, houdt dit mogelijkheden in voor invoering van waardevol gebleken deelsystemen en tot een geleidelijke uitgroei van de verkeersbeheersing.

In de besproken toepassingen van elektronische hulpmiddelen voor "ontmoetingen en incidenten" komt een aantal voor die zover ontwikkeld zijn en/of geen schadelijke neveneffecten doen verwachten, dat ze vruchtbaar standaard toegepast kunnen worden. Hierbij valt vooral te denken aan anti-blokkeringsystemen (ook voor vrachtwagens, bussen e.d.!) en daarnaast aan stuuruitslagregelingen en algemene controle-apparatuur. Redenen voor de thans nog beperkte mate van invoering liggen kennelijk in het vlak van de kostenverhoging.

In het literatuuroverzicht worden verder elektronische toepassingen besproken, gericht op positie- en koershouden en longitudinale geleiding, inclusief afstandhouden en anti-botsing. Kortom - hoewel dergelijke systemen vaak ontworpen zijn voor een enkel onderwerp uit deze rij - op het "geheel" van het geleiden van een voertuig langs de weg en ten opzichte van de overige verkeersdeelnemers. De systemen verkeren grotendeels nog in experimenteel stadium; praktijkproeven van enige omvang zijn

niet bekend. Uitgewerkte ideeën voor integratie in verkeersbeheersings-systemen zijn niet gevonden, hoewel hier in principe mogelijkheden voor aanwezig zijn. Een achterliggende, maar niet uitgesproken reden hiervoor zou kunnen zijn dat dergelijke systemen beschouwd worden als alternatief voor beheersingssystemen. Realistischer lijkt in ieder geval, gegeven ook de implementatie die de meeste vergen, ze als aanvulling op die beheersingssystemen te beschouwen. Globaal kunnen ze onderscheiden worden in de uitvoeringsvorm, waarbij taken van de bestuurder overgenomen worden en in die, waarbij alleen ondersteuning van taken beoogd wordt. Aspecten verbonden met het overnemen van taken zijn reeds (in I.3) besproken. Op zich zijn ook tussenvormen denkbaar, bijvoorbeeld die waarin alleen in noodsituaties taken overgenomen worden. Afgezien in uitvoeringen van anti-botsingsapparatuur, waar dit uiteraard meer voor de hand ligt, schijnt deze mogelijkheid niet uitgewerkt te zijn. Een ander onderscheid is, met uitzondering dan voor anti-botsingsapparatuur, te maken naar de plaats waar uiteindelijk beslissingen genomen worden: door de walapparatuur/de operator of door de boordapparatuur/de bestuurder. Het eerste biedt overheden meer mogelijkheden tot beheersing van het verkeer, maar stelt in kritische situaties uitermate hoge eisen aan de correctheid van de op "afstand" genomen beslissing. Dit aspect en ook eerder genoemde vergen nog veel studie. Verder zij aangetekend dat anti-botsingsapparatuur autonome, voertuiggebonden systemen betreft, die los van andere verkeerstechnische maatregelen kunnen functioneren en derhalve ook los daarvan ingevoerd kunnen worden. Onbekend is of ze tot oneigenlijk gebruik aanleiding geven, vooral bij uitvoeringen waarin het systeem de beslissing tot remmen van de bestuurder volledig en gedurig overneemt.

Niet verwacht wordt dat elektronica in de ongevallenfase een andere rol kan spelen dan thans in (experimentele) toepassingen het geval is. In essentie bestaat die rol uit die van sensor van botsingen, waarna ander-soortige middelen geactiveerd worden.

In de na-ongevalsfase kan elektronica - in de vorm van communicatiemiddel - toegepast worden bij de alarmering en in de hulpverlening. Bestaande operationalisaties van alarmering door verkeersdeelnemers zouden wat hun mogelijkheden (bijvoorbeeld localisatie, snelheid, concreetheid van informatie enz.) vergeleken kunnen worden met die van de

eerder besproken tweewegscommunicatie met één van de benodigde installaties geplaatst in het voertuig.

Wat de hulpverlening betreft kan alleen opgemerkt worden dat voldoende communicatiemiddelen voorhanden zijn en dat een optimaal gebruik ervan afhangt van de wijze waarop ze geïmplementeerd zijn in de hulpverleningsorganisatie(vorm). Dit onderwerp is in deze literatuurstudie buiten beschouwing gebleven.

LITERATUUROPGAVE

- (1) "International overview of accident, traffic and travel behaviour information systems". T. Benjamin. International Drivers' Behaviour Research Association (IDBRA), Neuilly, France, 1983.
- (2) "Verkeersgegevens 1979". Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Den Haag, 1983.
- (3) (bijvoorbeeld) "Verkeerstellingen op Provinciale Wegen in Noord-Brabant". Provinciale Waterstaat enz.
- (4) "Algemene verkeerstellingen van de Rijkswaterstaat, 1975". Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg, 1978.
- (5) "A status report on vehicle detectors". W.F. Dorsey. Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1976. (IRRD 236558)
- (6) "Highway traffic detectors and detection (A bibliography with abstracts)". E. Kenton. National Technical Information Service, Springfield, Va, 1979.
- (7) "Traffic analysis and control by means of magnetic loops and dynamic weighting bridges". M. Siffert & G. Briant, 1976. (IRRD 104420)
- (8) "Vehicle detector loop configurations, Phase 4", K.G. Dean & D.E. MacDonald, 1977. (IRRD 234213)
- (9) "Geometrie van lusconfiguraties voor snelheidsmetingen". J.D. van Zijverden & R.C. van der Voort. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Den Haag, 1979.
- (10) "Suggested guidelines for locating freeway sensors". G.H. Anderson, e.a. Institute of Transportation Engineers, Washington D.C., 1980. (IRRD 260532)
- (11) "A microprocessor-based data acquisition system", B.E. Richards. Australian Road Research Board, 1978. (IRRD 239447)

- (12) "Extension of vehicle detection functions by the application of advanced engineering techniques". D.E. Hooper & G.R. Hedley, 1978. (IRRD 234139).
- (13) "Device for the classified count of road vehicles: Eight categories." 1976. (IRRD 105291).
- (14) "Vehicle detection, Phase III: Passive bus detector/intersection priority system development". P. Anderson e.a., 1975. (IRRD 234924).
- (15) "Los Alamos scientific laboratory electronic vehicle identification system". J.A. Landt e.a., 1979. (IRRD 246956)
- (16) "Euco-Cost-30, Final Report". Commission of the European Communities, Luxembourg, 1981.
- (17) "European project on electronic traffic aids on major roads". K. Baang & B. Peterson, 1981. (IRRD 257245)
- (18) "Radioverkeersinformatie". De Ministeriële Werkgroep Radioverkeersinformatie, Den Haag, 1982. (IRRD 265623)
- (19) "Verkeersinformatie". Centrale Politie Verkeersinformatie, Politie Verkeerscentrale, Den Haag, 1980.
- (20) "Route-information systems". H.L. Oei. In: Man and information technology: towards friendlier systems. Stichting Toekomstbeeld der Techniek STT Publications 38: 19-37. Delft University Press, Delft, 1983.
- (21) "Drivers information and motorish aid hardware". F.J. Mammano. Vehicular Technology (1980) 2: 161-174.
- (22) "Ways and means for improving driver route guidance". TRRL Report 1016. D.J. Jeffery. TRRL, Crowthorne, 1981. (IRRD 258441)
- (23) "Experimenten met route-informatie via view-data". P. van Heiningen. Verkeerskunde 27 (1976) 5: 280-281.

- (24) "View-data, alternatief voor verkeersgeleidingssystemen?". Verkeerskunde 33 (1982) 3: 1-2.
- (25) "Route planning per view-data". Verkeerskunde 35 (1984) 1: 9.
- (26) "Electronic road pricing in Hongkong". J.A.L. Dawson. Traffic Engineering & Control (1983): 372-374.
- (27) "A low cost fog detector developed for use on roads". D.J. Jeffery, 1972. (PB-212 043.)
- (28) "Fog and road traffic". R.L. Moore & L. Cooper, 1972. (PB-213 822/5.)
- (29) "Pavement and bridge icing". R.R. Blackburn, 1976. (PB-255 636/3ST.)
- (30) "Snow and ice detection and warning systems". R.C. MacWhinney e.a., 1975. (PB-259 491/9ST.)
- (31) "Present status of bridge ice detection program at FHWA". J.C. Leifer, 1979. (IRRD 242001)
- (32) "Windwaarschuwingssysteem op de Moerdijkbrug". W.H. Ravenschot e.a. Verkeerskunde 30 (1979) 2: 68-70.
- (33) "Wind, een gevaar op de weg". P.I.J. Wouters & G.L. Mooyman, Verkeerskunde 31 (1980) 2: 104-108.
- (34) "Development of automatic detection of bad weather conditions". M. Makela, 1979. (IRRD 506534)
- (35) "Automatic incident detection - TRRL Algorithms HIOCC and PATREG. TRRL SR 526. J.F. Collins. TRRL, Crowthorne, 1979. (IRRD 246992)
- (36) "The demonstration project in the Netherlands, 1982-1983. Euco-Cost-30 Bis, Brussel, 1982.

- (37) "Beheersen van congestie". J.H. Jeneson & J.J. Klijnhout, 1982.
(IRRD 271125)
- (38) "Automatische incidentdetectie op autowegen" W. Maes, 1976. (IRRD 106857)
- (39) "Chicago area expressway surveillance and control; Final report". Illinois Department of Transportation, 1979. (IRRD 251768)
- (40) "Freeway incident-detection algorithms based on decision trees with states". H.J. Payne e.a., 1978. (IRRD 244945)
- (41) "Automatic close-following sign at Ascot". TRRL Report 1095. R.D. Helliar-Symons. TRRL, Crowthorne, 1983. (IRRD 273241)
- (42) "Point-follower automatic vehicle control: A generic analysis". S.J. Brown, 1977. (IRRD 237915)
- (43) "Human factors considerations for in-vehicle route guidance". C.L. Dudek, 1979. (IRRD 251623)
- (44) "Function, equipment and field testing of a route guidance and information system for drivers (ALI)". P. Braegas. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1980.
- (45) "An in-vehicle information system for drivers". Ken Nagaiea. Proc. Int. Symp. on Traffic Control Systems, 1979.
- (46) "Traffic guidance and information systems for motorway networks: Strategy and application". J. Boesefeldt & K. Everts. Proc. Int. Symp. on Traffic Control Systems, 1979.
- (47) "Weg-voertuig communicatie in het ARIADNE routegeleidingssysteem". C.J. Duunk. Vakgroep Automatische Verkeerssystemen, TH-Delft, 1982. (IRRD 261962)
- (48) "Putting a stop to speeding". A. Townsin, 1983. (IRRD 273182)

- (49) "Automatic regulation of speed wins a price". 1979. (IRRD 244672)
- (50) "Les regulateurs de vitesse automobile". D. Jauset, 1980. (IRRD 110615)
- (51) "On future traffic control: Advanced systems hardware". R.E. Fenton. Vehicular Technology (1980) May: 200-207. (IRRD 259856)
- (52) "Automatic car-following; A study of possible controllers. A.L. Masson, 1979. (IRRD 245359)
- (53) "Microcomputer control for the car of the future". E.F. Belohoubek e.a., 1977. (IRRD 235911)
- (54) "Vergleich unterschiedlicher Blockierschutzregelsysteme (ABV-Systeme) bezeuglich aktiver Sicherheit und Kosten". E. Reinecke, 1978. (IRRD 308527)
- (55) "Collision avoidance radar braking systems investigation, Phase III study". W.R. Faris e.a., 1979. (IRRD 249073)
- (56) "Electronic control unit for passenger car antiskid". H. Leiber e.a., 1979. (IRRD 246013)
- (57) "Programmierte Sicherheit". Vereinigte Motor-Verlage, 1979. (IRRD 311557)
- (58) "Aufbau und Wirkung des Antiblockiersystems ABS für Nutzfahrzeuge". A. Mischke, 1981. (IRRD 313322)
- (59) "Der Airbag als Verbesserung des zukünftigen Insassenschutz". H. Scholz, 1975. (IRRD 304171)