



Erasmus centre for Sustainability and Management

Technologie voor
bewegen in de toekomst:
een quick scan

Erasmus Universiteit Rotterdam
Faculteit der Sociale Wetenschappen

Erasmus Universiteit Rotterdam

Erasmus

Technologie voor bewegen in de toekomst: een quick scan

Een nadere focus op de bijdragen die technologische innovaties kunnen hebben op de bestrijding van congestie in verkeer en vervoer

Harry Geerlings
Jacko van Ast



Voorwoord

In het kader van de behandeling van het MIT-projectenboek 2003 is door het Ministerie van Verkeer & Waterstaat een integrale verkenning uitgevoerd naar de weg/rail combinatie voor de corridor Haarlemmermeer-Almere (HALM), waarin ook de A6/A9 verbinding is opgenomen.

Tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden rond de verkenning werd duidelijk dat zich een groot aantal onzekerheden manifesteert waar het de mogelijk toekomstige ontwikkelingen betreft. Het gaat hier om ontwikkelingen en oplossingsrichtingen die zich op de middellange termijn kunnen aandienen. Het Erasmus Center for Sustainability and Management van de Erasmus Universiteit Rotterdam heeft een achtergrondstudie uitgevoerd naar de toekomstige technologische, maatschappelijke en ruimtelijke ontwikkelingen die zich naar verwachting in de toekomst betekenis hebben voor het mobiliteitsgedrag. De studie heeft als titel 'Bewegen in de toekomst'. De resultaten van de studie laten een breed scala aan mogelijke ontwikkelingen zien. Een duidelijk beeld van wat deze ontwikkelingen betekenen voor het congestievraagstuk wordt niet gegeven, hoewel er wel aanwijzingen zijn dat vanuit de technologie aanknopingspunten gevonden kunnen worden.

Dit rapport bevat een inventarisatie van technologische opties om congestie te bestrijden. Het rapport moet worden gezien als een nadere studie van de technologische trends uit de studie 'Bewegen in de toekomst'. Het rapport bevat een inventarisatie en categorisatie van toekomstige innovaties. De studie heeft een kwalitatief karakter en moest in zeer beperkte tijd tot stand worden gebracht. Om die reden worden vooral oplossingsrichtingen geïnventariseerd. Een precieze uitwerking en doorrekening konden in de korte tijdsspanne die ons ter dienst stond niet worden gerealiseerd. De inventarisatie is tot stand gekomen met medewerking van Marco Boerema Ba, Dr Sandra Bos, Menno Koorn Ba, Sumet Ongkittikul M Eng/Ma en Maarten Warbout Ba

Wij hebben bij de uitvoering van het onderzoek veel steun gehad van ing. Marcel Klaver en drs. Michiel Ruis, die beide zeer betrokken zijn bij de verkenning en die wij langs deze weg willen danken. Tevens willen wij Ton Buffing (Gemeente Amsterdam) danken voor zijn kritische review. Wij hopen met deze studie een waardevolle bouwsteen aan te dragen bij de voltooiing van de beleidsverkenning.

Dr. Harry Geerlings
Mr Dr. Jacko van Ast

Rotterdam, 10 februari 2004

1	Inleiding	5
2	Aandrijfsystemen.....	8
3	Voertuigconcept	10
3.1	Introductie	10
3.2	Innovaties railsysteem.....	10
3.3	Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV) en lightrail	11
3.4	Ondergronds logistieke systemen/buisleidingen transport	13
3.5	De Robottaxi	15
3.6	Kabelbaan.....	16
3.7	TH!NK.....	18
3.8	Vervoer over het water.....	19
3.9	Goederenvervoer per metro	20
3.10	Langere en Zwaardere Vrachtauto's (LZV)/Ecocombi.....	22
4	Transportmanagement.....	24
4.1	Introductie	24
4.2	Informatie- en Communicatie Technologie (ICT).....	24
4.3	Automatische Voertuig Geleiding (AGV)	26
4.4	Road-pricing.....	31
4.5	Prijsmaatregelen openbaar vervoer	32
4.6	Intelligente snelheidsadaptatie	33
4.7	Doelgroepstroken.....	35
4.8	Incident management	36
5	Infrastructurele ingrepen	38
5.1	Combi road.....	38
5.2	Distri road	40
5.3	Distri vaart.....	41
6	Recapitulatie	42
7	Referenties.....	45

1 Inleiding

Van oudsher zijn verkeer en vervoer en de ontwikkeling van technologie nauw met elkaar verbonden. Dat geldt zowel voor vervoer “ter land, ter zee als ook in de lucht”. Voor wat betreft de eerste categorie geldt dat al sedert de uitvinding van het wiel en de bouw van de ‘wegen naar Rome’ de technologie ten behoeve van het wegvervoer een gestage ontwikkeling doormaakt. De laatste twee eeuwen heeft een ware explosieve plaatsgevonden in deze ontwikkeling. Hierbij wordt de verkeer- en vervoersector gekenmerkt door een sterke groei van het aantal afgelegde kilometers. Deze groei doet zich zowel voor bij het personen- als bij het goederenvervoer. Tegelijkertijd met het toenemende gebruik deed zich een verschuiving voor van minder naar meer vervuulende vormen van transport, veelal gerelateerd aan de toename in snelheid van gemotoriseerd vervoer. Dit werd mogelijk als gevolg van een eveneens toenemend besteedbaar inkomen. De verwachting is dat de verplaatsingsbehoefte in de toekomst nog sterk zal toenemen. Het aantal reizigerskilometers over land zal in 2030 met tenminste 20 procent toegenomen zijn ten opzichte van 1995 en het goederenvervoer zal meer dan verdubbeld zijn.

Vanuit historisch perspectief is duidelijk dat technologische ontwikkelingen altijd een belangrijke drijfveer zijn geweest voor veranderingen in het verkeer- en vervoersysteem. Terugblikkend kan worden geconstateerd, dat nieuwe vervoersystemen vooral ontstaan vanuit het op dat moment in gebruik zijnde systeem. Filarski (1997) bijvoorbeeld beschrijft de opkomst van respectievelijk trekschuit, diligence, trein, fiets, tram, auto en vliegtuig. Belangrijke drijfveren voor de ontwikkeling waren snelheid, comfort, reiskosten en status. Maar niet vergeten mag worden dat deze nieuwe systemen mede dankzij de technologische ontwikkeling konden worden gerealiseerd.

Ontwikkelingen leiden niet alleen tot het ontstaan van *nieuwe* vervoersystemen. Ook bij *bestaande* systemen doet zich een evolutie voor. Als illustratief voorbeeld gelden de spoorwegen. Van houten rails werd eerst op ijzeren rails overgeschakeld. Ook werd geëxperimenteerd met verschillende exploitatievormen en verschillende vormen van tractie, waaronder stoom. Zo konden de spoorwegen evolueren van een modaliteit voor korte verbindingen in heuvelachtig gebied (met gebruikmaking van paardentraction of zwaartekracht), naar een geschikte modaliteit voor middellange afstanden, en uiteindelijk het vervoersysteem zoals wij dat heden ten dage kennen.

Een nadere analyse van het voorbeeld van de spoorwegen is niet alleen illustratief voor het evolutionaire karakter van een innovatie, het geeft tevens aan dat innovaties niet uitsluitend tot stand komen onder invloed van technologische ontwikkeling. Ook andere factoren zijn van invloed op het innovatieproces, waarbij sprake is van een groot aantal complicerende factoren, die - naar aard en omvang - worden bepaald door de maatschappelijke context.

Voor de maatschappij als geheel heeft de toenemende mobiliteit een aantal nadelige gevolgen die zich vooral op milieugebied bevinden. Daarnaast dreigt de populariteit van mobiliteit aan zijn eigen succes ten onder te gaan. Met name bij het wegvervoer blijkt de door technologie te realiseren vervoersbehoefte in strijd te komen met de beschikbare infrastructuur. Het gevolg is congestie. In deze technologiescan richten

wij ons in het bijzonder op deze problematiek. Op het gebied van congestiebestrijding wordt de samenleving voor grote uitdagingen gesteld. In theorie kunnen mogelijke oplossingsrichtingen worden gevonden op drie terreinen:

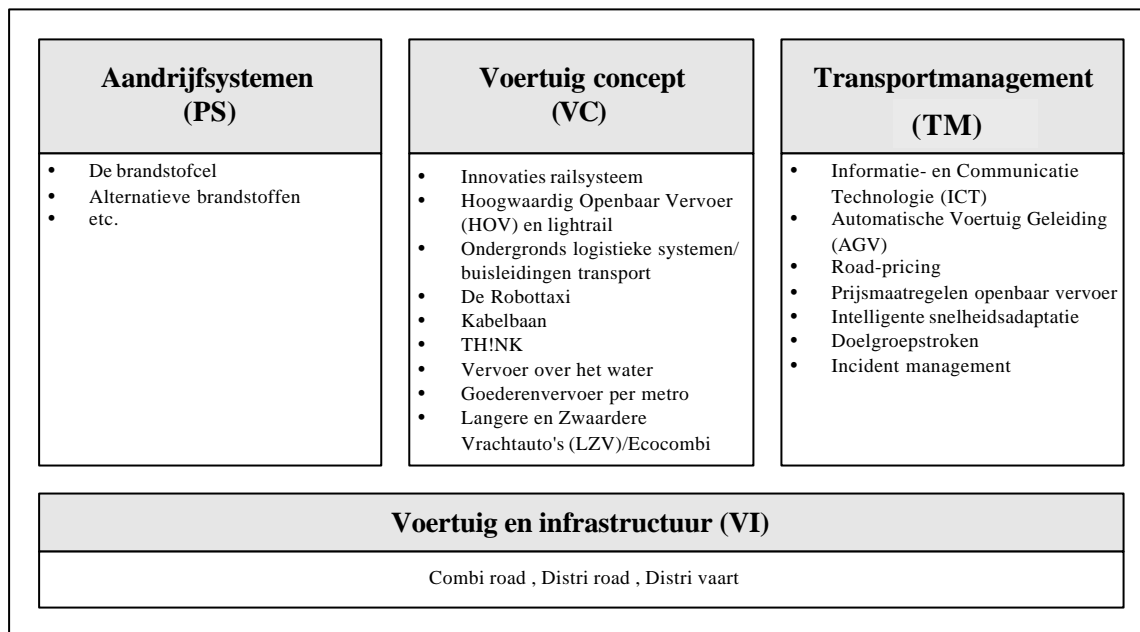
- een reductie van de totale hoeveelheid mobiliteit;
- verplaatsing van de mobiliteit via een ‘modal shift’;
- betere capaciteitsbenutting en uitbreiding van infrastructuur.

Voor wat betreft de lange-termijn is een breed scala aan oplossingsrichtingen voor handen, waarbij met name van de ruimtelijke ordening een bijdrage kan worden verwacht. Bij de oplossing voor de korte termijn zal een zwaar beroep worden gedaan op technische innovaties binnen het vervoersysteem. In theorie lijkt het gericht ontwikkelen van technologie met als doel reductie van congestie een voor de hand liggende weg, maar de mogelijkheden om dit met beleid te realiseren worden door veel beleidsmakers als zeer beperkt ervaren. Het evolutionaire karakter, dat de ingrijpende innovaties in het verleden kenmerkte, leidt nogal eens tot de opvatting ‘Het zal allemaal zo’n vaart niet lopen’ of tot de uitspraak ‘Ach, de politiek wil het toch niet’. Zo’n observatie is deels te begrijpen: er zijn al oplossingsrichtingen mogelijk, maar vooralsnog ontbreekt in Nederland de politieke moed om ze in te voeren (zoals bij rekening rijden). Meer resultaat moet komen van een goed doordachte strategische aanpak. Deze strategie kan bestaan uit:

1. opsporen van toepassingsmogelijkheden van reeds ontwikkelde technologie voor verkeer en vervoer (technologieverkenning);
2. bezien in hoeverre hiervoor in Nederland toepassingsmogelijkheden bestaan;
3. onderzoeken op welke wijze introductie in Nederland kan worden bewerkstelligd;
4. realiseren van de implementatie.

Bij de introductie moet met een aantal aspecten rekening worden gehouden. Eén daarvan betreft de positie die de consument inneemt. Niet iedere consument zal bereid zijn om – ter wille van het verminderen van de congestie – voor een reis van Parijs naar Amsterdam de TGV te kiezen in plaats van de auto. Zeker niet, wanneer de reis met de auto voor hem financieel veel voordeliger is als ook nog eens sprake is van een royale reiskostenvergoeding. Dit element speelt bijvoorbeeld een belangrijke rol bij de eigenaars van lease auto’s. Ook bij de introductie van nieuwe technologieën moet aan de marktsituatie – gegeven de voor de consument beschikbare alternatieven – grote aandacht worden besteed, op straffe van non-acceptatie van de nieuwe technologie door het grote publiek. Het gaat dus niet alleen om de technologieontwikkeling als zodanig, maar ook om percepties en het daarmee verbonden gedrag.

Om beter inzicht te krijgen in de verschillende wijzen waarop technologie in verband staat met transport, gaan Zwaneveld et al. [1999] uit van het ‘transport mode concept’. Hierbij wordt transport in drie componenten verdeeld: aandrijfsysteem (Propulsion System; PS); voertuig concept (Vehicle Concept; VC) en transportconcept (TC). Iedere beweging met een voertuig heeft betrekking op alledrie de genoemde componenten (PS, VC and TC) en heeft daarnaast betrekking op de infrastructuur. Omdat de derde categorie vooral betrekking heeft op sturingsmogelijkheden van overheden, wordt dat hier Transport Management genoemd. De onderliggende combinatiecategorie noemen we ‘Voertuig en Infrastructuur (VI)’. Het concept wordt weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Transport Mode Concept; classificatie van transporttechnologieën (naar Zwaneveld e.a. [1999]).

In elk systeem bestaan diverse potentiële technologieën die invloed kunnen hebben op het systeem, waarbij elk systeem zijn eigen technologisch ontwikkelingspad heeft. Aandrijfsystemen hebben betrekking op het gebruik van de brandstof en de motortechniek. Voor wat betreft het voertuigconcept bestaan zowel ontwikkelingen op het gebied van het voertuig zelf als de infrastructuur, het gaat aldus verder dan het individuele voertuig. Het transportmanagement vervolgens heeft vooral betrekking op de aspecten ‘organiseren’ en ‘faciliteren’ van het systeem. Het ‘transport mode concept’ als geheel tenslotte omvat alle bovengenoemde concepten en houdt rekening met het individuele gedrag bij het managen van de mobiliteit van het systeem.

In het vervolg inventariseren we per type transporttechnologie de beschikbare technologie. Ook is een aantal combinatiesystemen behandeld. De selectie is mede gebaseerd op een realistische inschatting van de rol die de betreffende technologie zal gaan spelen bij toekomstige ontwikkelingen. In de achtereenvolgende paragrafen wordt daarbij na een beschrijving van de technologie een inschatting gemaakt van de bijdrage die de technologie kan leveren aan de vermindering van congestie in de Haarlemmermeer-Almere Regio (HALM-regio). In het laatste hoofdstuk worden de bevindingen in hun onderlinge samenhang samengevat, aangevuld met aanbevelingen voor de corridorstudie.

2 Aandrijfsystemen

Introductie

Het zal duidelijk zijn dat aandrijfsystemen op zichzelf geen bijdrage leveren aan congestieproblematiek. Het gaat hier immers om innovaties met betrekking tot de wijze waarop voertuigen zich bewegen, niet van de wijze waarop het vervoer plaatsvindt, al ligt hier wel enig verband. De reden dat we een van de aandrijftechnologieën toch aandacht schenken, is vooral gelegen in de noodzaak de mythes die rondom de brandstofcel opgang doen te ontzenuwen.

De brandstofcel

Er bestaan hoge verwachtingen over de brandstofceltechnologie als oplossing van veel externe effecten van vervoer. De brandstofcel kan worden beschouwd als een elektrochemische reactor, die in staat is chemische energie uit gasvormige brandstoffen, zoals waterstof en methaan, om te zetten in elektrische energie. In zekere zin werkt de brandstofcel in omgekeerde richting als het reeds lang bekende proces van de elektrolyse van water. In dit proces wordt door stroomgeleiding door een elektrolyt, waterstof en zuurstof aan de elektrode wordt gevormd. De elektrische energie wordt daarbij direct omgezet in chemische energie.

Momenteel is sprake van een sterke belangstelling voor de brandstofcel. Sommige onderzoekers laten zich zelfs verleiden tot de uitspraak dat na de "age of fire" nu de "age of electrochemistry" is aangebroken. Voor een deel is deze optimistische visie gebaseerd op de steeds stringente wetgeving, waardoor een ander beleid noodzakelijk wordt en nieuwe technologieën een perspectief wordt geboden. Zo moet in de staat Californië in 1998 2% van de nieuw geproduceerde auto's voldoen aan de z.g. "zero-emission" taakstelling; oplopend tot 10% van het aantal nieuw geproduceerde auto's in 2003. Mede op initiatief van voormalig vice-president Gore is aan het congres een plan voorgelegd om verder onderzoek te doen naar toe/passing van de brandstofcel in de transportsector. De kosten van dit programma worden geraamd op ca 2 miljard dollar.

Van oudsher is het verbrandingsproces de meest toegepaste methode om chemische energie om te zetten in warmte en, via geëigende tussenstappen, in elektrische energie. In zijn algemeenheid leveren de energetische omzettingen veel energieverlies op (vooral warmte). Een belangrijk oorzaak daarvan zijn de zo genaamde conversieprocessen. Veel onderzoeken zijn er op gericht de verliezen zo veel mogelijk terug te dringen. Dit wordt voornamelijk bereikt door toepassing van efficiënte grootschalige opwekkingseenheden en het zo hoog mogelijk opvoeren van de conversietemperatuur. Bij grootschalige toepassingen is dit proces redelijk succesvol, denk aan warmte-kracht koppeling. Bij kleine eenheden lijkt het niet te vermijden dat grote hoeveelheden energie verloren gaan als niet bruikbare restwarmte. Veel energieverlies kan worden vermeden wanneer niet het verbrandingsproces als uitgangspunt voor elektriciteitsopwekking wordt gebruikt, zoals dat tot op heden gebruikelijk is, maar het elektrochemisch proces (Geerlings, 1997). De warmte die vrijkomt in dat proces wordt direct nuttig gebruikt. Omdat hier sprake is van een gesloten systeem kan het rendement toenemen van 40% naar 80%. De brandstofcel biedt daarvoor een mogelijkheid.

Enige terughoudendheid voor een al te optimistische houding aan de hand van bovenstaand figuur lijkt gewenst. Uit eerdere onderzoeken blijkt dat veel technologieën tot ontwikkeling worden gebracht die in potentie beloftevol lijken, maar achteraf teleurstellen. Een veel genoemde reden voor dit regelmatig terugkerend probleem is de lange looptijd van de onderzoeksprogramma's en de grote investeringen die zijn gemoeid met de ontwikkeling van de onderzoeksprogramma's. Ook wordt genoemd dat het ontbreekt aan een duidelijk technologiebeleid. Veel belangrijker is echter nog wel het feit dat waterstof een energiedrager is, zodat er altijd een andere energiebron aan te pas komt om de waterstof te produceren. Het feit dat deze productie centraal kan plaatsvinden, waardoor de CO₂ kan worden opgevangen, is dan slechts een beperkt voordeel. Verder is er een aantal andere belangrijke barrières die moeten worden overwonnen. In deze paragraaf volstaan we met het noemen van de hoge ontwikkelingskosten en het relatief zware gewicht van de brandstofcel.

Toch lijken er kansen voor succesvolle toepassing van brandstofcellen voor transportdoeleinden een perspectief te bieden. Er zijn een groot aantal voorwaarden die aan een nieuwe technologische ontwikkelingen wordt gesteld. Bij voorkeur zouden de nieuwe transportsystemen aan de volgende kenmerken moeten voldoen:

- . veilig en comfortabel, met dezelfde rij-karakteristieken als conventioneel aangedreven voertuigen,
- . weinig of geen verontreiniging naar bodem, lucht of water,
- . energiegebruik van duurzame bronnen,
- . kosten die niet hoger zijn dan het gebruik van de huidige voertuigen.

Recent onderzoek toont aan dat elektrische voertuigen die worden aangedreven met een brandstofcel (Fuel Cell Electric Vehicle/FCEV), wat betreft prestaties, reikwijdte en oplaadvermogen, dezelfde of betere prestaties leveren als de voertuigen die worden aangedreven door een conventionele motor (Internal Combustion Engine Vehicle/ICEV). In het algemeen zijn de FCEV ook stiller en onderhoudsvriendelijker.

De energie-input die voor de werking van een brandstofcel noodzakelijk is, kan worden verkregen uit methanol of waterstof. Beide energiedragers worden verkregen uit LPG, LNG, biomassa of een mixture daarvan. Waterstof kan nog worden geproduceerd uit hydro-elektriciteit, windenergie en zonne-energie. Momenteel worden brandstofcellen beproefd die een opwekkingsvermogen hebben van ca. 70Kw hetgeen voldoende is voor toepassing in de transportsector. De ruimte die zij innemen die (inclusief convertor) is te vergelijken is met ruimte die een ICEV nodig heeft.

Relatie met congestie

Het is duidelijk dat de brandstofcel geen bijdrage zal kunnen leveren aan een vermindering van de congestie. Momenteel wordt hard gewerkt aan haalbaarheidsstudies om over te gaan op massafabricatie. Een belangrijk element is het kostenaspect van de nieuwe technologie, waarbij niet uit het oog moet worden verloren dat grootschalige invoering van een financieel aantrekkelijk initiatief, alleen maar kan leiden tot meer vervoersbewegingen. De technologie wordt vooral ontwikkeld om milieudoelen te bereiken en is derhalve geen reële optie voor congestiebestrijding.

3 Voertuigconcept

3.1 Introductie

In het vervolg komt een aantal mogelijke technologieën naar voren die in de toekomst wellicht van invloed zullen zijn op de congestieproblematiek. Belangrijk is dat het bij de inschattingen over hun effecten om een indicatie van de effecten gaat. Het is daarom niet nodig om tot in detail vast te stellen hoe de mogelijke toekomstige systemen eruit gaan zien.

3.2 Innovaties railsysteem

In verschillende studies wordt als een aparte cluster van innovatieve systemen de railsystemen onderscheiden. Kenmerkend aan deze systemen is dat zij van een eigen infrastructuur gebruik maken. Op dit moment wordt een aantal nieuwe voertuigconcepten ontwikkeld die gemeen hebben dat ze gebruik maken van een vorm van rails. DHV speelt een belangrijke rol bij de introductie van een aantal van deze concepten, te weten de RUF (www.ruf.dk), de MegaRail (www.megarail.com), de Autoshuttle (www.autoshuttle.de) en ULTra (bijv.: www.atsltd.co.uk). De systemen RUF, Autoshuttle en Megarail bieden de mogelijkheid van integratie van de auto en de rail en zijn in termen van vervoerwaarde grofweg vergelijkbaar. De verschillen zitten vooral in de wijze waarop de technieken kunnen worden ingevoerd en draagvlak kan worden verkregen bij onder meer gebruikers. Het idee is personenauto's over bepaalde trajecten te vervoeren in wagons die zich met grote snelheid over een railtraject (bij de autoshuttle op basis van MagLev) bewegen. Door handige koppelingstechnologie vindt minimale vertraging plaats bij het aan- en afkoppelen van de wagons en het in- en uitrijden van de auto's. Niettemin zijn de voordelen op korte stukken minder groot dan op de langere trajecten. De beschouwde vervoerssystemen functioneren aanvullend op een conventioneel autosysteem. Potentiële gebruikers van het systeem (reizigers die een bovenlokale verplaatsing gaan maken) hebben na introductie van het systeem globaal dus drie in plaats van twee keuzes om hun verplaatsing te maken:

1. met de auto van deur tot deur op dezelfde wijze als ze dat nu kunnen doen
2. met het openbaar vervoer op dezelfde wijze als ze dat nu kunnen doen
3. met de auto waarbij een gedeelte van de reis, namelijk dat deel dat deel uitmaakt van het hoofdwegennet kan worden gereisd in een wagon van innovatief hoge snelheidsrailvervoer.

ULTra is een systeem van railgebruikende taxi's zonder bestuurder. Het is een systeem dat geschikt is voor stedelijk vervoer, hoewel het denkbaar is dat een aansluiting van dat systeem op een systeem voor interlokale verplaatsingen voordelen kan hebben voor de realiseerbaarheid en de duurzaamheid van die interlokale systemen. Dat zou ook de basis zijn voor het meenemen van dit systeem in de MIT-verkenning. Voorlopig is in dit kader evenwel vastgesteld dat het meenemen van de ULTra in de berekeningen moeilijk is te realiseren binnen de beschikbare tijd. Daarom wordt dit systeem daar vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

	RUF	Autoshuttle	MegaRail	ULtra
Gemiddelde snelheid geleide deel	100 km/h	benadert 180 km/uur, afhankelijk van afgelegde afstand	afhankelijk van afgelegde afstand	benadert 40 km/h
Max. snelheid geleide deel	200 km/h	180 km/h	200 km/h	40 km/h
Capaciteit geleide deel	20.000 passagiers per uur per richting (= ongeveer 3600 ruf's per uur)	15.000 voertuigen per uur per richting (bij 1 baan)	-	1.800 voertuigen per uur
Wachttijd	niet exact bekend (wachttijd is bijna geëlimineerd)	gemiddeld 1 minuut overdag, voor bussen/vrachtauto's gemiddeld 3 minuten overdag	niet exact bekend (fast entry)	80% heeft geen wachttijd, 95% heeft wachttijd van < 1 minuut
Gemiddelde snelheid ongeleide deel	als bij auto	als bij auto	als bij auto	nvt
Max. snelheid ongeleide deel	80 km/h	120 (als bij auto)	120 (als bij auto)	nvt
Max. aantal passagiers per eenheid	dual-mode: 4 maxi: 10	Als bij auto/bus	Als bij auto	4 personen

Tabel 1: DHV, 2003

De systemen zullen vooral een verhoging geven in de snelheid waarmee de bestemming bereikt zal kunnen worden. Er zijn geen berekeningen over de betekenis van deze concepten voor congestiebestrijding. Duidelijk is wel dat de kosten van de innovatie tamelijk hoog zullen zijn en dat de kans op succesvolle implementatie moeilijk valt in te schatten. Sprekend vanuit de gedachte van transitie management moet de conclusie worden getrokken dat de systemen wel beloftevol (kunnen) zijn voor de lange termijn, ook in de corridor Haarlemmermeer – Almere. Daarbij moet wel worden aangetekend dat de ruimte voor aan- en afkoppelingsknooppunten van RUF, Autoshuttle en Megarail beperkt beschikbaar is in dit gebied, zodat wellicht moet worden overgegaan tot ondergrondse aanleg. Dit heeft naar verwachting echter een zeer aanzienlijke verhoging van de aanlegkosten tot gevolg. Daarnaast betekent het de aanleg van een aparte infrastructuur, waarvoor eveneens weinig plaats aanwezig is en waarvan de capaciteit ook weer beperkt is.

3.3 Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV) en lightrail

3.3.1 Beschrijving

Het openbaar vervoer geldt als een belangrijk alternatief voor het autogebruik. Het wordt echter over het algemeen niet als volwaardig alternatief ervaren. Om dit te bereiken kan een hoogwaardige component aan het openbaar vervoer worden toegevoegd. Bij 'Hoogwaardig Openbaar Vervoer' (HOV) gaat het niet alleen om technisch geavanceerde, moderne toepassingen, maar vooral ook om de aansluiting die het vindt in het maatschappelijke leven. Enkele kernpunten hierbij zijn frequentie, toegankelijkheid, snelheid, comfort, betrouwbaarheid en prijs/kwaliteit verhouding. HOV wordt hier gedefinieerd als openbaar vervoer met een hoge frequentie, een

regelmatige, betrouwbare dienstverlening en een grotendeels eigen infrastructuur. HOV kan in principe vele verschijningsvormen aannemen. In de praktijk gaat het in de meeste gevallen om een vervoerssysteem dat de voordelen combineert van de (regionale) trein, de tram, de metro en de (stads)bus.

Voor regionale verbindingen is dit vaak de zogenaamde *lightrail* en voor stedelijk gebied lijkt de voorkeur uit te gaan naar hybride, vaak ook geleide, bussen op eigen baan. Een lightrail voertuig is een voertuig dat zowel op een trambaan als op een spoorweg kan rijden en dus ook met twee verschillende voltages (respectievelijk 740V gelijkstroom en 15000 V wisselstroom) uit de voeten kan (Wansbeek, 1999). Op die manier kan één voertuig zowel de stad als de regio er omheen bedienen. De voertuigen zien er meestal uit als trams, met een lage instap. In het Duitse Karlsruhe is een groot succes. De hier genoemde definitie voor lightrail is de meest gangbare en wordt ook door de overheid als zodanig gebezigd. De term lightrail wordt echter ook veelvuldig 'misbruikt' en toegepast voor systemen die niet aan bovenstaand profiel voldoen (Ministerie V&W, 1997).

Nader onderzocht zijn de volgende lightrail systemen (Bos et al, 2001):

- Randstadrail; dit is een lightrail verbinding in de zuidvleugel van de randstad die moet gaan zorgen voor een goede verbinding tussen Den Haag, Zoetermeer en Rotterdam. Deels wordt op eigen infrastructuur gereden, deels op het bestaande spoorwegnet. De eerste delen van Randstadrail zullen niet voor 2005 gereed zijn (Projectgroep Randstadrail, 1996).
- Randstadspoor; dit beoogt een hoogfrequent stadsgewestelijk OV-systeem rond Utrecht te introduceren dat, met lightrail materieel, gebruik maakt van de toekomstige spoorwegcapaciteit. Door op bestaande spoorlijnen nieuwe stations te openen, worden doelgebieden beter ontsloten.
- Rijn-Gouwelijn (Noordwijk-Leiden-Gouda); het betreft een door de Leidse regio en de provincie Zuid-Holland beoogde lightrail verbinding op het traject Gouda-Alphen-Leiden-Katwijk/Noordwijk. Er zijn verschillende varianten onderzocht waaronder een complete lightrail variant waarvoor deels nieuwe infrastructuur nodig is. Het project wordt in etappes gerealiseerd en is klaar in 2010 (Stuurgroep Rijn Gouwe west, 1999).

Verder zijn nader onderzocht de volgende HOV-systemen (Bos et al, 2001):

- HOV Eindhoven; dit beoogt een hoogwaardige ontsluiting van de Vinex-wijk Meerhoven, Eindhoven Airport en Veldhoven. Er wordt gereden met dubbel (24m) en enkel (18m) gelede bussen die de naam 'Philaes' hebben meegekregen. Deze bussen rijden voor 85% van hun traject op eigen baan en hebben voor de overige 15% voorrang op het andere stadsverkeer. De eerste bussen worden in 2003 geleverd (Verleg, 1997).
- HOV Almere; het betreft een uitgebreid stelsel van vrije busbanen dat reeds bij de bouw van Almere aangelegd is. Er wordt vooralsnog gereden met conventionele dieselbussen (gemeente Almere, 1999).
- HOV Utrecht; het HOV Utrecht is een netwerk van vrije busbanen dat in de gemeente Utrecht aangelegd wordt. Het netwerk moet zorgen voor een hoogwaardige ontsluiting van enkele Utrechtse wijken, waaronder de Vinex-locatie Leidsche Rijn. In eerste instantie worden conventionele dieselbussen ingezet; in een later stadium zullen er soortgelijke bussen als in Eindhoven ingezet worden.

3.3.2 Potentie voor de HALM-regio

Op basis van de studies voor Almere en Eindhoven wordt de gemiddelde groei van het aantal reizigerskilometers in het stedelijk openbaar vervoer ten gevolge van de inzet stedelijke HOV-systemen in 2010 geschat op 5%. De gemiddelde afname van het aantal stedelijke kilometers wordt geschat op 0,05%. Dit effect, en daarmee het effect op de congestie, is verwaarloosbaar.

Voor de diverse lightrail systemen zijn prognoses voor de groei in de reizigerskilometers in het openbaar vervoer bekend; dit betreft zowel de totale reizigerskilometers als die voor deelgebieden, en voor het jaar 2010. De gemiddelde groei van het aantal reizigerskilometers in het openbaar vervoer ten gevolge van de inzet van lightrail systemen wordt geschat op 4,5%; dit is het gemiddelde van de hierboven beschreven lightrail systemen. Daar tegenover staat een gemiddelde afname van het aantal autokilometers van 0,3%. Hieruit volgt dat het effect op de afname van de congestie beperkt is.

De invoer van stedelijk HOV en lightrail doet de mobiliteit toenemen. Er wordt meer gebruik gemaakt van het openbaar vervoer, terwijl het aantal autokilometers, en daarmee de congestie, nauwelijks afneemt. Toch zit er aan de extra reizigers in het openbaar vervoer een belangrijke positieve kant. Dit betekent namelijk dat het HOV beter wordt gewaardeerd dan het conventionele openbaar vervoer, waar ze geen gebruik van maakten.

Van de huidige autogebruikers zal voorlopig slechts een deel overstappen naar het HOV. Het is echter goed denkbaar dat veel autobezitters eerst de kat uit de boom willen kijken en pas op HOV overstappen wanneer ze echt het idee hebben dat het een volwaardig alternatief voor hun auto is. Een dergelijk proces neemt al snel enkele jaren in beslag, enerzijds omdat het voor de meeste mensen nogal een stap is om de auto te verlaten, anderzijds omdat een uitgebreid en efficiënt HOV-netwerk nu eenmaal niet van de ene op de andere dag gerealiseerd is. De verwachting is dat serieuze procentuele winst wat betreft vermeden autokilometers, en daarmee afname van de congestie, na 2010 gehaald kan worden. Dan is de introductiefase van het HOV afgerond, ligt er een volwassen systeem en kan een nieuwe inschatting van de effecten worden gemaakt.

3.4 Ondergronds logistieke systemen/buisleidingen transport

3.4.1 Beschrijving

Er zijn diverse ondergrondse vervoersystemen bekend. Denk bijvoorbeeld aan:

- het Swiss-metrosysteem
- het Metro Freight Systeem in London
- het MailRailSysteem in London
- het Dual Mode Truck systeem in Japan
- het Ondergronds Logistiek Systeem in Nederland
- het BuisLeidingTransport in Nederland
- het Ondergronds Transport en Buisleidingen systeem in Nederland

Buiten de metrosystemen zijn deze hoofdzakelijk bedoeld voor goederenvervoer. Uitgangspunt voor deze Nederlandse studie vormen het Ondergronds Logistiek Systeem (OLS), het Buisleiding Transport (BLT) en het Ondergronds Transport en Buisleidingen (OTB) (Bos et al, 2001; Groot, 2000).

Het best uitgewerkte OLS-initiatief is het OLS-Schiphol. Het Ondergronds Logistiek Systeem (OLS) vormt een ondergrondse verbinding tussen de luchthaven Schiphol, de Bloemenveiling Aalsmeer en de nog te bouwen Railterminal in Hoofddorp. Op elke locatie zal een aantal terminals aanwezig zijn, zodanig dat een gebruiker binnen een locatie er in maximaal vier minuten één kan bereiken. Het is de bedoeling dat het OLS een deel van de goederen zal gaan vervoeren die nu bovengronds tussen de locaties vervoerd worden. Het OLS bestaat uit een combinatie van bestaande technieken. De goederen worden vervoerd door automatisch geleide voertuigen (AGV's) op rubber banden. De tunneldiameter zal 3,5 of 5 m. zijn. Elke AGV zal één maindeck vliegtuigpallet vervoeren. De AGV's zullen door elektromotoren worden aangedreven. De stroomvoorziening zal gaan via externe toevoer langs een traject of met behulp van accu's. Voorstudies voor het systeem zijn afgerond; er is een MER procedure in gang gezet; het operationeel richtjaar is 2004. Maar inmiddels is gebleken dat het systeem financieel niet haalbaar lijkt en dat het project wellicht nooit gerealiseerd zal worden. Dit heeft ook haar uitstraling elders in Nederland waar OLS studies gaande zijn. Algemeen wordt aangenomen dat het initiatief voorlopig niet levensvatbaar is.

Het Buisleiding transport (BLT) is een stedelijk ondergronds goederenvervoersysteem met AGV's en een uitgebreid logistiek netwerk. Het idee is dat er aan de rand van de stad een logistiek stadspark (LSP) ligt, een groot distributie- annex opslagcentrum. Van daaruit worden goederen door een buisleidingnetwerk de stad in vervoerd, waar ze terecht komen bij zogenaamde wijk distributiewinkels (WDW) die verspreid over de stad gesitueerd zijn. Andersom worden retourstromen (bijvoorbeeld emballage) ingezameld in de WDW's en verzameld in het LSP vanwaar verder vervoer plaatsvindt. Er zijn twee varianten voor het BLT, één op basis van een kleine buisdiameter van ca. 1 meter , en een ander op basis van een grote buisdiameter van ca. 2 meter. De definitiestudie voor het systeem is afgerond.

Het OLS, BLT en OTB vertonen nogal wat overlap. In de algemene literatuur over ondergronds goederentransport worden de verschillende termen nogal eens door elkaar gebruikt. Het concept is ook bij alledrie hetzelfde maar volgens de originele rapporten is OLS in principe alleen voor interregionaal vervoer, BLT voor stedelijk vervoer, en kan OTB zowel stedelijk, interregionaal als landelijk worden ingevuld.

3.4.2 Potentie voor de HALM-regio

Goederen die ondergronds vervoerd worden, gaan niet meer bovengronds, en dus ook niet over de weg. Zij bewerkstelligen daarmee een vermindering van de congestie. Andere positieve neveneffecten van ondergrondse systemen zijn de vermindering van geluidsoverlast, verkeersonveiligheid en lokale emissies. Om deze reden zou invoering in de regio Haarlemmermeer-Almere toe te juichen zijn.

Er zijn redenen waarom de introductie van OLS en BLT mogelijk niet zo voortvarend zal verlopen. De kosten van dergelijke systemen zijn vanzelfsprekend erg hoog (Groot, 2000). Daarnaast is een relatief grote hoeveelheid goederen nodig willen de systemen rendabel zijn. Ook gebruikt het OLS waarschijnlijk meer energie dan

conventionele vervoersystemen, en heeft het derhalve meer CO₂-emissies tot gevolg (Groot, 2000). Schattingen voor de energie- en CO₂-emissieeffecten zijn gebaseerd op een uitgebreide case-study waarin goederen worden vervoerd over de RUA-corridor (Rotterdam-Utrecht-Arnhem)¹; tevens worden de goederenstromen binnen deze drie steden beschouwd. In de studie wordt onderzocht in hoeverre het vervoer van goederen middels OLS en BLT in plaats van over de weg en het water, kan plaatsvinden; daarbij wordt rekening gehouden met het type goederen en de mate waarin ze geschikt zijn om ondergronds te vervoeren. Vervolgens wordt aangegeven in hoeverre deze substitutie kan bijdragen aan energiebesparing en de reductie van CO₂-emissies. Uit de studie blijkt dat introductie van het OLS voor het interregionaal vervoer een toename van het energiegebruik en CO₂-emissies tot gevolg heeft. Introductie van het BLT op stedelijk niveau levert naar schatting een tussen de 7% en 34% lager energiegebruik en lagere emissies op.

Deze percentages betreffen alleen de directe energie- en emissiecijfers. Wanneer ook de indirecte effecten worden beschouwd, d.w.z. de effecten ten gevolge van de aanleg en onderhoud van het systemen, komen de ondergrondse systemen er (nog) ongunstiger uit. Met name de CO-emissie (hier overigens niet verder beschouwd) tijdens de aanleg is fors door het vele beton dat in de infrastructuur verwerkt wordt. De NO_x-emissies van beide ondergrondse systemen (zowel direct als indirect) zijn overigens wel lager dan die van alle bovengrondse systemen. Dergelijke negatieve milieueffecten kunnen de introductie van de ondergrondse vervoerssystemen nadelig beïnvloeden.

3.5 De Robottaxi

3.5.1 Beschrijving

Een andere toepassing van ICT betreft de zogenaamde Robottaxi. In zekere zin staat dit concept symbool voor een serie van innovaties gericht op automatisering. Als automatische voertuigbesturing op de openbare weg wordt toegestaan zou de computer voor grote veranderingen in ons verkeerssysteem kunnen gaan zorgen. Het belangrijkste wat de huidige 'hybride' vervoerssystemen zoals deeltaxi's en witkarren missen is automatische voertuigbesturing.

Met de Robottaxi kunnen veel gemakkelijker ketenverplaatsingen plaatsvinden. Zo kan een reiziger op het dichtstbijzijnde metrostation worden afgezet en staat op ieder metrostation weer een volgende Robottaxi klaar voor het vervolgtraject. Een belangrijk voordeel schuilt in de ontbrekende noodzaak te parkeren. Behalve het ruimtevoordeel brengt dit indirecte voordelen met zich mee zoals niet te betalen voor het parkeren, geen angst te hebben voor diefstal of beschadiging van de auto en geen grote afstanden te lopen van de parkeerplaats naar de halte.

¹ *Uitgangspunten voor de case-studie*

Het Ondergronds Logistiek Systeem (interregionaal ondergronds goederenvervoer) is gebaseerd op het OLS-systeem Schiphol-Aalsmeer-Hoofddorp. Er is gekozen voor een buisdiameter van 5m. Vanuit logistiek oogpunt verdient deze diameter de voorkeur boven een kleinere diameter van bijvoorbeeld 3,5 m. De grote diameter vergt echter wel een forse investering bij de aanleg, zowel financieel als energetisch (CTT, 1997) (Groot, 2000). Bij het Buisleiding transport BLT is uitgegaan van een buisdiameter van 2m (groot, 2000).

Evenzo kan een vervolgtraject worden afgelegd per trein of vliegtuig, bijvoorbeeld omdat die voor de langere afstand geschikter zijn vanwege snelheid en comfortabiliteit. De flexibiliteit van de Robottaxi maakt het mogelijk voor ieder onderdeel van een verplaatsing het optimale vervoermiddel te kiezen. Bij aanvang van de rit krijgt de klant een aantal verschillende reismogelijkheden voorgeschoteld met bijbehorende reistijd en kosten en hij kan de voor hem gunstigste mogelijkheid kiezen. Met behulp van de kostenteller kan exacte prijsstelling worden gecalculerd.

De infrastructuur zal weinig aanpassing nodig hebben. Er zijn geen specifieke banen nodig om het concept te laten rijden. Alleen moeten er herkenningspunten in de weg of route zitten, waarop het voertuig kan navigeren.

3.5.2 Potentie voor de HALM-regio

Door zijn aantrekkelijkheid zal de Robottaxi in potentie een zeer groot deel van de vervoersmarkt naar zich toe kunnen trekken. Autorijders zullen om kosten- en gemaksoverwegingen overstappen naar de Robottaxi. Maar ook reizigers die tot nu toe niet van de auto gebruik maakten, omdat zij geen rijbewijs hebben of niet over de gezinswagen kunnen beschikken, zullen van de Robottaxi gebruik kunnen maken. De Robottaxi zal dus OV, fiets en taxi beconcurreren. Wat het OV betreft zal de Robottaxi de sociale functie overnemen, OV-verbindingen die meerwaarde hebben door snelheid of congestie zullen deze meerwaarde behouden. Als de Robottaxi de particuliere personenauto grotendeels zou kunnen verdringen, zal met name de parkeerdruk in steden en woonomgeving verdwijnen. De aansluiting op het openbaarvervoer zal naadloos verlopen.

De flexibiliteit van een robottaxisysteem biedt ook perspectief voor vervoermanagement, waarmee daadwerkelijk congestie kan worden tegengegaan. Door het tarief te variëren heeft de netwerkbeheerder invloed op de keuze van de reiziger en kan zo overbelasting, dus congestie, voorkomen. Aan de andere kant kan ook worden verwacht dat de drukte van het rijdende verkeer door de Robottaxi zal toenemen vanwege de lege ritten en omdat extra verplaatsingen worden gegenereerd. Alleen bij grootscheepse invoering kan het daarom op termijn een oplossing bieden voor de congestie. Het is echter de vraag of het concept opkan tegen de psychologische aantrekkelijkheid van de privé personenauto.

3.6 Kabelbaan

3.6.1 Beschrijving

Kabelbaansystemen kennen een lange traditie in berggebieden, maar zijn in stedelijke gebieden een unicum. Voor berggebieden werken de snelheid waarmee auto's omhoog rijden in combinatie met de kleine, onveilige wegen waarover het wegverkeer rijdt in het voordeel van de kabelbaan. Geavanceerde toepassingen met loskoppelbare meerpersoonscabines zijn momenteel de meest efficiënte wijze om grote groepen mensen snel boven op een berg te krijgen.

Aangezien de Kabelbaan (Cable liner) elektrisch wordt aangedreven is de aantasting van het lokale milieu zeer gering. Geluidsoverlast is vrijwel te verwaarlozen,

aangezien alleen het geluid van de kabel aanwezig is en de draaiende delen op de tussenstations. Voor de reiziger een comfortabele manier van reizen. Het aangezicht van de omgeving kan door de kabels, steunpunten en stations aangetast worden, maar door de hoger gelegen infrastructuur zullen conflicten met andere modaliteiten worden vermeden.

Het service niveau is hoog, aangezien het systeem een nagenoeg constante stroom van wagentjes beschikbaar heeft; de betrouwbaarheid en veiligheid zijn eveneens zeer hoog. Daartegenover staat dat de route niet te veranderen valt, waardoor de Kabelbaan minder flexibel is in vergelijking met bijvoorbeeld automatisch geleide voertuigen. De specifieke kosten zullen naar verwachting lager uitvallen dan een systeem met 'individually propelled people-mover systems', aangezien er maar één aandrijvingsbron aanwezig hoeft te zijn. Bovendien is de mechanische en elektrische installatie relatief simpel bij dit concept. Ten opzichte van een stadsbus is er voor de besturing géén chauffeur nodig, alleen maar operators van het systeem, waardoor deze kosten dus gedrukt worden. De exploitatiekosten worden echter mede bepaald door de hoge aanlegkosten, onder meer omdat een nieuwe infrastructuur gecreëerd moet worden om conflicten met bestaande infrastructuur te vermijden.

Als stedelijke personenverplaatser functioneert sinds kort een rail/kabeltram in het centrum van Las Vegas: de 'Cable Liner Shuttle'. Twee treintjes van elk vijf gekoppelde eenheden worden per kabel langs de drie exclusiefste hotel/casino's getrokken over een totaalafstand van 838 meter. Tweeëntwintig uur per dag en zeven dagen per week pendelen de voertuigen met een snelheid van gemiddeld 36 km/uur over een geleiderail zo'n 5 tot 8 meter boven het overige stadsverkeer. Camera's houden een oogje in het zeil terwijl laser-sensoren zorgen dat deze treintjes bij nadering van de vier haltes op tijd vaart minderen en de deuren openen en sluiten. De hoogliggende kabeltram is een privaat initiatief dat in acht maanden werd gerealiseerd. De Las Vegas-variant kan maximaal 1900 personen per uur per richting vervoeren. In de praktijk denkt men in Las Vegas met de vier tussenstops uit te komen op 1300 passagiers per uur. Grote voordelen zijn dat zich aan boord van de voertuigen geen brandstof-, tractie- of versnellingsvoorzieningen hoeven te bevinden.

3.6.2 Potentie voor de HALM-regio

In vergelijking met een shuttle bus zal dit systeem op twee manieren bijdragen in de reductie van congestie op wegen. Ten eerste, omdat het systeem geen gebruik maakt van de bestaande infrastructuur en ten tweede, omdat er een hoger service niveau geboden wordt voor openbaar vervoer, waardoor de keuze minder snel op de auto zal vallen.

Het effect op congestie zal gezien het lokale niveau en de beperkte mogelijkheden voor substitutie van spitsverkeer waarschijnlijk relatief laag zijn, maar als het gaat om het Openbaar Vervoer van de weg te halen, kan het zeker succesvol zijn. De maximale capaciteit van 5000 passagiers per uur per richting is echter slechts 10 procent van de maximaal 50.000 passagiers per uur per richting met een conventionele bus. Innovaties door grotere units, meerdere kabels of hogere snelheid kunnen evenwel de capaciteit aanzienlijk worden opgevoerd. In eerste instantie zal echter op basis van de huidige concepten het directe effect op vermindering van congestieknooppunten gering zijn.

ook de afstand speelt een rol. Door de relatief trage snelheid van de huidige systemen is het vooral geschikt voor de kortere afstand. Voor een zone als de HALM zou een kabelbaansysteem dus wel een welkom aanvulling zijn in de strijd tegen congestie, maar zal hier voorlopig geen grote bijdrage aan kunnen leveren.

3.7 TH!NK

3.7.1 Beschrijving

De TH!NK is een smalle elektrisch aangedreven auto vooral bedoeld voor stedelijk transport van personen, als alternatief van de standaard personenauto. Ook hier staat één specifieke toepassing symbool voor een reeks van potentiële innovaties gericht op klein(re) voertuigen. In vergelijking tot de standaard personenauto heeft de TH!NK een aantal voordelen in de stad. Door het geringe formaat in lengte en breedte heeft de auto een betere mobiliteit en zijn er meer mogelijkheden om de auto te parkeren. Tegelijk blijft er dus meer parkeerlengte over voor overige parkeerders, waardoor de capaciteit van parkeerplaatsen beter worden benut. In een vergevorderd stadium valt wellicht te denken aan smallere parkeerstroken.

De milieu effecten van de TH!NK zijn aanzienlijk gunstiger dan de standaard benzine of diesel auto. Emissie van uitlaatgassen is verwaarloosbaar en energieverbruik in de stad is laag, aangezien de auto alleen energie vraagt als er wordt gereden. Daarnaast is het geluid van de auto vele malen lager dan een standaard personen auto, waardoor geluidsoverlast ook erg wordt teruggedrongen. De maximum snelheid van de auto ligt zo rond de 90 kilometer per uur, waardoor de wagen ook op snellere wegen goed kan meekomen. Maar de auto is vooral bedoeld voor stadsverkeer, waar gemiddeld een lage snelheid wordt gehaald.

Op het gebied van infrastructuur zijn weinig aanpassingen nodig. Voor het opladen van de accu's zijn oplaadstations nodig, die dan nog in de bestaande infrastructuur gebouwd moeten worden. In beginsel is het mogelijk dat met de introductie van TH!NK de standaard personenwagens uit de steden geweerd kunnen worden.

3.7.2 Potentie voor de HALM-regio

De beperkte ruimte in de stad leidt tot veel kortstondige congestie. Veel verkeer door vaak smalle straten met veel stoplichten of andere hindernissen in het traject. Door gebruik te maken van een kleinere auto, die elektrisch is aangedreven zijn voordelen te behalen als gevolg van capaciteitsvergroting van de bestaande infrastructuur. Door de geringe lengte is er meer wegoppervlakte beschikbaar, waardoor onder andere bij stoplichten meer auto's verwerkt kunnen worden. Ook neemt de auto minder parkeerruimte in, waardoor meer parkeercapaciteit beschikbaar wordt. De kosten van de TH!NK zijn in verhouding vergelijkbaar met de kosten van een standaard personenauto, waardoor op dat gebied dus een goed alternatief voor een betaalbare prijs kan worden geboden. Een nadeel is dat de inwendige ruimte van de auto kleiner is, waardoor het comfort minder is dan bij een standaard personenwagen. Daarnaast kan de auto ook niet worden gebruikt op langere afstanden. Als alternatief voor het 'boodschappenkarretje' biedt het echter zeker perspectief. Zeker als een beleid wordt ontwikkeld dat dit type auto's grote voordelen verschaft in het verkeer en bij het parkeren. Daarbij kan gedacht worden aan toegankelijkheidseisen, heffingen op emissies van uitlaatgassen, parkeer- en tolgelden, stijgende wegenbelasting en

brandstofprijzen. Bij grootscheepse invoering zou het een bijdrage kunnen leveren aan congestiebestrijding, maar de grootste voordelen moeten toch worden gezocht bij de milieueffecten. Al met al genoeg redenen om te verwachten dat het concept niet als de oplossing kan worden gezien voor de congestie in stedelijke zones als HALM.

3.8 Vervoer over het water

3.8.1 Beschrijving

Vervoer over het water is een van de oudste manieren van collectief vervoer. Nog steeds gaat een groot deel van het vrachtvervoer over het water. Personenvervoer over het water, met uitzondering van veerverbindingen tussen twee landwegen, is echter lange tijd niet aan de orde geweest. Om personenvervoer over het water een goed alternatief voor de weg te laten zijn, is de snelheid van de boot enorm belangrijk.

Voor de wat langere afstand is de enige reële optie de zogenaamde high-speed ferry, zoals deze nu al varen tussen Dordrecht en Rotterdam. Ook in het buitenland wordt vrijwel uitsluitend gebruikgemaakt van high-speed ferry's. Hier worden zowel waterjet-propelled ferry's als draagvleugelboten gebruikt, die beide een kruissnelheid hebben van rond de 50 km/u. Een voor de hand liggende, maar belangrijke voorwaarde voor personenvervoer over water is de aanwezigheid van goede waterwegen. Deze waterwegen moeten voldoende capaciteit hebben om naast de conventionele schepen de high-speed ferry's de ruimte te geven. Ook moeten de waterwegen geschikt zijn voor het opvangen van de relatief hoge golfslag van de snelle schepen.

3.8.2 Potentie voor de HALM-regio

Op de snelwegen van en naar de grote steden is dagelijks sprake van hevige congestie. Wanneer er waterwegen bestaan die hetzelfde begin- en eindregio hebben als de snelwegen kan vervoer over water een goed alternatief zijn. Omdat een ferry weinig tot geen last heeft van obstakels kruispunten en stoplichten, is er een hoge mate van betrouwbaarheid voor wat betreft het tijdstip van vertrek en aankomst.

Aangezien veel grote steden, zoals Rotterdam en Amsterdam, aan rivieren zijn gebouwd, kan een ferry meestal relatief makkelijk dicht in het centrum komen en is daarmee wat dat betreft ideaal voor forensenverkeer. Het comfort van de high-speed ferry en de overige infrastructuur (parkeerplaatsen, wachthuisjes op de kade etc.) is van groot belang voor de totale waarde van een veerdienst. Wanneer men comfortabel kan wachten tot men kan instappen zal dit de bereidheid om met de veerdienst te reizen verhogen. Comfort is nog altijd één van de belangrijkste redenen waarom mensen ervoor kiezen met de auto te reizen wanneer andere modaliteiten sneller of goedkoper zijn. Wanneer op de high-speed ferry de fiets (al dan niet gratis) meegenomen kan worden, bevordert dit de ontsluiting van de veerdienst, wat de toegankelijkheid bevordert. De kades en ferry's moeten hier dan wel op berekend zijn. Daarnaast doet een hoge vertrekfrequentie veel baat.

Uit een onderzoek van Transport & Mobility Leuven² blijkt dat wanneer de high-speed ferry 1.3 keer langer over een route doet dan de auto gemiddeld doet, er al sprake is van een interessante verbinding over water.

Een nadeel van dergelijk personenvervoer over het water is de enorme vertraging wanneer een ferry onderweg kapot gaat. De passagiers zullen dan eerst aan wal gebracht moeten worden alvorens zij hun reis kunnen vervolgen in een nieuwe ferry of met een andere modaliteit. Verder kunnen passagiers bij slecht weer last van zeeziekte krijgen, met name op de grote waterwegen als het IJsselmeer en de Nieuwe Maas. Mede hierdoor is op de veerdienst Dordrecht – Rotterdam een duidelijk weersafhankelijk patroon in de reizigers aantallen waar te nemen. Op kleinere waterwegen zal dit effect naar verwachting minder sterk zijn.

Afhankelijk van de aanwezigheid van goede waterwegen, zijn de verwachtingen voor personenvervoer over het water hoog gespannen. Reizen per high-speed ferry is een comfortabele, betrouwbare manier van reizen die vooral in de stedelijke gebieden met congestie ook snel kan zijn. De mogelijkheid de fiets mee te nemen verhoogt het comfort van de high-speed ferry. De capaciteit van één ferry is echter maar beperkt (ongeveer 150 personen per boot op de lijn Dordrecht – Rotterdam) waardoor het effect op de congestie op de weg, en dus het effect voor de automobilist, minimaal zal zijn. Ook wanneer meerdere ferry's op één route worden ingezet zal het in verhouding tot het vervoer over de weg te kleinschalig zijn om een echte substantiële bijdrage aan de vermindering van congestie op weg te leveren.

Er moet tevens voor gewaakt worden dat de invoering van personenvervoer tussen perifere gebieden en stadscentra (bijvoorbeeld Almere – Amsterdam) niet slechts maar reizigers uit de trein of bus haalt in plaats van uit de auto haalt, waardoor er weinig effect zou zijn op de congestie op de weg. Niettemin kan een waterverbinding tussen Almere en hartje Amsterdam (of langs het Noordzeekanaal) een belangrijke meerwaarde voor het gebied inhouden. Het lijkt verstandig in dit verband de ontwikkelingen in het Rotterdamse nauw te blijven volgen.

3.9 Goederenvervoer per metro

3.9.1 Beschrijving

De gedachte om de Amsterdamse metro in te zetten voor het duurzame transport van goederen die een relatie hebben met het stedelijk gebied is niet nieuw. Tot implementatie van het idee is het echter nooit gekomen. Nu zowel op nationaal als op lokaal Amsterdams niveau het goederenvervoer een plaats op de politieke agenda heeft gekregen, is het idee nader uitgezocht.

De dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer heeft in 2001 bureau DHV Milieu en Infrastructuur een studie laten uitvoeren naar de mogelijkheden van transport van goederen per metro. DHV moest onderzoeken of de restcapaciteit van het metronet kon worden gebruikt voor het vervoer van pakketten. Bij de metro voor goederendistributie van en naar de binnenstad wordt uitgegaan van een logistiek centrum aan de stadsrand en het gebruik van twee tot zes metrostations in de

² *Personenvervoer te water in Vlaanderen, Transport&Mobility Leuven, januari 2002.*

binnenstad. Het natransport van en naar de bedrijven kan op verschillende manieren plaatsvinden.

In 2001 is in samenwerking met marktpartijen een eerste verkennende studie naar de mogelijkheden voor goederenvervoer per metro uitgevoerd. Hieruit blijkt dat het concept onder voorwaarden kansrijk is:

- Marktpartijen moeten bereid zijn een deel van hun dienstenpakket via de metro te vervoeren.
- Het goederenvervoer dient 's nachts en zo mogelijk buiten de spits overdag plaats te vinden, voor zover dit verenigbaar is met het nachtelijk onderhoud, inspectie en de metro exploitatie overdag
- Er moet voldaan worden aan de stringente veiligheidseisen. Wanneer dit concept op termijn wordt uitgewerkt, kan dit een bijdrage leveren aan de totstandkoming van een (landelijk) multimodaal transportnetwerk.

Geschikte markten voor deze vervoerswijze zijn documenten- en pakketvervoer, modevervoer, technische groothandels en supermarkten en warenhuizen. De goederen in de andere markten kennen over het algemeen een groter volume aan goederen, en hiervoor is nachtelijk 'dedicated' metrovervoer waarschijnlijk de beste oplossing. Een voorwaarde is dan wel dat de goederen in een tussenopslag bij de metrostations kunnen worden opgeslagen, omdat niet alle afleveradressen ook in de nacht al beleverd kunnen worden. Er zijn hier mogelijkheden naast de ingangstrappen en bij de drukschachten. De uiteindelijke aflevering bij winkels en kantoren kan in een kleine straal rond het metrostation plaatsvinden met hybride of elektrische bestelvoertuigen. De overslag dient in de metrostations zelf plaats te vinden, terwijl het natransport vooralsnog via bestelwagens zal verlopen. Daarnaast wordt overwogen om magazijnruimtes in te richten in de metrostations.

3.9.2 Potentie voor de HALM-regio

Het is echter wel van belang om een goede aansluiting te realiseren bij het logistieke netwerk dat dienstverleners momenteel hanteren. Het gebruik van de metro moet hier naadloos inpassen. Voor het express-vervoer wellicht via een apart compartiment voor goederenvervoer in bestaande metrostellen, waar rolcontainers vanwege de korte stoptijden zeer snel in en uit kunnen rijden.

De metro is een alternatief voor congestie en bereikbaarheidsproblemen in de binnenstad. Redenen hiervoor liggen in de hoge frequentie van het aantal ritten, de aanzienlijke capaciteit van een metroverbinding, en andere typische kwaliteiten van het vervoermiddel. Doordat goederenvervoer per metro gebruik maakt van een ongehinderde infrastructuur (deels ondergronds), zou het de toenemende druk op het wegtransport kunnen verminderen. Met goederenvervoer per metro zou het bestaande metrosysteem ook beter worden benut.

Een eerste schets wijst uit dat een aanzienlijk deel van de goederenstromen door de metro kan worden opgevangen, met name valt hierbij te denken aan pakketten en documenten, kleding en 'fast moving consumer goods'. Via een groeipad zou tot 25% van de goederen in elk van de stromen via de metro bezorgd kunnen worden. Doordat de goederen op alleen het laatste traject binnen de stad afleggen, kan op deze manier de congestie worden verminderd, kostenvoordelen kunnen worden behaald door bundeling van goederenstromen. Zeker in de spits kan het vervoer per metro sneller

zijn dan vervoer over de weg. Het voordeel van metrogebruik ligt vooral in efficiëntere aanvoer van goederen en een duurzamer distributiesysteem in de binnenstad.

De kosten in de logistieke keten zijn vooralsnog erg hoog, doordat op de laad- en losstations in veel gevallen de goederen dienen te worden overgeslagen op een ander vervoermiddel om de goederen op de juiste locatie te kunnen afleveren. De bedrijven zijn wel geïnteresseerd, maar niet in die mate dat men er grote investeringen voor over heeft.

Voor een grote urbane zone als de HALM-regio kunnen light rail of metrosystemen, zeker als ze ondergronds worden aangelegd, belangrijke bijdragen leveren aan de vermindering van het personenvervoer. Als deze systemen vervolgens kunnen worden ingezet voor goederenvervoer kunnen grote voordelen worden behaald.

3.10 Langere en Zwaardere Vrachtauto's (LZV)/Ecocombi

3.10.1 Beschrijving

Om de druk op het wegennet te verminderen, zouden langere vrachtwagens met een groter laadvermogen een oplossing kunnen zijn. Bijkomend voordeel is een lagere milieubelasting. Langere en zwaardere vrachtauto's nemen meer vracht mee dan gewone trucks, maar verbruiken slechts een geringe hoeveelheid extra brandstof. De inzet van dit soort vrachtauto's verlaagt dus de transportkosten. Daarnaast wordt de uitstoot van schadelijke stoffen verminderd en gaat de efficiency van het vervoer omhoog. In Zweden, Finland en Australië rijden bijvoorbeeld al lange combinaties. De resultaten die vervoerders daar bereiken, bieden ook voor ons land perspectief. Overigens zijn LZV's niet nieuw, ze worden al sinds jaar en dag gebruikt in Scandinavië in het goederenvervoer. Maar ook in de rest van Europa waren dit soort combinaties vóór 1950 heel normaal, ook daar reden trekkers rond met daarachter twee opleggers. De wetgeving met betrekking tot bedrijfsauto's, zoals we die nu kennen, ontstond in grote lijnen in de jaren vijftig.

Het Europese wegennet in zijn huidige staat is in wezen aanzienlijk geschikter voor LZV's of ecocombi's dan in de tijd voor de jaren vijftig van de vorige eeuw, toen er van snelwegen nog maar nauwelijks sprake was. En met de komst van de tolsystemen in Europa specifiek voor het goederenvervoer is er een goede aanleiding geschapen om weer na te denken over de herinvoering van LZV's op Europese schaal.

De proef die de Dusseldorp Groep anderhalf jaar lang heeft gehouden met de 'ecocombi', een Lang en Zwaar Voertuig, is geslaagd en wordt doorgezet. Het voertuig wordt in de Flevopolder ingezet voor het transport van huishoudelijk restafval. De truck heeft een lengte van 22,40 meter en daarmee blijft hij onder de wettelijk bepaalde maximumlengte van 25,25 meter. Het maximumgewicht dat de ecocombi mag vervoeren is zestig ton.

3.10.2 Potentie voor de HALM-regio

Het effect daarvan is dat boven op het brandstofverbruik van maximaal 30 procent dat het vervoer per economie oplevert, er een tweede besparingsbron is in de vorm van het van de weg verdwijnen van een complete conventionele combinatie. In plaats van

door drie vrachtwagens, wordt dezelfde hoeveelheid vracht nu door twee trucks vervoerd! Dat levert een extra brandstofbesparing op van nog eens 33 procent. Bij grootschalig gebruik zou het brandstofverbruik in het goederenvervoer over grotere afstanden opgeteld bijna gehalveerd zou kunnen worden. De politiek wil de verwachte groei van het goederenvervoer faciliteren met het aanbieden van een adequaat vervoersnetwerk, waarvan vervoerders en verladers op een efficiënte en maatschappelijk verantwoorde manier gebruik maken. Een betere benutting van het bestaande netwerk is daarbij het uitgangspunt, aangevuld met waar nodig selectief uitbouwen.

Het belangrijkste voordeel van vervoeren met LZV's is dat het aantal combinaties op de weg voor het goederenvervoer wordt beperkt. Neemt een gemiddelde 40-tons combinatie ongeveer 25 ton aan goederen mee, een 60-tons economie zou ongeveer 40 ton kunnen meenemen. Het betekent in de praktijk dat twee ecocombi's drie gewone combinaties kunnen vervangen. Maar er is nog een ander voordeel, vooral in relatie tot de tolplannen die overal in Europa in de maak zijn: bij LZV's worden de per voertuig betaalde tolgelden verdeeld over een grotere hoeveelheid goederen, en daardoor zal het prijsopdrijvende effect van de tolheffing een stuk minder worden.

Er zijn veel positieve aspecten te noemen, maar met name de verkeersveiligheid roept bij ons vraagtekens op. Hoe gaat het invoegen met zo'n lange combinatie? En hoe reageren automobilisten op 25 meter ijzer naast zich? De opmerking dat rijden met langere trucks in sommige Scandinavische landen en in Australië wel 'scoort', snijdt volgens Vonk geen hout. „De wegen zijn daar anders en de verkeersdruk is veel en veel minder.

Belangrijkste betekenis hebben LZV's voor de betere doorstroming van het vrachtverkeer. In 2002 zijn de bestaande inhaalverboden en doelgroepstroken voor vrachtverkeer geëvalueerd. Conclusie is dat ze veiligheid en doorstroming op de weg bevorderen, maar dat de huidige statische vorm zowel de effecten als de toepassingsmogelijkheden beperkt. Dynamische inhaalverboden en doelgroepstroken kennen deze nadelen niet, reden deze verder uit te werken. Het gebruik van langere en zwaardere vrachtwagens is mogelijk gunstig voor de doorstroming op het wegennet. De toepassingsmogelijkheden en de gevolgen voor het veiligheidsgevoel op de weg zijn daarom afgelopen jaar verder onderzocht, als basis voor een beleidsvoornemen in 2003.

4 Transportmanagement

4.1 Introductie

Transportmanagement heeft betrekking op het sturen van de vervoersstromen in een zo effectief en efficiënt mogelijke wijze. Juist hier zijn op de korte termijn aanzienlijke verbeteringen te verwachten als gevolg van de ontwikkeling van ICT. In het vervolg komt naast de ICT-technologie een aantal mogelijke management-technologieën nader aan de orde, die vaak weer gebaseerd zijn op intelligente toepassing van ICT-technologie.

4.2 Informatie- en Communicatie Technologie (ICT)

4.2.1 Beschrijving

De ontwikkelingen van de laatste jaren in de informatie- en communicatie technologie zijn zo ingrijpend dat wel wordt gesproken van een ICT-revolutie. Wanneer als gevolg van ICT-toepassingen, minder gereden kilometers en minder files, het verkeer en vervoer beter verloopt, leidt dit tot een betere bereikbaarheid, een hogere veiligheid en tot een verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving. Bereikbaarheid is immers direct gerelateerd aan de vervoersvraag. Naast de verbeteringen in het sturen van de verschillende vervoerseenheden, wordt ICT ook toenemend toegepast in de eenheden zelf. het meest illustratief hiervoor is de auto, waar een ware stroom van nieuwe hulpmiddelen en voor de bestuurder en het weggedrag van de auto op gang is gekomen. In dit stuk wordt nagegaan in hoeverre ICT toepassingen bijdragen aan een afname van de congestie. De volgende ICT-toepassingen passeren de revue:

- Kilometerheffing
- Dynamisch verkeersmanagement
- Telewerken
- Teleshoppen
- Videoconferencing en mailing

De opties hebben alle betrekking op personenvervoerstromen. Opties die van toepassing zijn op goederenvervoerstromen, zoals bijvoorbeeld e-commerce, fleet-management systemen en voertuignavigatiesystemen, laten we in dit stuk buiten beschouwing. Diverse van bovenstaande opties worden doorgesproken met actoren middels workshops en dergelijke. Binnen NOVEM wordt aan een stappenplan gewerkt om ICT-toepassingen, die tot duurzame mobiliteit leiden, effectief te benutten. Dit moet leiden tot een maximaal besparend effect van ICT-toepassingen. De opties kilometerheffing, dynamisch verkeersmanagement, telewerken en daarnaast 'locale pick-up/delivery punten in het kader van stedelijke distributie' worden momenteel door KPMG-BEA en samenwerking met AGV uitgewerkt en gekwantificeerd middels 'system dynamics methoden' (Groot et al, 2003).

Per *toepassing* kunnen de kenmerken en betekenis van een aantal van de belangrijkste typen vervoersmanagement uiteen worden gezet.

Kilometerheffing

Onder kilometerheffing verstaan we een geavanceerde heffing die gedifferentieerd is naar plaats en tijd. Vanzelfsprekend is de nodige technologie nodig om dergelijke systemen te doen functioneren (Groot et al, 2003).

De effecten van de kilometerheffing op congestie kunnen zeer aanzienlijk zijn. In 2010 zou de kilometerheffing volgens berekeningen van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer leiden tot (relatief) 7% minder personenkilometers indien er sprake is van een congestieheffing. AVV geeft aan dat de effecten voor het goederenvervoer verwaarloosbaar zijn (door de lage prijselasticiteit). In Duitsland zijn vergevorderde plannen om een kilometerheffing voor vrachtoertuigen in te voeren. De verwachting is dat dit, onder andere door een efficiënter gebruik van de voertuigen, tot minder kilometers zal leiden. Maar discussies over zaken als kilometerheffing en spitsheffing etc. leidt tot nogal wat maatschappelijke onrust. De onderwerpen liggen vaak politiek gevoelig waardoor dergelijke heffingen vaak lastig gerealiseerd worden.

Dynamisch verkeersmanagement

Onder dynamisch verkeersmanagement worden verkeersinformatiesystemen verstaan (Bos et al, 2001). Deze zijn momenteel weliswaar voorhanden maar bieden in de huidige vorm nog slechts een marginale verbetering ten opzichte van de standaard informatie voorziening via radio's of teletekst.

In het SURFF project is het effect op congestie getest met een toepassing die meer gedetailleerde (meer specifieke) informatie biedt dan de andere media (NEA, 1998). Het positieve effect op de congestie is duidelijk. Het effect op het energiegebruik is marginaal. Doordat het minder in de file staan leidt tot dat er vaker omgereden wordt, zal het energiegebruik naar schatting slechts afnemen met 1 á 2 procent. Deze effecten zijn vanzelfsprekend, behalve van toepassing op het personenvervoer, ook van toepassing op het goederenvervoer. Weinig lijkt de introductie van deze technologie in de weg te staan. Zo langzamerhand zien we deze dan ook op de markt verschijnen.

Telewerken

Ook telewerken kan onder vervoersmanagement worden gerekend. In plaats van dat mensen naar hun werk toe gaan, wordt het werk zelf vervoerd via de telematica. Er zijn verschillende vormen van telewerken, waarvan de belangrijkste vorm het thuiswerken is (Bos et al, 2001).

De positieve effecten van telewerken op congestie zijn een afname van woon-werkritten en derhalve een afname van de congestie. De afname van het aantal autokilometers door telewerken wordt geschat op zo'n 1,5 %. Een aantal factoren kan de introductie van telewerken negatief beïnvloeden. Zo veroorzaakt telewerken een vervaging van de scheiding tussen privé en werk. Veel mensen ervaren dit als negatief. Daarnaast dienen bedrijven de aansturing van medewerkers aan te passen om telewerken te stimuleren. Ronduit negatieve effecten van telewerken, die tevens de beschreven afname van de congestie teniet kunnen doen, zijn het effect dat het steeds interessanter wordt om op de ideale plek te gaan wonen die doorgaans ver van huis is. Ook is het, wanneer de auto een dag stil staat, voor andere huisgenoten mogelijk om de auto voor andere doeleinden te gebruiken.

Teleshoppen

Onder teleshoppen wordt verstaan winkelen via postorderbedrijven, winkelen op TV en winkelen via internet. Deze laatste vorm staat ook vaak bekend onder de term B2C (business to consumer) e-commerce. Wij vatten winkelen via internet echter onder teleshoppen en verstaan onder e-commerce alleen het contact tussen bedrijven. Bij teleshoppen hoeft de consument de deur niet meer uit om producten te kopen. Het

gaat dan met name om de aanschaf van duurzame goederen zoals boeken, CD's, elektronische apparatuur waarvan de winkels doorgaans op grotere afstand van huis gevestigd zijn. De winkel activiteiten kunnen zich daardoor beperken tot de fast-movers' en versproducten die op korte afstand verkrijgbaar zijn. Particuliere autoritten worden dus bespaard en als er meerdere klanten binnen een regio teleshoppen kan de distributie naar klanten toe efficiënt geregeld worden (Bos et al, 2001).

Het winkelverkeer wordt geschat af te nemen met 5%. Anderzijds wordt een afname van distributie naar winkels verwacht, maar tevens een toename van distributie op kleinere schaal naar huisadressen en CDP's (collection delivery points). Dit leidt naar schatting tot een toename van 3% in het aantal kilometers gemaakt in de retailsector. Het totale effect lijkt positief en de congestie zal door teleshoppen derhalve afnemen. Net als bij teleshoppen is er een aantal factoren dat voor meer vervoer zorgt en daarmee de congestie juist weer bevordert. De goederen worden gemiddeld van verder weg besteld, de gewenste tijdvensters voor thuisbezorging zijn vaak krap waardoor het moeilijk is een efficiënte distributie op te zetten, en de gemiddelde ordergrootte van zendingen neemt (mede hierdoor) af.

Videoconferencing en e-mail

Onder videoconferencing wordt verstaan het vergaderen van een aantal mensen die zich op verschillende locaties bevinden (Bos et al, 2001).

Het positieve effect op congestie van deze toepassing is het vermijden van fysiek transport. Hierdoor wordt aan de ene kant tijdwinst geboekt, en aan de andere kant leidt het tot minder vervoerstromen; de congestie neemt hierdoor derhalve af. Ook videoconferencing en e-mail hebben negatieve bijeffecten. Immers, de mentale actieradius van mensen wordt groter, en de zakelijke contacten zullen zich over een groter geografisch gebied uitstrekken.

Naast bovengenoemde ICT-toepassingen in het leiden van vervoersstromen, gaan de ontwikkelingen van ICT-toepassingen in auto's momenteel zeer snel. Bijna alle nieuwe auto's hebben momenteel een 'boordcomputer' waarmee de bestuurder wordt ondersteund. Dit maakt het relatief eenvoudig nieuwe toepassingen van vervoersmanagement, bijvoorbeeld snelheids- en prijsmaatregelen te integreren. Ook op het gebied van de fysieke geleiding van voertuigen gaan de ontwikkelingen razendsnel, samen te vatten onder de term Automatische Voertuiggeleiding (AVG).

4.3 Automatische Voertuig Geleiding (AGV)

4.3.1 Beschrijving

Een van de belangrijkste toepassingsmogelijkheden van ICT in het transportmanagement betreft Automatische Voertuig Geleiding (Automatic Guided Vehicle, AVG) van het vervoer. De AVG-ontwikkelingen voor personenauto's kunnen worden ingedeeld in twee velden:

- **Advanced Driver Assistance (ADA) systemen:** dit zijn systemen die geheel of gedeeltelijk rijtaken van de chauffeur ondersteunen of automatiseren. De chauffeur blijft echter in alle gevallen zeggenschap houden over het voertuig. Deze stroom is op dit moment dominant en wordt ondersteund door de automobiellindustrie.

- Automated Highway Systems (AHS). Dit betreft systemen die volledig automatisch rijden mogelijk maken. Een bekend voorbeeld van AHS is het rijden in tot 'treintjes' gekoppelde auto's, zogeheten 'platoons'.

Het gaat hier dus vooral om nieuwe sturingsmechanismen voor voertuigen. Andere toepassingen betreffen bijvoorbeeld:

Peplemovers

Automatisch over de weg rijdende voertuigen zonder bestuurders, waarmee de eerste experimenten reeds zijn gestart. Een variant is de eerder genoemde robottaxi, kleine voertuigen die over korte afstand grote vervoerstromen bedienen.

Automatisch goederenvervoer (Combi Road)

Een combinatie van vervoersystemen, waarvan de vervoerseenheden automatisch gestuurd worden.

De automatisch stoppende trein

Een automatisch stoppende trein of automatische metro is een snelle korte trein die om de 5 à 10 minuten rijdt. Er is geen bestuurder aanwezig, maar er kan wel een servicemedewerker aan boord zijn. De automatische stoptrein is geschikt voor het verbeteren van stadsgewestelijke en regionale railverbindingen en zorgt voor een kwaliteitsverbetering van het vervoerproduct. Locaties die daarvoor direct in aanmerking komen zijn regionale trajecten en trajecten zonder spoorwegovergangen.

Het containernetwerk

Een automatische shuttle op een containerlijn is net als de automatische stoptrein een perspectief dat op korte termijn kan worden gerealiseerd. De automatische shuttle is een eerste stap naar een complexer perspectief: het containernetwerk. Op het containernetwerk rijden treinen van één of enkele wagons groot.

Ieder voertuig kan één container vervoeren. De voertuigen rijden zelfstandig naar hun bestemming. Door de flexibiliteit van de autonome rijtuigen kan het containernetwerk de afhandelingstijd van een container in een zeehaven verkleinen, waardoor het ruimtebeslag afneemt. Zodra de container vanuit het schip op het voertuig is gezet, begint de automatische reis. Ieder voertuig kan zelfstandig van het hoofdspoor af en stoppen op een zijspoor. Rond deze haltes kunnen logistieke activiteiten ontstaan, die toegevoegde waarde bieden.

Doordat iedere container zelfstandig reist, krijgt dit vervoersysteem de voordelen van de vrachtwagen. De nadelen, zoals de kosten van de chauffeur en congestie worden daarentegen vermeden. Hierdoor zal het marktaandeel van het containervervoer per spoor stijgen. Net als bij de autosnelweg, kan de rail dan fungeren als drager voor een corridorontwikkeling en aldus economische activiteiten stimuleren.

Netwerk van directe railverbindingen

Een netwerk van directe verbindingen is een perspectief voor de langere termijn. Hierbij worden meer verbindingen zonder overstap aangeboden. Het is een maatschappelijke tendens dat minder verplaatsingen plaatsvinden van of naar grote centra en dat verplaatsingen een groeiend 'kris-kras'-karakter hebben. Het openbaar vervoer kan ten aanzien van dit reisgedrag veelal niet met de auto concurreren. Reizigers worden namelijk genoodzaakt over te stappen en dat wordt als

belemmerend ervaren. Een logische oplossing voor dit probleem is het aanbieden van meer directe verbindingen. Daardoor wordt de reistijd verkort. Het is aangetoond dat dit op bepaalde trajecten tot vijftig procent reizigersgroei kan leiden. Meer directe verbindingen betekent in de huidige situatie meer treinen en dus meer machinisten. Hierdoor zullen de exploitatiekosten stijgen en ontstaan er mogelijk capaciteitsproblemen. Het rijden met automatische treinen lost dit financiële en capaciteitsprobleem op.

Bestaande automatische vervoerssystemen zijn veiliger dan conventionele vervoerssystemen, onder andere doordat enkele additionele maatregelen aan de infrastructuur zijn getroffen, zoals afscherming van de baan en het perron. Ook de sociale acceptatie van automatische voertuigen door reizigers en machinisten levert in praktijk geen problemen op.

AVG op de rails heeft drie belangrijke belanghebbenden: de klant (verladers en reizigers), vervoerders en de overheid. AVG op de rails biedt al deze stakeholders toegevoegde waarde:

- De klant krijgt met automatische voertuiggeleiding op de rails een aanmerkelijk beter vervoerproduct aangeboden, door hogere frequenties, meer directe verbindingen, grotere betrouwbaarheid, kortere reistijd en meer flexibiliteit.
- Vervoerders zien een daling van de operationele kosten, met name personeelskosten. Daarnaast kunnen de inkomsten van de vervoerders toenemen, doordat de verbetering van het vervoerproduct tot een groter aanbod van reizigers en goederen kan leiden.
- Ook de overheid biedt AVG op de rails toegevoegde waarde. Automatische treinen maken een betere benutting van de bestaande railcapaciteit mogelijk en kunnen aldus een bijdrage leveren aan de bestrijding van congestie.

Automatische voertuiggeleiding is een innovatie die toegevoegde waarde biedt voor de toekomst van het railvervoer. Door automatische voertuiggeleiding krijgt het railsysteem namelijk een aantal nieuwe mogelijkheden:

- De kwaliteit van het vervoerproduct kan verbeteren;
- De capaciteit van de infrastructuur kan beter worden benut;
- Treinen kunnen zonder machinist rijden.

De introductie van automatische voertuiggeleiding op de rails heeft kans van slagen als bovenstaande mogelijkheden ook toegevoegde waarde hebben voor de verschillende belanghebbenden in het railvervoer. Bij de hieronder weergegeven inventarisatie hiervan, wordt onderscheid gemaakt tussen het personenvervoer en het goederenvervoer per spoor.

De toegevoegde waarde voor het *personenvervoer* per spoor is per stakeholder (reizigers, vervoerders en de overheid) als volgt.

- Voor de reizigers ligt de toegevoegde waarde van AVG op de rails in de verbetering van het vervoerproduct. Met automatische treinen kan de frequentie van de vervoerdienst worden verhoogd. Dit is vooral in het stadsgewestelijk railvervoer gewenst. Daarnaast kunnen met automatische treinen meer directe verbindingen worden aangeboden, zodat reizigers minder vaak hoeven over te stappen. Hogere frequenties en minder overstappen leiden ertoe dat de totale personenvervoerketen van deur tot deur sneller en

betrouwbaarder wordt. Met behulp van AVG kan het spoorvervoer inspelen op de maatschappelijke trend van 'massa-individualisering'.

- Voor de vervoerders ligt de toegevoegde waarde van AVG op de rails in reductie van de operationele kosten, zoals personeelskosten. Dit is niet direct noodzakelijk voor het intercityvervoer over lange afstanden, maar is vooral interessant voor het, vaak onrendabele, regionale spoorvervoer met dunne reizigersstromen en voor metrobedrijven. Aangezien met behulp van AVG op de rails ook de kwaliteit van vervoersdienst kan verbeteren, kunnen ook de inkomsten van de vervoerder toenemen als gevolg van reizigersgroei.
- Voor de overheid ligt de toegevoegde waarde van AVG op de rails in betere benutting van de bestaande railcapaciteit. Dit is met name van belang voor het stadsgewestelijk railvervoer, waar de ruimte schaars is. Daarnaast kunnen automatische treinen een bijdrage leveren aan het verbeteren van de kostendekkingsgraad van het regionale en stadsgewestelijke railvervoer.

De toegevoegde waarde voor het *goederenvervoer* per spoor is per stakeholder (verladers, vervoerders en de overheid) als volgt.

- Voor de verladers ligt de toegevoegde waarde van AVG op de rails in de flexibiliteit van automatische systemen. Vervoerders moeten de benodigde treinpaden nu nog dagen, zo niet weken van tevoren aanvragen, waardoor ze niet de flexibiliteit kunnen bieden die de verladers wensen. Met AVG op de rails kunnen kleine automatische goederentreinen flexibel in de dienstregeling worden ingepast.
- Voor de vervoerders is de toegevoegde waarde van AVG op de rails niet alleen het beter op de wensen van de verladers kunnen inspelen, maar ook het kunnen reduceren van de operationele kosten. Net als bij het personenvervoer betekenen automatische treinen eveneens voor het goederenvervoer een reductie van de personeelskosten. Daarnaast zijn besparingen op de energiekosten mogelijk. Met AVG op de rails kunnen treinen namelijk hun snelheid reguleren, waardoor wordt voorkomen dat zware goederentrein tijdens de rit regelmatig moeten stoppen en weer optrekken.
- Voor de overheid, (het publieke belang) ligt de toegevoegde waarde van AVG op de rails in de bijdrage aan de beheersing van congestie. Belangrijke corridors worden steeds congestiegevoeliger. Met behulp van AVG kan het spoorgoederenvervoer een beter alternatief voor de weg vormen. Hierdoor kan een groter deel van de goederenstromen door het spoor worden opgevangen, wat de leefbaarheid ten goede komt. Daarnaast biedt AVG op de rails de mogelijkheid tot snelle afvoer van containers naar het achterland, wat tot efficiënter gebruik in havens leidt.

Uit bovenstaande inventarisatie blijkt dat AVG op de rails voor alle belanghebbenden in het personen- en het goederenvervoer per spoor toegevoegde waarde kan hebben

De H-Bahn

Een reeds ingevoerd voorbeeld van 'AGV bij metro's is te vinden bij de H-Bahn in Dortmund. Dit is een automatisch opererend metro systeem dat openbaar vervoer diensten aanbiedt met een hoge kwaliteit op het gebied van snelheid, frequentie en betrouwbaarheid. De H-bahn voertuigen zijn relatief klein en simpel en hebben individuele aandrijving in het voertuig. Naast de stations vereist dit concept ook aansluiting op andere modes van openbaar vervoer.

Het veiligheidsniveau is vergelijkbaar met de reguliere metrosystemen. Menselijke fouten worden gereduceerd, doordat de voertuigen volledig automatisch opereren, al wordt een deel gecompenseerd door technische mankementen. Investeringskosten zijn noch niet bekend, maar zijn relatief hoog in vergelijking tot andere vormen van openbaar vervoer, door de vereisten met betrekking tot de infrastructuur. Operationele kosten en onderhoud zijn afhankelijk van de mate van automatisering en betrouwbaarheid en op dit terrein is de informatie relatief schaars. Echter, de benodigde elektrische en mechanische installaties zijn niet zeer complex.

De effecten voor het milieu van de H-Bahn zijn relatief laag. De emissie van uitlaatgassen dat bij de elektrische voortstuwing hoort, is vrijwel nihil, daarnaast is het verbruik van energie relatief laag. Geluidsoverlast is minder dan bij het vervoer over de weg. De grootste impact van dit concept is het visuele aspect of de verandering van het landschap door de nieuwe infrastructuur en voertuigen. Het systeem heeft een eigen verhoogd railnetwerk dat boven de grond opereert om niet in conflict te komen met de andere transportmodes. De impact op het landschap door de nieuwe infrastructuur is groter dan wanneer men gebruik maakt van de bestaande voorzieningen en het wegennetwerk. Verder betreft het hier een onderdeel van het openbaar vervoer, zodat een aantal nadelen in de trant van wachttijd, de behoefte om over te stappen, niet zijn te vermijden.

Over het geheel gezien levert de Hbahn openbaar vervoer van een hoge kwaliteit op het gebied van snelheid, frequentie en betrouwbaarheid. Het service level is hierdoor hoger dan de auto. In vergelijking met de normale auto, vereist de H-bahn meer fysieke en informatie & communicatie technologie infrastructuur. De stations, constructie van rails en koppelingen met andere openbaar vervoer modaliteiten maken de H-bahn gecompliceerder.

De mate waarin het Hbahn concept op de markt zal worden gezet is afhankelijk van dezelfde succesfactoren die van toepassing zijn op gelijkwaardige rail en geleide stedelijke transport systemen. Het betreft het stedelijke beleid, waaronder planning en regulering op het gebied van milieu en transport. Economische groei en technologische ontwikkeling zal de drijfveer zijn voor de haalbaarheid van het onbemande H-bahn systeem. In de toekomst zou dit systeem in combinatie met het reguliere metronetwerk een aantal voordelen kunnen bieden met relatief lage aanvullende investeringen. Hierdoor wordt het metronetwerk concurrerder ten opzichte van de andere spelers in de stedelijke transport markt. De aantrekkelijkheid van het openbaar vervoer in het algemeen wordt vergroot, onder meer omdat het systeem gebruik op individuele aanvraag mogelijk maakt en geen last heeft van parkeerproblemen.

4.3.2 Potentie voor de HALM-regio

De Hbahn heeft een specifiek spoor, rails dat daardoor bijdraagt aan het verminderen van congestie en voorziet in snelle en frequente transportdiensten. In de praktijk van Dortmund betreft de capaciteit van de H-bahn één tiende deel van het totale aantal auto's in de stad, waardoor de congestie beperkt wordt verminderd. Onder de huidige omstandigheden zal de technologie van onbemande metrotechnologie een gematigde marktintroductie ondergaan.

4.4 Road-pricing

4.4.1 Beschrijving

Het primaire doel van road-pricing is doorgaans het toerekenen van de verschillende externe financiële gevolgen van het vervoer aan de veroorzaker. Deze externaliteiten zijn kosten die door de weggebruiker worden veroorzaakt, maar door anderen worden gedragen. Een voorbeeld is luchtvervuiling. Dit wordt (onder andere) veroorzaakt door de automobilisten, maar ook fietsers, voetgangers etc. hebben er last voor; dragen de kosten. Ook congestie kan worden beschouwd als een externaliteit. Wanneer een automobilist een file tegenkomt heeft hij deze niet veroorzaakt, maar ervaart hij de vertraging(skosten) als gevolg hiervan.

Zoals gezegd heeft road-pricing tot doel deze externaliteiten te internaliseren. Dit wil zeggen dat de veroorzaker betaalt. Om de veroorzaker te laten betalen is een aantal mogelijkheden beschikbaar, zoals kilometerheffing, rekeningrijden etc. Deze verschillen allemaal van techniek, maar hebben grotendeels hetzelfde doel. Er zijn twee hoofdcategorieën road-pricing te onderscheiden: constant-pricing en variable-pricing. Constant-pricing houdt in dat voor elke kilometer die gereden wordt hetzelfde bedrag betaald moet worden, ongeacht waar en welk tijdstip. Bij variable-pricing bepalen plaats en tijdstip de hoogte van de heffing per kilometer. Men zal dan in de spits op drukke knooppunten meer betalen dan buiten de spits op rustigere stukken.

Er bestaan verschillende technieken om de beide categorieën road-pricing toe te passen. De belangrijkste zijn

- het plaatsen van chips in auto's in combinatie met aangebrachte sensoren boven de wegdelen die passerende auto's kunnen registreren als ze door de poortjes rijden;
- een in elke auto te plaatsen registratiekastje dat met GPS en satellietcommunicatie registreert waar en wanneer er gereden is.
- het aanleggen/instellen van tolwegen, waar men terplekke een bedrag betaalt om de weg te gebruiken.

Hoewel de 'poortjetechniek' op zichzelf eenvoudig is, is het niet eenvoudig alle snelwegen, op- en afritten en provinciale wegen (tegen zogenaamde sluiproutes) te voorzien van registratiepoortjes. Een satellietstelsel heeft een hogere dekkingsgraad en is moeilijker zo niet onmogelijk te 'ontsluipen'. Bij het tolwegen-systeem vormt de betaling een probleem. Wanneer iedereen moet stoppen om te betalen veroorzaakt dit op zich congestie bij de tolpoortjes, terwijl juist het doel was de congestie te bestrijden.

4.4.2 Potentie voor de HALM-regio

Door de technologische ontwikkelingen wordt het uitrusten van auto's met een satellietregistratie systeem steeds minder kostbaar, steeds nauwkeuriger en steeds betrouwbaarder. Van de drie genoemde technieken is dit waarschijnlijk de meest bruikbare voor de toekomst. Een groot pluspunt van deze techniek is dat het ongewenst sluipverkeer door woonwijken en over provinciale wegen voorkomt, omdat deze ook meegenomen kunnen worden in het systeem. Dit is bij de andere twee niet of nauwelijks mogelijk.

Omdat de constant-pricing optie geen rekening houdt met plaats en tijdstip, wordt rijden in de spits op drukke wegen niet duurder dan elders en kan er dus geen verandering in het moment en de plaats van het autogebruik verwacht worden. Wel kan verwacht worden dat het algehele autogebruik minder zal worden, aangezien autorijden in het algemeen duurder wordt. De sterkte van het effect hangt natuurlijk af van de hoogte van de heffing. Opgemerkt moet worden dat kosten niet de enige drijfveer zijn om een auto te verkiezen boven de alternatieven als de trein en bus. Comfort speelt hierbij namelijk ook een grote rol. Het is dus maar de vraag of een heffing in de vorm van constant-pricing een echte substantiële bijdrage aan de bestrijding van congestie kan leveren.

Bij variable-pricing ligt dit anders. Men betaalt in de spits op drukke wegen een hoger tarief dan daarbuiten, waardoor een grotere verkeersspreiding wordt gestimuleerd. Wanneer variabele werktijden het toelaten, zal een deel van de automobilisten eerder of later vertrekken, waardoor de drukte beter gespreid wordt, zo kan men verwachten. Ook hier hangt de sterkte van het effect af van de hoogte van de heffingen. In dit geval spelen vooral ook de verhoudingen tussen de spitsheffingen en de 'buiten de spits' heffingen een grote rol. Het totale autogebruik zal dus waarschijnlijk weinig afnemen, net als bij constant-pricing, maar door de verwachte betere spreiding zal de congestie wel afnemen.

De discussie of road-pricing moet worden ingevoerd en hoe dat moet worden gedaan wordt al jaren gevoerd. De noodzaak en wenselijkheid zijn allang bekend. Minister Peijs zei onlangs: 'Al was ik er niet voor: het móet.'³ Er bestaat echter nogal wat maatschappelijke weerstand tegen road-pricing, zeker als dat betekent dat de kosten van autorijden omhoog gaan terwijl er volgens velen geen goed alternatief voor autorijden is.

4.5 Prijsmaatregelen openbaar vervoer

4.5.1 Beschrijving

Prijsverhogingen van private vervoerswijzen hebben het meeste effect als tegelijkertijd het alternatief, openbaar vervoer, goedkoper wordt. In de regio Den Haag is onlangs een proef gestart met gratis busvervoer van en naar Den Haag met als doel het aantrekken van reizigers die anders met de auto zouden zijn gereisd om zo de congestie op de A44 en N44 te verminderen. Dergelijke experimenten hebben ook al plaatsgevonden in onder andere het Belgische Hasselt en Dordrecht.

In het ene experiment wordt het vervoer volledig gratis aangeboden (Hasselt) terwijl bijvoorbeeld in Dordrecht nog een kleine vergoeding betaald moet worden. In beide gevallen werd het volledige stadsvervoer (bijna) gratis aangeboden, en niet zoals in Den Haag alleen van een perifere locatie naar het centrum. Omdat de proef in Den Haag nog maar kortgeleden is gestart, zijn nog geen resultaten beschikbaar over de mate waarin het extra gebruik van openbaar vervoer met haar congestieverminderende invloed wordt bereikt.

³ <http://www.planet.nl/planet/show/id=62967/contentid=414493/sc=065de6>

Het systeem is eenvoudig; er rijdt een bus van een locatie buiten de stad naar het centrum van de stad (of andere drukke locatie) waarvoor niet betaald hoeft te worden. De locatie buiten de stad is meestal een transferium met een grote parkeerplaats waar mensen vanuit de auto in de bus stappen. Ook de terugweg wordt op deze manier geregeld. De kosten van gratis openbaar vervoer worden op deze manier nogal hoog.

4.5.2 Potentie voor de HALM-regio

De verwachtingen zijn nogal 'dubbel'. In Hasselt zijn de resultaten goed en werkt het systeem naar tevredenheid. In Dordrecht was de veiligheid in de bus een groot nadeel. Doordat iedereen vrijwel gratis mee kon reizen kwamen er veel 'hangjongeren' in de bus. Men kan verwachten dat dit effect in een bus tussen een transferium langs de snelweg en het centrum van een stad minder zal zijn dan bij regulier stadsvervoer.

In Dordrecht nam het aantal reizigers met het openbaar vervoer wel toe, maar nam het aantal automobilisten nauwelijks af. De meeste die nu met de bus gingen waren anders helemaal niet gegaan. Het leidde hier dus vrijwel niet tot minder congestie. In het Haagse voorbeeld verwachtte men een afname van het aantal auto's op de weg in de spits van 5%⁴. Als deze verwachting werkelijkheid wordt, zal dat een merkbaar positief effect op de congestie op genoemde wegen hebben.

Het verdient aanbeveling de resultaten van de hier genoemde proeven nauwgezet te volgen.

4.6 Intelligente snelheidsadaptatie

4.6.1 Beschrijving

Telecommunicatie/telematica binnen de automobiellindustrie kent zoals vermeld een stormachtige ontwikkeling. Intelligente Snelheidsaanpassing (ISA) is een toepassing in volle ontwikkeling. ISA werkt op basis van een wisselwerking tussen omgeving en voertuig. Dit kan op twee manieren:

- Bakens langs de weg; Zenders langs de weg sturen permanent informatie over de snelheidslimiet naar voorbijrijdende voertuigen. Een ontvanger in de voertuigen verwerkt de signalen en stuurt ze - naargelang het systeem - door naar de bestuurder of een elektronische sturing van de wagen.
- GPS en satelliet; GPS of het globale positioneringssysteem bepaalt via een permanente satellietverbinding haarfijn waar het voertuig zich bevindt en geeft die weer op een digitale kaart. De digitale kaart geeft ook aan welke snelheid op die route en plaats van kracht is. Deze informatie wordt doorgestuurd naar de bestuurder of een elektronische sturing van de auto.

Het ISA-systeem kan op verschillende manieren reageren op die informatie. Er zijn drie varianten:

- Open variant; het open ISA systeem geeft de bestuurder een zichtbaar en/of hoorbaar signaal dat hij/zij te snel rijdt. De chauffeur beslist zelf of hij/zij gas terugneemt en zijn/haar rijnsnelheid aanpast. Hier kan men spreken van intentionele snelheidsaanpassing omwille van het vrijwillige karakter.

⁴ http://www.zuidholland.nl/service/persberichten/2003-11-11_2.jsp

- Half-open variant; de halfopen variant staat bekend als het 'actief gaspedaal'. Wie te snel rijdt krijgt een duidelijk merkbare tegendruk op het gaspedaal, dat zich niet zo makkelijk meer laat indrukken. Wil de bestuurder toch sneller rijden, dan dient hij bewust harder op het gaspedaal te drukken.
- Gesloten variant; de gesloten of interveniërende variant van ISA laat de bestuurder geen keuze. Wanneer de bestuurder sneller wil rijden dan toegestaan, begrenst het toestel automatisch de snelheid van de auto.

ISA kent verschillende vormen. Het kan continue informatie verstrekken aan de bestuurder over de geldende snelheidslimiet, waarbij de bestuurder visueel en met geluid wordt gewaarschuwd voor het overschrijden van de geldende snelheidslimiet. Ook kan het systeem automatisch ingrijpen op de snelheid van het voertuig. Informatie over de geldende snelheidslimiet kan op drie manieren aan het systeem doorgegeven worden:

1. handmatige instelling
2. via bakens langs de weg, of
3. met behulp van een autonoom systeem, een GPS in combinatie met de in het voertuig opgeslagen gegevens over de limieten van de wegen waar over gereden wordt.

Wanneer autobestuurders de keuze hebben tussen een ISA-systeem en verkeersdrempels en andere infrastructurele maatregelen, dan kiezen zij voor ISA. Een waarschuwingssysteem heeft over het algemeen de voorkeur boven een systeem dat de snelheid begrenst. Het draagvlak voor ISA is groter naarmate de probleemsituaties herkenbaar zijn, zoals in woongebieden, op wegen waar snel en langzaam verkeer niet zijn gescheiden, bij de nadering van kruisingen, bij wegwerkzaamheden, bij ongunstige weersomstandigheden enzovoort.

ISA heeft invloed op gedrag en ongevallen, ISA heeft ook invloed op het gedrag van bestuurders: de gevonden effecten zijn: een afname van de gemiddelde snelheid, rijden met constantere snelheid, een toename van de reistijd, en een toename van de alertheid ten opzichte van andere verkeersdeelnemers. Over het verwachte effect van ISA op ongevallen (en daarmee congestie) zijn geen eenduidige cijfers bekend: er zijn schattingen van een reductie van enkele procenten tot 50%, afhankelijk van het soort systeem dat toegepast wordt, de penetratiegraad en van de aard van de scenarioberekening.

Uit Zweeds onderzoek blijkt een toename van de acceptatie van het systeem na gebruik ervan. Een ISA waarschuwingssysteem lijkt algemeen de voorkeur te genieten boven verkeersdrempels en andere infrastructurele maatregelen. Het draagvlak lijkt toe te nemen bij door gebruikers herkende probleemsituaties, zoals wegwerkzaamheden, slecht weer, etc. In Zweden worden testen van systemen voorbereid die uitgaan van bakens langs de weg als ook van het autonome systeem.

Het testen van een gemengd systeem, (aansturing via bakens & autonoom) lijkt de voorkeur te hebben. Van belang is een internationale ISA normering. De verwachting is dat de nu reeds beschikbare CD-ROM-GPS-systemen in de nabije toekomst relatief eenvoudig zijn uit te breiden met een ISA systeem. Op korte termijn is de verwachting dat nieuwe auto's meer en meer zullen worden voorzien van handmatig in te stellen snelheidswaarschuwingssystemen. ISA selectief verplicht stellen aan bepaalde

groepen bestuurders is in de toekomst denkbaar, bijvoorbeeld in de auto's van jonge bestuurders. Het ligt voor de hand om met de toepassing te beginnen in stedelijke gebieden waar zich veel kwetsbare verkeersdeelnemers bevinden.

4.6.2 Potentie voor de HALM-regio

Een belangrijke vraag is in welke mate ISA wordt geaccepteerd door de autobestuurder. Het ligt in de lijn der verwachting dat stapje voor stapje een dergelijk systeem zal worden ingevoerd. Niettemin zal een volledige invoering niet op korte termijn te verwachten zijn, gezien de aanpassingen die bij het autopark zullen moeten worden doorgevoerd. Daarbij komt dat het effect op congestie gering mag worden beschouwd, daar het niet tot minder auto's zal leiden, maar slechts tot een constantere vervoersstroom. Op plaatsen met grote drukte is toch al sprake van een lagere snelheid een meer constante snelheid, zodat de effecten beperkt moeten worden geacht. De grootste bijdrage ligt naar verwachting in de reductie van het aantal vertraging veroorzakende ongevallen.

4.7 Doelgroepstroken

4.7.1 Beschrijving

Doelgroepstroken zijn stroken speciaal bestemd voor bepaalde categorieën verkeer, zoals het vrachtverkeer of het busvervoer. Een bekende toepassing bevindt zich op de A16, nabij de Van Brienoord-brug, waar verkeer met een verder gelegen bestemming wordt afgescheiden lokaal bestemmingsverkeer. In het verlengde hiervan, ter plaatse van het Terbregseplein bij de overgang A16/A20, wordt verder een scheiding tussen vrachtverkeer en personenautoverkeer gerealiseerd. Het levert behalve prioriteit voor het doelgroepenverkeer ook een rustiger, veiliger verkeersbeeld op voor de overige weggebruikers. Uit onderzoek blijkt dat de verkeersdeelnemers tevreden zijn over deze stroken.

Ook op andere locaties worden doelgroepstroken aangelegd. Op de N408 bij Utrecht wordt geëxperimenteerd met medegebruik van busbanen door vrachtverkeer, een medegebruik dat ook in de stedelijke sfeer steeds meer wordt ingezet. Gecombineerde bus-vrachtstroken worden inmiddels in drie gemeenten in ons land ingevoerd. Bereikbaarheid van het centrum voor zowel personen als goederen wordt op deze manier verbeterd.

4.7.2 Potentie voor de HALM-regio

De verwachtingen over de verdere introductie van dergelijke vormen van verkeersmanagement zijn hooggespannen. Er kan een belangrijke verhoging van de capaciteitsbenutting van wegen mee worden gerealiseerd, waardoor het ook positief zal uitwerken op de congestieproblematiek. Daarnaast zorgt een hoger percentage vrachtwagens ook voor meer ongevallen. Het scheiden van vrachtwagens van het overige verkeer via doelgroepstroken kan langs deze weg eveneens een niet onbelangrijke bijdrage leveren aan congestiebestrijding.

4.8 Incident management

4.8.1 Beschrijving

Ongelukken zorgen dagelijks voor een kwart van alle files. Vele factoren spelen hierbij een rol. Zo is op het autosnelwegennet rond Utrecht nagegaan of er verband is tussen de kenmerken van het wegvak en het aantal ongevallen. Hier bleek onder meer dat er een verband bestaat tussen een hogere intensiteit op een wegvak en een hogere ongevalkans. Boven een bepaald percentage van de intensiteit en het aantal vrachtwagens neemt de ongevalkans overigens weer. Bij hoge intensiteiten en veel vrachtwagens worden bestuurders blijkbaar oplettender en rijden ze attent; ook de gemiddelde snelheid speelt hier een rol. De vorm van het wegvak is bepalend voor het attentieniveau van de bestuurders. Op een stuk weg dat kilometers lang kaarsrecht is, komen verhoudingsgewijs veel ongelukken voor. Ook de zogenaamde weefvakken zijn ongevalgevoelig. Dit pleit ervoor knooppunten van autosnelwegen zo veel mogelijk te spreiden.

Daarnaast kan de intensiteit op het wegennet geregeld worden door toeritdosering.

Er twee typen oorzaken van files, namelijk voorspelbare (knelpunten, wegwerkzaamheden en speciale evenementen) en niet voorspelbare redenen (pechgevallen, ongevallen en afgefallen ladingen). Deze laatste groep, 'incidenten', vraagt om een speciale aanpak. Want hoe kan de duur van incidenten worden geminimaliseerd? Een kleinere incidentduur betekent ook een beperking van de gevolgen van deze incidenten.

Hoe beter incident management kan verlopen, hoe minder erg de gevolgen van incidenten zullen zijn. Minder vertragingen, lagere kosten, minder tijdsverlies bij politie, pechdiensten en ambulances door betere informatie. Door de autobestuurders op tijd te waarschuwen kunnen gevaarlijke situaties als kop-staart botsingen worden vermeden. Ook kunnen automobilisten en hulpdiensten op voorhand verwittigd worden over gevaarlijke situaties en plaatsen.

Een indeling kan worden gemaakt van vier systemen:

1. Geavanceerde voertuigmanagement systemen: het meten van verkeersstromen en het detecteren van onregelmatigheden; het voorspellen van congestie aan de hand van actuele gegevens; het inzetten van instrumenten als toeritdosering en variabele bewegwijzering om congestie te beperken; het integreren in een systeem van al deze componenten.
2. Geavanceerde reisinformatiesystemen: systemen, in het voertuig, die aan de hand van een door de bestuurder opgegeven bestemming en gedigitaliseerde kaarten en informatie over routes een optimale route uitstippelt. Soms wordt ook, met behulp van actuele gegevens over de verkeersafwikkeling, rekening gehouden met drukte op bepaalde routes en wordt naar alternatieve routes gezocht. Zulke systemen kunnen ook voor de trip geraadpleegd worden, en zo het vertrektijdstip mee bepalen.
3. Acties voor commerciële voertuigen: systemen die de continue detectie van commerciële voertuigen mogelijk maken. Naast de detectie, wordt ook het type lading en het gewicht van het voertuig bijgehouden. Indien er met zo'n voertuig een incident gebeurt, dan zijn alle gegevens direct binnen handbereik. Bij gevaarlijke ladingen kan dan uiterst efficiënt gereageerd worden.

4. Geavanceerde voertuigcontrolesystemen: systemen waarmee een voertuig automatisch bestuurd kan worden of waarmee enkele taken van de bestuurder overgenomen kan worden. Voertuigen kunnen zo zelf de afstand tot de voorligger bepalen evenals hun positie op de rijbaan. Op die manier kunnen botsingen worden voorkomen en kan veilig met beperkte tussenafstanden met een vrij hoge snelheid gereden worden .

4.8.2 Potentie voor de HALM-regio

Incidentmanagement zal steeds belangrijker worden in strijd tegen congestie. De maatschappelijke kosten die verbonden zijn ongevallen zijn zeer aanzienlijk. Het gaat hierbij niet alleen om het directe letsel en de materiële schade, maar voornamelijk ook door de tijdverliezen van bestuurders die in de file staan door het ongeval. Uit het eerdergenoemde Utrechtse voorbeeld is gebleken dat door incident management gezorgd kan worden dat een crisissituatie zo'n zeventien minuten eerder opgelost is. De wachttijden en dus ook de kosten voor het verkeer nemen kwadratisch met de tijd toe. De file wordt ten eerste langer met de tijd, maar het duurt ook relatief langer voordat de file weer opgelost is. Uit onderzoek is gebleken dat incident management in Utrecht op deze wijze zo'n 3 miljoen Euro besparen.

Strategisch gekozen plaatsen langs de kant voor bergingsvoertuigen en uitgebreide informatie moeten er voor zorgen dat reddings- en begeleidingsvoertuigen sneller ter plaatse kunnen zijn, zodat de vertraging voor het andere verkeer vermindert. Geleidelijk aan zullen dan ook voertuigmanagementsystemen, reisinformatiesystemen, acties voor commerciële voertuigen en geavanceerde voertuigcontrolesystemen doorgevoerd worden om de congestie te bestrijden. Voor congestiebestrijding in de HALM-regio heeft dit vooral aanvullende waarde.

5 Infrastructurele ingrepen

5.1 Combi road

5.1.1 Beschrijving

De logistieke bereikbaarheid van de randstedelijke havens is een groeiend probleem. Een belangrijk deel van de groei van het vervoer is op te vangen door schaalvergroting en intensivering van de kust- en de binnenvaart. Toch zal een belangrijk deel van het transport via het wegvervoer blijven gaan. Zo vraagt nieuwe internet-gefaciliteerde logistiek steeds meer om individueel afroepbaar transport, vooral wanneer het gaat om afstanden tot 300 km. Vanwege deze flexibiliteit en de mogelijkheid om de vracht bij 'de deur' op te halen en af te leveren is het wegvervoer logistiek gezien noodzakelijk. Dit vergt in beginsel om uitbreiding van de capaciteit van de infrastructuur voor het type transport dat wordt verzorgd door het wegvervoer. Echter, de randvoorwaarden in verband met het gebruik van de schaarse ruimte, het energieverbruik, de geluidsbelasting en de mogelijkheid tot rendabele exploitatie verhinderen een 'meer van hetzelfde'-benadering.

In deze context is een alternatief voor het wegvervoer ontwikkeld dat binnen deze randvoorwaarden past en dat aansluit bij de te verwachten ontwikkelingen in de logistiek.

In de op combi-road gebaseerde aanpak staan vier elementen centraal:

- Een netwerk van, voor het goederenvervoer gereserveerde, rijbanen waarvan een rail-weg hybride Betuwelijn een onderdeel is.
- Een op de huidige ICT gebaseerde intelligente, real-time werkende systemen voor het gebruik van het netwerk en geleiding van het verkeer.
- Het netwerk sluit aan op de terminals op de Maasvlakte, zodanig dat daartoe geschikte voertuigen direct kunnen deelnemen aan het terminaltransport.
- Het mogelijke gebruik van rail-weg hybride transportwagens die zowel zijn uitgerust met conventionele wielen voor gebruik op de rijweg, als met optrekbare railwielen.

Deze elementen zijn uitgewerkt in het zogenoemde Rijndelta Transport System (RTS), een intelligent, rail-weg hybride transportsysteem, ook wel Combiroad genoemd. Enerzijds bestaat dit RTS uit een publiek netwerk van 'dedicated' rijbanen, waarop naast de conventionele goederentrein ook 'intelligente' rail-weg hybride transportwagens kunnen rijden, en anderzijds uit moderne ICT-systemen voor het beheer van de infrastructuur en de geleiding van voertuigen. Inschatting van de toekomstige marktaandeelen geven het volgende beeld te zien: (i) RTS zal een aanzienlijke markt verwerven ten koste van dan het wegvervoer in het bijzonder over het de verbindingen Maasvlakte-Valburg-Zevenaar en Maasvlakte-Moerdijk; (ii) de grote binnenvaart is sterk op Antwerpen en het Ruhrgebied en (iii) het railvervoer is sterk op afstanden groter dan 800 km.

De uitdaging is nu om te komen tot een transportsysteem dat voorziet in de logistiek gewenste bereikbaarheid, dat weinig beslag legt op de schaarse ruimte, dat weinig energie verbruikt, dat weinig geluid produceert en dat economisch rendeert. In feite zou het systeem de voordelen van het wegvervoer moeten combineren met die van goederenvervoer per trein, maar de nadelen vermijden.

Als computergestuurd systeem zal het RTS een aantal voordelen bieden ten opzichte van het wegvervoer. De kosten voor personeel en brandstof zullen lager zijn. Als continu werkend systeem zal het beter aansluiten op het volcontinue havenbedrijf. Als dedicated transportsysteem zal een betrouwbare timing van het transport mogelijk zijn. Het is daarom te verwachten dat het RTS een aanzienlijk deel van de markt zal verwerven, vooral ten koste van het wegvervoer. In het bijzonder zal dit gelden voor het zo geheten *feeder* transport, dat wil zeggen de toe- en afvoer van containers met betrekking tot de grote intercontinentale containerschepen.

Trip booking

In relatie met een toekomstig RTS kan een systeem worden ontwikkeld van intelligente toelating op dedicated rijbanen in de vorm van een systeem van *trip booking*. De weggebruiker vraagt een slot aan voor een te rijden traject binnen een aangegeven tijdvenster. Bij toewijzing en acceptatie wordt nodige ruimte over het traject vrij gehouden. Het doel van *trip booking* is tweevoudig:

- Het bieden van betrouwbare informatie over de ritduur, waardoor ritten beter zijn te plannen.
- De doorstroming op de rijbanen bevorderen in configuraties waarbij verschillende verkeersstromen samenkomen.

Er is een generieke toewijzingsprocedure ontwikkeld die door een recursieve opzet bijzonder eenvoudig blijkt te zijn. Het systeem is getest en bestudeerd met behulp van simulatie waarbij *trip booking* is vergeleken met (geleide) *toeritdosering*. Vooral het gedrag tijdens piekbelasting is interessant. Daarom is het rijdrag van de afzonderlijke voertuigen relevant en derhalve nauwkeurig gemodelleerd. Dit betreft snelheidsdynamiek, afstandshandhaving en weven. Bij *trip booking* zijn de aankomsten ten opzichte van het toegewezen tijdstip uniform verdeeld met een gemiddelde van 0 en een maximale afwijking van +/- 2 minuten.

Het simulatiemodel is toegepast op twee wegconfiguraties: één met enkele rijbaan met slechts een oprit en één bestaande uit een junctie van twee rijbanen, elk met een oprit. De experimenten laten zien dat *trip booking* werkt: het wachten 'op-de-weg' wordt sterk gereduceerd en het verkeer blijft doorstromen. Ten opzichte van *toeritdosering* is *trip booking* vooral effectief wanneer het druk is.

In plaats van wachten 'op-de-weg' kan *trip booking*, tijdens piekbelasting, verplaatsingen van de toegewezen vertrektijdstippen ten opzichte van de gewenste vertrektijdstippen met zich meebrengen. Deze verschuivingen zijn geruime tijd tevoren met zekerheid bekend en zijn daarom in de planning voor de inzet van voertuigen mee te nemen. *Trip booking* is daarom vooral effectief bij professioneel gebruik, waarbij een computer systeem voor rittoewijzing online werkt met het reververingssysteem van de wegbeheerder. In principe is *trip booking* dan ook uit te breiden met aansluitende boekingen op overslagcapaciteit.

5.1.2 Potentie voor de HALM-regio

Het op basis van Combi-road gepresenteerde RTS-systeem richt zich op goederenstromen. Ook in de HALM-regio spelen deze goederenstromen een belangrijke rol. Hoewel er niet de congestieproblematiek van het personenvervoer mee zal worden opgelost, zal een goed doordacht en door de hele regio ondersteund

goederentransportsysteem dat deels gebruik maakt van railverbindingen, zeker een bijdrage aan congestiereductie kunnen leveren.

5.2 Distri road

5.2.1 Beschrijving

In het concept van Distriroad wordt een aantal capaciteitsverbeteringen van het wegennet gecombineerd. Het betreft hierbij de aanleg van een aparte rijstrook voor intensief goederen- en personenvervoer op het Nederlandse hoofdwegennet. De gedachte is dat deze doelgroepstrook mag alleen gebruikt worden door dubbel gelede bussen en extra lange vrachtwagens, de zogenaamde road trains. Eventueel is een combinatie van goederenvervoer en personenvervoer een optie.

Voor de 'road trains' worden gescheiden rijbanen naast de bestaande hoofdwegen geconstrueerd. Hierdoor wordt een doorstroming voor de gestelde doelgroep gegarandeerd, vergelijkbaar met de carpool / wisselstroken die in gebruik zijn. Er zullen slechts enkele op- en afritten op deze speciale baan aansluiten, waardoor er zo min mogelijk knelpunten / knooppunten ontstaan. Door de inzet van extra lange bussen en extra lange vrachtwagens wordt het aantal voertuigen dat gebruik maakt van de doelgroepstrook sterk gereduceerd. De combinatie van goederenvervoer en personenvervoer, zorgt voor een optimale benutting van de extra lengte van de voertuigen, waarbij dus een vrachtwagen gekoppeld wordt aan een personen-aanhangwagen of een personenbus gekoppeld wordt met een vrachtwagenaanhanger.

Door de aanleg van gescheiden rijbanen, moet er een investering en aanpassing van de huidige infrastructuur gedaan worden. Hierdoor wordt dus of de beschikbare infrastructuur opgedeeld, waardoor er dus minder capaciteit overblijft voor het overige verkeer, of er moet extra infrastructuur bijgebouwd worden met een gescheiden rijbaan en de daarbij behorende op- en afritten.

Binnenkort wordt een studie verricht naar de haalbaarheid van de invoering van Distri road. Uit eerdere studies is gebleken dat een combinatie van personen- met goederenvervoer geen eenvoudige zaak is door de diversificatie in bedrijfsbelangen. Busmaatschappijen geven de voorkeur aan personenvervoer en goederentransporteurs hebben voorkeur voor goederenvervoer, omdat dit de beginselen van het ondernemen zijn. Combinatie van posttreinen en personentreinen laat zien dat de belangen van beide partijen te veel verschillen voor een efficiënt systeem.

5.2.2 Betekenis van de technologie

Het is moeilijk te voorspellen wat de directe verbetering ten aanzien van congestie zal zijn in geval een goed doordacht distri-road systeem wordt ingevoerd. Eerder is al aangetoond dat congestie niet in eerste instantie het gevolg is van goederenritten. Het zijn de personenritten die een piek in de spits hebben en waardoor meestal de congestie optreedt. Als tegen redelijke kosten een personenvervoerssysteem, bijvoorbeeld met extra lange bussen kan worden gerealiseerd zou een zekere congestiereductie kunnen worden bereikt. Maar een eenvoudiger systeem met doelgroepstroken voor bussen (eventueel gecombineerd met vrachtwagens) lijkt voorlopig een beter alternatief.

5.3 Distri vaart

5.3.1 Beschrijving

Het grootste gedeelte van het goederenvervoer vindt om redenen van flexibiliteit en betrouwbaarheid nu plaats over de weg. Door de vele files en de nauwe venstertijden staat de bereikbaarheid echter sterk onder druk. Een alternatieve vervoersvorm die nog geen infrastructurele problemen kent, ligt voor de hand: het water. Het transport over water is kostenefficiënt maar de binnenvaart kent enige belangrijke beperkingen. Zo liggen zenders en ontvangers niet altijd aan het water en is de snelheid van vervoer over water vaak relatief laag. Om de beperkingen op te lossen is het project Distri vaart gestart, waarbij een combinatie wordt gemaakt tussen water- en wegvervoer.

Voor de binnenvaart betekent Distri vaart een revival. De beurtschipper van weleer zag met de opkomst van de trein steeds meer vracht aan zijn neus voorbij gaan. Later nog nam de vrachtauto het heft in handen. Voor de binnenvaart resteert nu vooral bulkvervoer van grind, zand, olie, benzine, erts en graan. Grote en lucratieve kansen bestaan echter voor containervervoer en binnenlands palletvervoer. Door bijvoorbeeld het overhevelen van 20 à 25% van de pallets voor de detailhandel van weg naar water op een termijn van tien jaar zou Distri vaart een aanzienlijke bijdrage kunnen leveren aan het behoud van de bereikbaarheid en de leefbaarheid van Nederland. Weg, binnenvaart en overslagpunten worden op innovatieve wijze gecombineerd, waarbij uiteindelijk wordt gewerkt met volautomatische schepen en pallets.

5.3.2 Potentie voor de HALM-regio

In de strijd tegen congestie is Distri vaart een haalbaar alternatief voor bundeling van goederenstromen in logistieke netwerken, die geschikt zijn voor de combinatie tussen de weg (flexibel, snel en kan overal komen) en andere vervoerswijzen (schaalgrote, betrouwbaarheid, goedkoop). Vooral de groeiende vertragingen op de wegen en de steeds strenger wordende regels met betrekking tot aanlevertijden en andere regelgeving voor het wegtransport verhogen de succeskansen van het Distri vaart concept. Invoering van het concept in de HALM-regio zal kunnen leiden tot een aanzienlijke verbetering van het distribueren van goederen. Ook zonder Distri vaart zal overigens naar verwachting het vervoer over water zich uitbreiden. Ook hier geldt echter dat vanwege de gerichtheid op goederentransport de bijdrage aan congestiebestrijding op piekuren door personenvervoer gering zal zijn.

6 Recapitulatie

In deze studie staat de vraag centraal welke technologieën een oplossing kunnen bieden aan het voorkomen c.q. verminderen van het congestievraagstuk op de corridor Haarlemmermeer-Almere. Als er één ding is dat duidelijk is uit deze studie, dan is het wel de observatie dat congestie een blijvend aandachtsgebied zal zijn. De huidige technologische ontwikkelingen zijn (nog) slechts in beperkte mate gericht op het bestrijden van de congestie. Daarentegen dienen zich wel oplossingsrichtingen aan voor de toekomst. Om de potenties daarvan goed in te schatten wordt eerst stilgestaan bij de bredere context van technologische innovaties in verkeer, vervoer & infrastructuur, vervolgens wordt een raamwerk aangeboden voor een ontwikkelingstraject en tot slot wordt stilgestaan bij de potenties van transitie management.

Het algemene beeld over de rol van technologie

Technologie heeft een belangrijke rol gespeeld bij het verminderen van de milieuhinder door mobiliteit. Deze regel gaat niet op voor congestiebestrijding. De voertuiggerichte technologieën leveren echter geen bijdrage aan het verminderen van de congestie

Om die reden moeten de sleutel van het complexe vraagstuk van congestiebestrijding vooral worden gezocht in een mix van instrumenten. In algemene zin zijn er verschillende oplossingsrichtingen, te weten:

- Een reductie van de totale hoeveelheid mobiliteit
- Het stimuleren van een modal shift
- Het vergroten en optimaliseren van de infrastructuur capaciteit
- Het stimuleren van technologische innovaties.

Bij deze mogelijkheden van de laatste optie, waar de studie zich op richt, moeten een aantal kanttekeningen worden gemaakt. Veel van deze technologieën zijn voor handen of komen op korte termijn beschikbaar, maar de bijdrage van deze nieuwe mogelijkheden aan het reduceren van de congestie door de afzonderlijke opties is beperkt. Uit de beschrijving van de technologische potenties blijkt dat ze slechts een bijdrage zullen leveren van minimaal 2% (route guidance) tot maximaal 12% (zoals blijkt na de recente introductie van road pricing in Londen). Deze inschattingen blijken overigens in de meeste gevallen te zijn gebaseerd op *educated guesses*. Substantiële congestiebestrijding heeft slechts kansen indien een pakket aan maatregelen wordt ingezet omdat de autonome groei van de sector gemiddeld 3% per jaar bedraagt.

In de tweede plaats wordt geconstateerd dat het niet mogelijk is een duidelijke stratificatie aan technologische mogelijkheden te hanteren; veel technologische ontwikkelingen hebben een geïntegreerde werking. AVG heeft betekenis voor de infrastructuur en voertuigontwikkeling, ICT kan zowel in het voertuig als in de infrastructuur worden geïntegreerd, het onderscheid tussen lightrail en metrosystemen vervaagt, etc. Eén gegeven lijkt zeker: alle oplossingsrichtingen die uitgaan van een geïntegreerde aanpak werken sterk kostenverhogend.

Een andere zekerheid is dat dé *technological fix* niet bestaat. Het pakket aan mogelijkheden zal gericht moeten worden bestudeerd, maar daarnaast dient ook te

worden stilgestaan bij het beleidsinstrumentarium dat implementatie kan bevorderen. In het bijzonder het prijsinstrument verdient daarbij serieuze aandacht.

Betekenis voor de HALM corridor

Het bestrijden van congestie vraagt om het ontwikkelen van nieuwe, wellicht onconventionele, oplossingsrichtingen die bovendien ook nog eens kostbaar zullen zijn zijn. Een scenario als *'business as usual'* is geen reële optie. Op korte termijn zal daarom een strategie tot stand moeten komen die zich richt op 'demand management', waarbij de technologie een belangrijke rol kan spelen. Niettemin zal deze oplossingsrichting slechts een beperkte bijdrage kunnen leveren aan het reduceren van congestie. Op lange termijn is een systeembenadering noodzakelijk, waarbij aan de technologie een doorslaggevende betekenis moet worden toegekend. Het vergt een aanpak die beeldend kan worden gepresenteerd als 'sleutelen aan een draaiende motor' (zie ook Geerlings, Van Ast en Ongkittikul, 2003).

Vanuit de literatuur komen verschillende aanwijzingen naar voren over de context waarbinnen dit technologisch transitieproces zich zal kunnen voltrekken.

- In de eerste plaats mag worden aangenomen dat de auto haar dominante positie zal behouden. Tal van innovaties zullen ertoe leiden dat de auto schoner en veiliger wordt, maar daarmee wordt bepaald geen bijdrage geleverd aan een vermindering van de congestie. Echter, ondersteund met regelgeving van de Europese Commissie zullen personenauto's op steeds meer plaatsen geweed gaan worden (bijvoorbeeld uit de binnensteden) en zal het O.V. een belangrijke impuls krijgen.
- Vanuit dit perspectief lijken de slaagkansen voor innovaties rond intensieve rail/metrosystemen aanzienlijk, maar daarvoor doet zich een paradox voor: in algemene zin zullen hoge eisen worden gesteld aan de kwaliteiten waaraan nieuwe railsystemen moeten voldoen (hoge eisen aan infrastructuur zoals ondergrondse aanleg, innovatieve aandrijfsystemen, etc.), maar gelijktijd zal er een behoefte bestaan om de kosten van het OV verder te reduceren. Bovendien is het 'level playing field' van dit type systeeminnovaties mondiaal, zodat Nederland niet de mogelijkheid heeft zelf de innovaties te scheppen en succesvol te introduceren.
- Veel ICT innovaties zullen vervoersstromen versoepelen, maar naar alle waarschijnlijkheid zal hooguit gelijke tred worden gehouden met de groei in auto km's. Dit komt enerzijds omdat er een substituerende werking van ICT mogelijkheden zal uitgaan (thuiswerken, etc.), maar tegelijkertijd zal een grotere vraag ontstaan naar mobiliteit vanwege het overbruggen van toenemende afstanden.
- In het verlengde hiervan nieuwe variëteiten binnen en tussen systemen grote mogelijkheden kunnen bieden. Een voorbeeld van een flexibiliteit binnen het systeem zijn de hybride auto's, een combinatie tussen systemen is auto/rail, fiets/boot, maar ook in gebruiksintensiteit kunnen nieuwe modellen worden ontwikkeld zoals metro/personen/piekuren versus metro/goederen/daluren, etc. In algemene zin blijkt uit verschillende studies dat de potenties voor personenvervoer binnen stedelijke gebieden van beperkt belang is omdat ze vooral betrekking hebben op goederentransport en de middellange afstanden. Bovendien zijn het opties die zich kenmerken door een lange termijn perspectief.

- Voor de korte termijn zal vooral het vervoersmanagement belangrijk worden. Hier bevinden zich interessante opties omdat ze direct aangrijpen bij demand management, terwijl eerder genoemde (LT) opties vooral aansluiten bij het optimaliseren c.q. faciliteren van een bestaande vraag. Bovendien raken we hier een domein waarop de Nederlandse overheid een eigen beleid kan ontwikkelen. Vervoersmanagement kan zich manifesteren in allerlei gedaantes.
- potentieel liggen er grote mogelijkheden bij het instrument van beprijzing. In verschillende delen van Europa is dit instrument reeds met succes geïntroduceerd en de resultaten zijn aantoonbaar.
- Daarnaast is duidelijk dat een eenzijdige technocentrische oplossing geen reële optie is. Stakeholders zullen gezamenlijk de beste oplossingen moeten produceren. In dit opzicht zou een goede stap zijn als alle betrokkenen (overheid, bedrijven en belangenorganisatie) in de HALM regio bij elkaar worden gebracht om gezamenlijk te werken aan het realiseren van een streefbeeld van de mobiliteit in de toekomst.

De potenties van transitie management

Tot slot moet een opmerking worden gemaakt over de betekenis van het transitie management. Transitie management kan een belangrijke rol spelen bij het ontwikkelen en introduceren van nieuwe technologische mogelijkheden. De verwachtingen daarvan zijn hoog gespannen, maar twee kanttekeningen zijn van betekenis. In de eerste plaats richt het transitie management zich op de lange termijn, terwijl de urgentie van het probleem vraagt om oplossingen die reeds morgen moeten worden gerealiseerd. Dat betekent dat de verwachtingen voorlopig niet al te hoog kunnen worden gesteld. In de tweede plaats is het huidig transitiebeleid vooral gemotiveerd vanuit de noodzaak te komen tot een 'duurzaam transportsysteem'. De karakteristieken van het congestievraagstuk verschillen echter dusdanig dat, mocht deze beleidslijn verder wordt ontwikkeld, bij voorkeur gekozen dient te worden voor congestie als een apart beleidstraject dat bijzondere aandacht verdient.

Bovengenoemd transitietraject zal gepaard gaan met hoge kosten. Dit komt door de aard van de oplossingsrichting, zoals de aanleg van nieuwe infrastructuur, maar ook door de 'economy of scale'. Het aantal voertuigen in Nederland, het aantal reizigers, maar ook de betekenis van mobiliteit maakt dat het steeds moeilijker zal worden substantiële beleidswijzigingen door te voeren. Om die reden zullen aan het transitie management belangrijke eisen moeten worden gesteld in termen van kwaliteit, transparantie en niet in het minst robuustheid. Daar ligt een belangrijke opdracht voor het toekomstig technologiebeleid in de transportsector die ver boven het belang van de corridorstudie uitgaat.

7 Referenties

- Bos et al, 2001; *Effecten op energiebesparing en emissies van beleidsrichtingen en instrumenten binnen het EBIT-programma*; ECN-C-01-105, Petten.
- DHV, 2003; *Innovatieve vervoersystemen: een quick scan naar potenties van innovatieve vervoersystemen voor oplossingen in corridor Haarlemmermeer-Almere*, DHV, De Bilt
- Filarski, dr. ir. R, 1997; *Opkomst en verval van vervoersystemen; de ontwikkeling vanuit een historisch perspectief*. In: Tijdschrift Vervoerswetenschap 2/97.
- Geerlings, H. en J., Siermans (editors), 1997; *Special issue Transporttechnologie*. In Tijdschrift Vervoerswetenschap 2/97.
- Geerlings, H., 1997; *Towards Sustainability of Technological Innovations in Transport; the role of government in generation a Window of Technological Opportunity*. Proefschrift. Erasmus Universiteit Rotterdam/Vrije Universiteit Amsterdam
- Geerlings, H., J.A. van Ast en S. Ongkittikul, 2003; *Bewegen in de toekomst*. Erasmus Studiecentrum voor Milieukunde, Rotterdam
- Gemeente Almere, 1999; *Busbanen Almere; planstudie gemeente Almere*. Afdeling verkeer en vervoer. Almere.
- Groot, A., 2000; *Ondergronds doorgrond. De langetermijnperspectieven voor Ondergronds goederentransport in vergelijking met innovatief bovengronds goederentransport*; IVEM-doctoraalverslag nr. 121, Rijks Universiteit Groningen.
- Groot et al., 2003; *Energie- en CO₂-potentiëlen binnen het EBIT-programma*; ECN-C-03-048, Petten.
- Gwilliam, K.M. en H. Geerlings, 1994; *New technologies and their potential to reduce the environmental impact of transportation*. In: Transportation Research. Volume 28, nr.4, , pp 307-319
- Ministerie V&W, 1997; *light rail op een rij*; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Personenvervoer, Den Haag.
- NEA et al, 1998; *SURFF - Sustainable Urban and Regional Freight Flows, Validation and evaluation of results*.NEA, Rijswijk.
- Projectgroep Randstadrail, 1996; *RandstadRail, de sprong naar hoogwaardig openbaar vervoer*, Technisch rapport Verkenningsstudie; Rotterdam.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), 1997; *Nationale Milieuverkenning 4*, Bilthoven.
- Stuurgroep Rijn Gouwe West, 1999; *Verkenningsstudie Rijn Gouwe West*, Leiden.

US Department of Energy, 1993; *National Program Plan Fuel Cells in Transportation*. Executive Summary. Washington DC

Verleg et al., 1997; *Aanvraag rijksbijdrage in de financiering van het Proefproject HOV Regio Eindhoven in het kader van het CO2-reductieplan*. Stichting Platform Hoogwaardig Openbaar Vervoer, Eindhoven.

Wansbeek, 1999; *Light rail, Rijn-Gouweproject zet de toon*; *Verkeerskunde*, nr. 6, juni 1999, p20-23.

Wegen naar de toekomst, 2003; *Vervoer in de toekomst*. WnT Delft.