

**Mobiliteit als service:  
onze visie op de mobiliteit in de komende 40 jaar**

Rob van Hout  
Grontmij Nederland B.V.  
[Rob.vanHout@grontmij.nl](mailto:Rob.vanHout@grontmij.nl)

Guus Tamminga  
Grontmij Nederland B.V.  
[Guus.Tamminga@grontmij.nl](mailto:Guus.Tamminga@grontmij.nl)

Jing Bie  
Grontmij Nederland B.V.  
[Jing.Bie@grontmij.nl](mailto:Jing.Bie@grontmij.nl)

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
21 en 22 november 2013, Rotterdam**

## Samenvatting

### *Mobiliteit als service: onze visie op de mobiliteit in de komende 40 jaar*

In onze bijdrage doen wij een poging, met inzet van alle informatie die tot onze beschikking staat, en onze eigen expertise, inschattingen en voorstellingsvermogen, om een beeld te schetsen van hoe de mobiliteit er over 40 jaar uit zal (kunnen) zien, en waar de maatschappij onderweg daar naartoe, tegenaan gaat lopen. De auteurs en andere geraadpleegde collega's, hebben expertise op het brede veld van mobiliteit (gedrag, verkeersveiligheid, infrastructuur, innovatie, multimodaliteit, prognosemodellen, simulatiemodellen, verkeersmanagement, samenwerking etc.).

We schetsen de implicaties van een overgang naar een mobiliteitssysteem waarbij de rijtaken meer en meer worden overgenomen door geautomatiseerde systemen. We verkennen de mogelijke implicaties van een mobiliteitssysteem met zelfrijdende voertuigen vanuit drie verschillende gezichtsvelden:

- De consument  
Wat zijn de implicaties voor de consument. Zijn (alle) bestuurders bereid de rijtaak uit handen geven? Vindt er een verschuiving plaats naar mobiliteit als service in plaats van individueel autobezit?
- De overheid  
Door intelligente systemen en voertuigcommunicatie kan het verkeer meer en meer zelfsturend functioneren. Welke impact kan dat hebben op de rol van de wegbeheerder: is er een functieverschuiving van beheer naar kaderscheppend?
- Bedrijfsleven, wetenschap en research  
Hoewel er al succesvolle testritten met zelfrijdende auto's zijn gemaakt, liggen er nog talloze uitdagingen. Vanuit de automotive industrie betreft het de verdere ontwikkeling van de voertuigtechnologie en het robuust maken van de voertuigsystemen. Vanuit research en wetenschap is onderzoek nodig naar de impact van de voertuigtechnologie op het mobiliteitssysteem: wat is de impact op de verkeersveiligheid en verkeersafwikkeling, hoe verloopt de transitieperiode met zowel traditionele als zelfrijdende voertuigen, welke risico's en faalfactoren zijn er?

We signaleren dat de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen op lange termijn mogelijkheden biedt voor de overgang van autobezit naar "mobiliteit als service". Daaraan voorafgaand zal er eerst nog een lange periode zijn waarbij de rijtaak slechts gedeeltelijk wordt overgenomen door geautomatiseerde systemen. Bij de ontwikkeling van ITS systemen pleiten we voor aandacht voor de wensen van de consument en maatschappij.

## 1. Inleiding

### 1.1 Op weg naar zelfrijdende voertuigen

Met de aankondiging van bedrijven als Google [1] en Nissan [2] dat er binnen enkele jaren een volledig zelfrijdende auto op de markt zal komen, is er ook vanuit de media hernieuwde belangstelling voor intelligente voertuigsystemen. De ontwikkeling hiervan is echter al veel langer gaande. De afgelopen decennia is er door overheid en de automotive sector al veel geld en energie gestoken in onderzoek naar en ontwikkeling van intelligente voertuigsystemen die de autobestuurder ondersteunen bij het rijden. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van 'in car' systemen, die de bestuurder informeren, adviseren en soms ook taken uit handen nemen. Enkele voorbeelden uit die laatste categorie zijn de "noodstop" waarbij de remmen automatisch worden geactiveerd als er een object binnen een bepaalde kritische afstand wordt gedetecteerd en de "parking assistant" die de rijtaak bij het inparkeren volledig overneemt. Deze systemen hebben vooral tot doel het rijcomfort en de verkeersveiligheid te verhogen, maar de bestuurder is nog steeds in belangrijke mate verantwoordelijk voor de uitvoering van de rijtaak [3]. De impact van de huidige ITS systemen op het verkeerssysteem in termen van capaciteit van het wegennet en mobiliteitsgedrag is dan ook nog gering.

De ontwikkeling en intrede van coöperatieve voertuigsystemen, waarbij voertuigen via wifi-achtige verbindingen met elkaar communiceren (voor-, achter- en naastliggers) en sensoren de omgeving in kaart brengen, kan de mobiliteit de komende decennia echter ingrijpend doen veranderen. Wezenlijk daarbij is dat de rijtaak geleidelijk aan wordt overgenomen. Hoewel de bestuurder nog steeds eindverantwoordelijk is voor het besturen van de auto, wordt het fysieke proces van sturen, remmen en gas geven steeds verder geautomatiseerd. De coöperatieve systemen hebben niet alleen tot doel de verkeersveiligheid te verhogen, maar ook de capaciteit van de weginfrastructuur. Voertuigen communiceren via radiosignalen met hun voorliggers. Doordat de systemen een veel kortere reactietijd hebben dan de menselijke bestuurder zijn aanzienlijk kortere volgafstanden haalbaar. De afwikkelingscapaciteit van de wegen wordt daardoor aanzienlijk hoger. Ook de laterale positie van voertuigen zal op termijn door dergelijke systemen worden gestuurd, waardoor de wegen uiteindelijk ook minder breed hoeven te zijn. Dat zal echter pas het geval zijn als alle voertuigen over dergelijke systemen beschikken. De beperkingen zitten dan (alleen nog maar) in de mate waarin de mens die kortere volgafstanden plezierig vindt, en in de variatie in voertuigbreedtes.

In *optima forma* kunnen deze intelligente voertuigsystemen de rijtaak van de bestuurder onder alle omstandigheden volledig overnemen. We spreken dan van zelfrijdende autonome voertuigen. In die situatie kan de rol van de auto binnen het mobiliteitssysteem sterk veranderen. De meest fundamentele verandering is dat een autoverplaatsing kan plaatsvinden zonder bestuurder. De auto zou dan, net als een taxi, kunnen worden "opgeroepen". Tijdens de rit kunnen, net als in de trein, andere activiteiten worden uitgevoerd. Na afloop van de rit kan, net als bij het huidige systeem van deelauto's, iemand anders de auto overnemen voor een volgende verplaatsing. De scheiding tussen openbaar en privé vervoer zal daarmee geleidelijk vervagen.

### 1.2 De weg der geleidelijkheid

Het is onzeker op welke termijn de introductie van zelfrijdende voertuigen zal plaatsvinden. Hoewel er al de nodige praktijktests zijn gedaan met autonome voertuigen (Google car, Vislab), is er op velerlei terreinen nog ontwikkeling nodig om tot een

volledig zelfrijdend voertuig te komen. Afgaande op de berichten zal dat minimaal vijf jaar duren, maar wellicht ook langer. Mocht het zover komen, dan volgt er een transitieperiode waarbij het aandeel van de zelfrijdende voertuigen toeneemt. Het tempo waarin dat gebeurt hangt af van meerdere factoren. Allereerst zal de vervanging van het huidige voertuigenpark (de turn-over) de nodige tijd in beslag nemen. Ook andere factoren spelen een rol zoals de mate van bereidheid om de rijtaak op te geven, het vertrouwen in de techniek en de aanschaf- en onderhoudskosten van die auto's. Bij de introductie zullen de aanschafkosten nog hoog zijn: voor de Google-car worden bedragen van \$100.000 genoemd [4]. Een beperkt deel van de consumenten zal de overstap kunnen maken. Bij massaproductie zullen de kosten echter fors afnemen [5] en wordt de doelgroep veel groter. Het tempo van deze transitie en de uiteindelijke penetratiegraad valt nu nog moeilijk te voorspellen.

Naast de vraag of en wanneer de eerste zelfrijdende voertuigen op straat verschijnen, is er een tweede spoor dat voor de kortere termijn zeker zo relevant is. Dat betreft de geleidelijke introductie van intelligente voertuigsystemen, waarbij de rijtaak slechts gedeeltelijk wordt overgenomen, bijvoorbeeld op bepaalde trajecten of wegen. Een voorbeeld is het rijden in pelotons, waarbij het voorste voertuig nog handmatig wordt bestuurd, maar de andere voertuigen via voertuig-voertuig-interactie automatisch volgen. In plaats van een systemsprong verloopt de overgang en introductie van zelfrijdende voertuigen dan in een meer geleidelijk tempo.

Dit scenario zal leiden tot een voertuigenpark waarbij het spectrum varieert van traditionele voertuigen tot volledig zelfrijdende voertuigen met vele tussenvormen ("zelfrijdend onder bepaalde voorwaarden").

### *1.3 Voorwaarden voor een succesvolle implementatie*

Het realiseren van zelfrijdende voertuigen die onder alle omstandigheden in het dagelijkse verkeer kunnen functioneren vergt nog veel onderzoek en ontwikkeling. Allereerst zijn er nog technologische uitdagingen, bijvoorbeeld om ook bij sneeuw en slecht zicht te kunnen rijden. Dit vereist een nauwkeurige positiebepaling, die hoge eisen stelt aan de (satelliet-)positiebepalingssystemen. Ook de robuustheid van de systemen is uitermate belangrijk: de techniek mag niet falen. Dit stelt uitermate hoge eisen aan de hardware, software en voertuigcommunicatie. Maar er zijn ook andere issues (zie bijvoorbeeld het iMobility forum van de EC: <http://www.imobilitysupport.eu/working-groups>):

- Menselijk gedrag: worden de nieuwe systemen geaccepteerd en is men bereid de verantwoordelijkheid met betrekking tot de rijtaak over te dragen;
- Wetgeving en aansprakelijkheid: wie is er verantwoordelijk voor ongelukken;
- "Digitale veiligheid": zijn de systemen veilig voor cyberaanvallen;

### *1.4 De eindsituatie: mobiliteit als service*

De technologie van zelfrijdende voertuigen opent mogelijkheden voor specifieke doelgroepen die niet zelf kunnen rijden, zoals ouderen en minder-validen. Ook biedt de technologie de mogelijkheid om de auto oproepbaar te maken (Automobiliteit als service in plaats van bezit). Dit maakt de weg vrij voor transport en vervoer zonder chauffeur (taxi's, bussen en vrachtwagens), maar maakt ook het gebruik van deelauto's aantrekkelijker. In tabel 1 geven we een overzicht van mogelijke veranderingen in mobiliteitskenmerken.

**Tabel 1: Kenmerken van Mobiliteit als service**

<b>Mobiliteit</b>	<b>als product (Nu)</b>	<b>als service (Visie)</b>
Kenmerken - auto	Auto als bezit rijbewijs verplicht gebruiker bestuurt auto retour: van huis naar parkeerplaats, maar ook met zelfde auto terug naar huis	auto te huur (per rit) iedereen kan mee auto bestuurt zelf (productieve in-car tijd) enkele reis: van huis naar bestemming
Kenmerken - ov	operator georiënteerd van station naar station overstappen (vaak) niet gegarandeerd	gebruiker georiënteerd van adres naar adres (met aanvullende modaliteiten) gewoon één reis
Operationeel - voor de reis	meteen vertrekken met eigen auto volgens ov dienstregeling	boeking nodig keuze type auto (groot, klein) onder voorbehoud van beschikbaarheid
Operationeel - onderweg	zelf beslissen route & navigatie individuele systemen (navigatie, informatie) aanwezig	goed geïnformeerd en altijd ondersteuning bij keuzemomenten gecoördineerd en coöperatief
Onderhoud en kosten	tanken & onderhoud jezelf tarief ov per operator	je bent de klant! De service provider is verantwoordelijk voor onderhoud. tarief afhankelijk van type auto (comfort, aantal inzittenden etc.)

### 1.6 Leeswijzer

In dit artikel schetsen we de implicaties van een overgang naar een mobiliteitssysteem waarbij de rijtaken meer en meer worden overgenomen door geautomatiseerde systemen. We verkennen de mogelijke implicaties van een mobiliteitssysteem met zelfrijdende voertuigen vanuit drie verschillende gezichtsvelden:

- De consument (2)  
Wat zijn de implicaties voor de consument. Zijn (alle) bestuurders bereid de rijtaak uit handen geven? Vindt er een verschuiving plaats naar mobiliteit als service in plaats van individueel autobezit?
- De overheid (3)  
Door intelligente systemen en voertuigcommunicatie kan het verkeer meer en meer zelfsturend functioneren. Welke impact kan dat hebben op de rol van de wegbeheerder: is er een functieverhuizing van beheer naar kaderscheppend?
- Bedrijfsleven, wetenschap en research (4)  
Hoewel er al succesvolle testritten met zelfrijdende auto's zijn gemaakt, liggen er nog talloze uitdagingen. Vanuit de automotive industrie betreft het de verdere ontwikkeling van de voertuigtechnologie en het robuust maken van de voertuigsystemen. Vanuit research en wetenschap is onderzoek nodig naar de impact van de voertuigtechnologie op het mobiliteitssysteem: wat is de impact op de verkeersveiligheid en verkeersafwikkeling, hoe verloopt de transitieperiode met zowel traditionele als zelfrijdende voertuigen, welke risico's en faalfactoren zijn er?

## 2. De consument

De geschetste verandering in het mobiliteitssysteem is maar een van de trends die van invloed is op de mobiliteit in onze toekomstige maatschappij. In de "westerse wereld" is de vergrijzing een van de belangrijkste relevante ontwikkelingen: het aandeel ouderen neemt sterk toe. Hoe blijven ouderen mobiel? Verder zien we binnen veel landen met name in de meer perifere regio's een afname van de bevolking. Blijft er in deze gebieden een voldoende aanbod van openbaar vervoer? Een tweede trend is de sterke toename van diensten via het internet. Steeds meer activiteiten die voorheen een verplaatsing vereisten kunnen ook vanuit huis plaatsvinden. In sommige gevallen leidt dit tot een andersoortige verplaatsing, zoals een aankoop bij een internetwinkel. Er zijn ook voorbeelden waarbij een verplaatsing niet meer nodig is, zoals bij een digitaal huisartsconsult of een vergadering in een virtuele omgeving.

Ook zullen toekomstige reizigers heel anders zijn dan de reizigers van vandaag. Door de verandering van de lifestyle in onze samenleving verandert ook het verplaatsingspatroon van mensen. Daarmee hebben reizigers aangepaste mobiliteitswensen en -doelstellingen.

### 2.1 Lifestyle en veranderende mobiliteitsbehoeften

#### *Het Nieuwe Werken*

Werk-privéflexibiliteit zal in de toekomst toenemen. *Het nieuwe werken* is de afgelopen jaren in een sterke opmars. Nog veel bedrijven zoeken naar mogelijkheden om *het nieuwe werken* in hun eigen situatie toe te passen. Meer thuis- en flexwerken betekent een (flinke) afname van woon-werkverkeer op de wegen en in het openbaar vervoer. Dat effect wordt op langere termijn mogelijk deels gecompenseerd doordat mensen weer iets verder van hun werk gaan wonen; je hoeft immers toch niet 5 maal heen en weer. Met behulp van ICT-middelen zoals teleconferentie zal ook het aantal zakelijke reizen in de toekomst kunnen verminderen.

#### *Vergrijzing*

Nederlanders worden steeds ouder. Het aantal ouderen (65+) neemt snel toe in de komende decennia: 3,4 miljoen in 2020, 4,2 miljoen in 2030 en 4,7 miljoen in 2040 [6]. In 2020 zal het aantal senioren (50+) naar verwachting 6,7 miljoen worden (40% van de bevolking). Vergrijzing betekent echter niet direct een afname in het aantal verplaatsingen ("vergrijst niet, maar verzilvert"). Senioren werken en leven langer. Ook blijven ze langer actief.

#### *Informatiebehoefte*

Internet is voor steeds meer mensen onmisbaar. Zo blijken jongeren steeds meer online te zijn. Voor Nederland is het echter nog niet duidelijk of het toenemende gebruik van sociale media en smartphones tot een andere attitude van jongeren ten opzichte van de auto leidt [7].

### 2.2 Mobiliteitspatroon in ontwikkeling

#### *Toename in vrijetijdsreizen en vaker spontaan reizen*

Weliswaar zal het werkgebonden verkeer in de toekomst relatief minder worden, we verwachten echter geen grote afname van het totale aantal ritten. Reden hiervoor is de verwachte toename in vrijetijdsreizen (de "verzilvering"). Hierbij wordt de spits minder

scherp en het verkeer iets evenwichtiger gespreid over de uren van de dag en de dagen van de week. Een gevolg hiervan is dat individuele verplaatsingen minder voorspelbaar zullen zijn doordat mensen vaker spontaan gaan reizen en bovendien de planning vaker onderweg wordt gedaan in plaats van tevoren. Het is de vraag of het toekomstig verkeersvolume door deze ontwikkelingen zal afwijken van de huidige voorspellingen.

#### *Van autobezit naar keuzevrijheid*

Met mobiliteit als service wordt individueel autobezit vervangen door het collectieve bezit. Deze trend kunnen we al zien in de toename van het aantal deelauto's. In Nederland is het aantal deelauto's die door commerciële partijen wordt aangeboden in de laatste 10 jaar ruim verdrievoudigd [8]. Er verschijnen nog steeds nieuwe vormen van autodelen: van lidmaatschap bij een autodealer tot particuliere autodelen (zoals via MyWheels.nl en WeGo.nu), van Greenwheels tot Car2Go en ConnectCar.

#### *2.3 Vereisten voor mobiliteit als service*

Voor de gebruiker betekent "mobiliteit als service" ontzorging, gemak, veiligheid en nog steeds vrijheid. Om aan deze vereisten te voldoen moet het systeem in eerste instantie intelligent, robuust en betrouwbaar zijn. Daarnaast moet de gebruiksvriendelijkheid gegarandeerd zijn.

#### *De gebruiker centraal*

De reiziger verwacht service in plaats van een materieel product. Instappen, uitstappen, parkeren en eventuele overstappen tussen modaliteiten, wordt allemaal geregeld door het systeem. Als het (deels) met de auto gaat, rijdt de auto vanzelf. Het einddoel is een ontspannen reis van deur tot deur. Om zo'n soepele service te kunnen aanbieden moet de werking van het systeem optimaal aansluiten op de wensen en behoeften van de reiziger. Verder moet het systeem volledige, nauwkeurige en actuele kennis hebben van de vervoersinfrastructuur en -situatie (wegwerkzaamheden, congestie, incidenten, enz.).

Alle (real-time) informatie wordt verzameld en gebruikt binnen het systeem. De informatie wordt automatisch in gefilterde en gedoseerde vorm aan de gebruiker aangeboden (volgens de wensen van die gebruiker), en is op verzoek in detail beschikbaar. De gebruiker kan het systeem altijd raadplegen over de vervoerssituatie en het functioneren van het systeem. Voorbeelden zijn: filemeldingen, verwachte aankomsttijd, alternatieve routes en reistijden.

Hoewel het systeem grotendeels geautomatiseerd is, blijft het in bepaalde situaties verstandig om het nemen van beslissingen bij de reiziger neer te leggen. In de beginfase van gebruik zal dit in ieder geval zo zijn om het systeem voor de specifieke gebruiker te kunnen personaliseren. Als ondersteuning biedt het systeem adviezen aan. Een advies is verwerkte (ruwe) informatie gekoppeld aan het actuele gebruik. Zo wordt het makkelijker voor de gebruiker om keuzes te maken, bijv. een advies (niet) volgen, route-/modaliteitkeuze, vertrektijdkeuze. Bij personalisatie worden de persoonlijke behoeften en voorkeuren van de gebruiker gerespecteerd in de optimalisatie van het systeem.

#### *Robuustheid en betrouwbaarheid*

Het belangrijkste voordeel van autobezit is een altijd aanwezig vervoermiddel. Voor de gebruikersacceptatie van mobiliteit als service is een gegarandeerde beschikbaarheid van service cruciaal. Stel dat er door evenementen een extreem hoge mobiliteitsvraag ontstaat; kan het systeem dat nog aan? Wellicht is in dergelijke gevallen een 100%

beschikbaarheid onmogelijk. Er zijn allerlei opties denkbaar om hier mee om te gaan. Bijvoorbeeld een systeem met verschillende kwaliteitsniveaus: een basisoniveau en daarboven nog aanvullende garantieniveaus die door service providers worden aangeboden. Een voorbeeld van minimum serviceniveau: in meer dan 95% gevallen is de wachttijd tussen service-oproep en service-aanvang minder dan 5 minuten. Een hogere beschikbaarheid is dan mogelijk tegen extra kosten.

Robuustheid betreft niet alleen een gegarandeerde beschikbaarheid, maar ook betrouwbaarheid t.a.v. reistijd, kwaliteit en veiligheid. Met mobiliteit als service wordt congestie op de weg of in collectief vervoer zo veel mogelijk vermeden doordat de toedeling van verkeer gecoördineerd en geoptimaliseerd kan worden. Dit leidt tot een verhoogde reistijdvoorspelbaarheid en -betrouwbaarheid. Voor kwaliteit is comfort een belangrijke eis. Een gegarandeerde veiligheid is nodig voor een acceptatie van mobiliteit als service. Technisch gezien is mobiliteit als service altijd veiliger, omdat menselijk fouten geëlimineerd zijn. Storingen zullen in het systeem moeten worden afgehandeld. De cruciale vraag is hoe dat kan worden gegarandeerd.

### *Gebruiksgemak*

Voor gebruikersacceptatie is gebruiksvriendelijkheid van belang. Een duidelijk en efficiënt communicatiekanaal moet deel uitmaken van het systeem, zodat de gebruikers enerzijds makkelijk kunnen aangeven wat ze willen en anderzijds goed kunnen begrijpen wat het systeem aan het doen is. Er zijn verschillende fases waarin een interactie tussen gebruiker en systeem nodig is: van service-oproep naar keuze van vervoerwijze (een combinatie van zelfrijdende auto's en collectief vervoer) en route, naar *en route* veranderingen (zoals bij incidenten), tot reisafronding en betaling bij aankomst.

## *2.4 Gevolgen van mobiliteit als service voor gebruikers*

### *Mindshift*

Mobiliteit als service betekent een overgang van individueel autobezit naar collectief gebruik, en van met-de-auto-rijden naar in-de-auto-zitten. Met mobiliteit als service zullen de voordelen van privéauto's overtroffen worden door deelauto's die een efficiënte en robuuste mobiliteitsservice kunnen aanbieden. Hiermee verdwijnt de behoefte van eigen autobezit. De overgang gaat wellicht geleidelijk maar we verwachten toch een mindshift, waarbij het overgrote deel van de mensen zal overstappen.

Met zelfrijdende auto's verdwijnt ook de behoefte aan een menselijke bestuurder. Een rijbewijs is niet meer nodig om met een auto te reizen. De auto rijdt vanzelf en de reiziger gaat gewoon in de auto zitten (werken, relaxen, slapen, enz.). Voor degenen die toch graag een auto besturen, wordt het nog aangeboden als een soort recreatie. Het is vergelijkbaar met paardrijden: in het verleden een vervoermiddel, maar vervangen door andere, efficiënter manieren van reizen. Paardrijden is tot vandaag gebleven, maar dan alleen als een sport.

### *Leven wordt efficiënter*

Reizen is überhaupt een verbindende activiteit tussen andere activiteiten (werk, school, winkelen, recreatie, enz.). Met mobiliteit als service wordt reizen niet meer een activiteit maar gewoon een (achtergrond)situatie. Gedurende de reis worden passende activiteiten uitgevoerd. Dit betekent dat er meer tijd is voor activiteiten en minder tijd en zorg voor het vervoersarrangement. Dit leidt tot een efficiënter gebruik van tijd.



Mobiliteit als service biedt ook nieuwe mogelijkheden voor specifieke doelgroepen. Ouderen kunnen makkelijker en veiliger onderweg en aan activiteiten meedoen. Kinderen worden door zelfrijdende schoolbus naar school (dan wel thuis) gebracht.

### **3. De overheid**

Wat verandert er in de rol van de overheid wanneer mobiliteit zich ontwikkelt tot een service? Naar verwachting veel. In relatie tot mobiliteit heeft de overheid in de huidige situatie tenminste drie rollen: (weg)beheerder, ontwikkelaar en regelsteller cq. regelhandhaver.

#### *3.1 De overheid als wegbeheerder*

De rol van de overheid als wegbeheerder blijft naar verwachting bestaan maar gaat anders ingevuld worden. De verandering zit enerzijds in het anders organiseren van het wegbeheer en anderzijds in een minder sturende rol als wegbeheerder.

Intelligente voertuigen zullen ook in de toekomst infrastructuur nodig hebben om over voort te bewegen. Sterker nog, niet alleen voertuigen, ook wegen worden intelligenter. Daarbij is de verwachting dat weg en voertuig steeds meer als één systeem gaan werken. Deze, al dan niet intelligente wegen, moeten beheerd blijven worden. Wat is in de toekomst de rol van de overheid hierin? We zien twee belangrijke ontwikkelingen hierin.

Allereerst zal door privatisering en andere contractvormen het wegbeheer vaker voor een lange periode uitbesteed worden aan een marktpartij. Dit speelt nu al op rijkswegen en in de toekomst mogelijk op provinciale wegen, minder op stedelijke wegen. Daarnaast is de verwachting dat er minder wegbeheerders komen. Nu zijn daar Rijkswaterstaat, provincies, gemeenten en waterschappen. Met de vervoersautoriteit komt er in de toekomst op regionaal niveau waarschijnlijk een nieuwe entiteit die verantwoordelijk is voor het beheer van de voor de bereikbaarheid cruciale infrastructuur.

In relatie tot de ontwikkeling van mobiliteit als service zal een eventuele afname van het aantal wegbeheerders het uniformeren van eisen aan de infrastructuur en koppelvlakken tussen infrastructuur en voertuig eenvoudiger maken. Daar staat tegenover dat als het wegbeheer vaker langdurig uitbesteed wordt het een belangrijk aandachtspunt is om de contracten zodanig op te stellen dat voldoende flexibiliteit blijft bestaan om in te spelen op nieuwe ontwikkelingen.

Door intelligente systemen en voertuigcommunicatie gaat het verkeer meer en meer zelfsturend functioneren. Het ondersteunen van de weggebruiker met informatie, adviezen, geboden en verboden wordt meer dan ooit een publiek-privaat samenspel. Het informeren van het verkeer is momenteel al een taak die verschuift van overheid naar markt en ook voor het sturen van verkeer gaat dit gebeuren. Sturen door de overheid is in de toekomst alleen nog nodig in calamiteitsituaties of als randvoorwaarden (structureel) worden overschreden.

Kortom, wegbeheerders gaan in de toekomst de individuele weggebruiker (die ondersteund wordt door private maatwerk-verkeersinformatiediensten) maximaal faciliteren door voldoende wegcapaciteit beschikbaar te stellen binnen de maatschappelijke randvoorwaarden voor veiligheid, leefbaarheid en bereikbaarheid.

Wanneer deze randvoorwaarden in gevaar dreigen te komen, in geval van crises en calamiteiten, of wanneer individuele keuzes averechts uitwerken voor grote groepen weggebruikers houden overheden de mogelijkheid om collectief in te grijpen.

De overheid als wegbeheerder is voor de aanbieders van mobiliteitsdiensten ook de gesprekspartner als het gaat om aanpassingen aan de infrastructuur die de mobiliteitsdiensten mogelijk maken, in het eindbeeld of ook in de aanloop. Denk wat betreft die aanlooperperiode aan eventuele voorzieningen die nodig zijn om het pelotonrijden mogelijk te maken: hoe krijg je die voertuigen op de juiste strook, en hoe geleid je de andere, minder geavanceerde voertuigen daaromheen? Hoe zit het dan met gedifferentieerde snelheidslimieten?

### *3.2 De overheid als ontwikkelaar*

Ook in de rol van ontwikkelaar verwachten wij veranderingen. Er blijft een duidelijke rol voor de overheid weggelegd als het gaat om visie ontwikkeling op het gebied van mobiliteit. Momenteel ontbreekt het de overheid en de markt nog aan een gezamenlijk doel. Een voorbeeld van een eerste initiatief om hier sturing aan te geven is het actieprogramma 'Beter geïnformeerd op weg' dat een gezamenlijk toekomstbeeld en een gezamenlijke aanpak door wegbeheerders, automotive branche en service providers neerzet [9].

Als ontwikkelaar van mobiliteitservices zien we de overheid zich nog verder terugtrekken. Het initiatief voor het ontwikkelen van mobiliteitservices ligt volledig bij de markt. De overheid blijft betrokken als kaderstellende en toetsende dienst. Deels nationaal maar steeds meer Europees. Daarnaast kan de overheid bepaalde ontwikkelingen stimuleren. Bijvoorbeeld door wetgeving of subsidies.

### *3.3 De overheid als regelsteller en handhaver*

Als regelsteller en handhaver blijft de overheid nauw betrokken bij mobiliteit. Voor veel ontwikkelingen is sturing en regelgeving nodig op supranationaal niveau. De Europese overheid is daarbij een belangrijke speler voor het tot stand komen van kaders, normeringen en veiligheidseisen. Het stimuleren van een vroegtijdige bereidheid bij fabrikanten om uitlevering van informatie vanuit merkgebonden systemen is daar een voorbeeld van [9].

Ook zal naar verwachting de handhaving verder geautomatiseerd worden of zelfs afgedwongen via systemen. Op deze manier blijft de overheid –direct of indirect - invloed uitoefenen op voertuigen en de mobilisten.

Momenteel ontbreekt nog een wettelijk kader waarin onder meer bepaald wordt wie er verantwoordelijk is bij ongelukken door falende systemen of calamiteiten: de fabrikant, de eigenaar (d.w.z. de mobiliteitserviceprovider), de inzittende of wellicht de wegbeheerder? Hier ligt een duidelijke rol voor de Europese overheid.

## **4. Bedrijfsleven en onderzoeksinstellingen**

De ontwikkelingen van de in-car systemen worden primair geïnitieerd vanuit de automotive industrie. Vooral de grote autofabrikanten en toeleverende bedrijven investeren in de ontwikkeling van intelligente voertuigsystemen. Een nieuw fenomeen is

de aanwezigheid van een bedrijf als Google als speler op deze markt. Een duidelijke indicatie dat bij de productie van auto's de ontwikkeling van geavanceerde systemen (integratie van software en hardware) steeds belangrijker wordt. Naast onderzoek in opdracht van de automotive industrie, zijn er voor de onderzoeksinstellingen ook vanuit maatschappelijk oogpunt belangrijke vragen over (de impact van) de nieuwe voertuigtechnologie. In de navolgende subparagrafen wordt ingegaan op de uitdagingen die 'mobiliteit als service' biedt voor het bedrijfsleven en onderzoeksinstellingen.

#### *4.1 Automotive sector*

De rol van de automotive industrie is voornamelijk gericht op het primaire product: het aanbieden van een vervoermiddel dat voldoet aan de wensen van de consument. De techniek lijkt op dit moment nog niet voldoende ontwikkeld voor ontwikkelingen in de 'mobiliteit als service'. Vooralsnog is het primair van belang dat de zelfrijdende voertuigen voorzien zijn van robuuste systemen. Het is aan de fabrikant om aan te tonen dat het haalbaar is dat de auto onder alle omstandigheden veilig kan functioneren, ook bij calamiteiten (extreem weer, onvoorziene gebeurtenissen). Dit stelt hoge eisen aan de kwaliteit van de nieuwe voertuigsystemen en vraagt om de ontwikkeling van goede standaarden in de automotive industrie. Een belangrijk punt daarbij is de beveiliging van het systeem: het moet in staat zijn te traceren of de signalen "veilig" zijn en dus beschermd tegen cybercriminaliteit.

Naast deze primaire veiligheidseisen is ook het "programmeren" van het rijgedrag in een complexe omgeving een flinke uitdaging. Hoe gaan bijvoorbeeld auto's ritsen en van strook wisselen in situaties met druk verkeer? Dit vergt regels en protocollen waarbij alle voertuigen op een coöperatieve wijze kunnen opereren.

We voorzien hierin een geleidelijke ontwikkeling naar een steeds groeiende functionaliteit. Hoe gaat de interactie tussen een Audi versie 3.2 en een Toyota versie 26.4? Menselijke bestuurders kunnen in zekere mate omgaan met ander rijgedrag (zelfs een Zweed in Napels ...); hoe tackelt de rijk geschakeerde vloot van zelfsturende auto's dit?

#### *4.2 Transport en vervoer*

De zelfrijdende voertuigen zullen een impuls geven aan nieuwe vormen van vervoer. In het beroepsvervoer (taxi, bus, vrachtwagen) kan de rol van de chauffeur overbodig worden of een andere invulling krijgen. Het ontwikkelen van diensten waarbij een auto oproepbaar is kan ook leiden tot het wezenlijke veranderingen van vervoersvormen. De grens tussen taxi, bus en (deel)auto vervaagt. Vrachtwagens kunnen continu rijden, waardoor de omvang van het vrachtwagenpark sterk kan verminderen. Een dergelijke ontwikkeling zal met name nieuwe eisen stellen op het logistieke vlak: hoe krijgen we een voertuig op de juiste tijd op de juiste plaats.

#### *4.3 Onderzoek*

Vanuit het perspectief van onderzoek levert de overgang naar zelfrijdende voertuigen interessante vragen:

- In welke mate zijn automobilisten bereid de rijtaak uit handen te geven?
- Wat is de impact van nieuwe systemen op de verkeersveiligheid (ex ante evaluaties)?
- Hoe wordt aansprakelijkheid bij falende systemen wettelijk geregeld?

- Welke wensen heeft de bestuurder ten aanzien van de nieuwe systemen: meer comfort, meer veiligheid, betere ondersteuning bij de rijtaak?
- Welke risico's kleven er aan de nieuwe systemen?
- Wat zijn de kosten en de baten van de nieuwe systemen?

De geschetste toekomstige situatie, met een sterke verwevenheid van stedelijke gebieden, het loskoppelen van de het woon-werkverkeer van de huidige spitsen op de huidige werkdagen, zou wel eens een gunstige kunnen zijn voor 'mobiliteit als service': er is sprake van een meer gelijkmatige spreiding van verplaatsingen over de dag en over het gebied. Er is dus niet een piek-capaciteit nodig die de rest van de dag onbenut blijft. Allerlei vragen kunnen gesteld worden van het type: in hoeverre gaan al die effecten spelen? Verdwijnt de spits geheel, of toch niet helemaal? Hoe wordt de verdeling over reismotieven?

Logistieke vraagstukken als: wat moet je doen rond concentraties van vervoersvragen als evenementen? Anticiperen en de autootjes heen en weer laten rijden? Bundelen in busjes en in treinen? Etc.

Wat betreft transport planning levert dit een geheel ander beeld dat er toe leidt dat de prognosemodellen aangepast moeten worden.

## 5. Conclusies

De veranderingen in de voertuigtechnologie kunnen op de langere termijn ingrijpende gevolgen hebben voor onze mobiliteit. Het eindbeeld met zelfrijdende voertuigen biedt vele kansen, zoals bijvoorbeeld automobilititeit voor verkeersdeelnemers die niet rijbekwaam zijn (zoals ouderen en minder-validen). Ook kunnen deze systemen de verkeersveiligheid verhogen, uitgaande van de gedachte dat de meeste ongelukken worden veroorzaakt door het feilen van de bestuurder, en de ITS-systemen beter en sneller reageren.

Door intelligente systemen en voertuigcommunicatie gaat het verkeer meer en meer zelfsturend functioneren. Het ondersteunen van de weggebruiker met informatie, adviezen, geboden en verboden wordt meer dan ooit een publiek-privaat samenspel. We constateren echter dat het de overheid en de markt nog ontbreekt aan een gezamenlijk doel. Een voorbeeld van een initiatief om hier sturing aan te geven is het actieprogramma 'Beter geïnformeerd op weg'. Voor veel ontwikkelingen is echter sturing en regelgeving nodig op supranationaal niveau. De Europese overheid is daarbij een belangrijke speler voor het tot stand komen van kaders, normeringen en veiligheidseisen. Het stimuleren van een vroegtijdige bereidheid bij fabrikanten om uitlevering van informatie vanuit merkgebonden systemen is daar een voorbeeld van.

Vanuit de automotive sector is de winst in de verkeersveiligheid een belangrijk argument voor de ontwikkeling van de zelfrijdende auto [10]. Dat kan alleen als de techniek robuust is, en de faalkans voldoende laag is. Onderzoek en ontwikkeling vanuit de automotive sector is nodig om dergelijke robuuste systemen daadwerkelijk te ontwikkelen. De overheid speelt hierbij een toetsende rol. Essentieel is bijvoorbeeld dat

de systemen voldoende robuust zijn onder normale omstandigheden en bij calamiteiten en dat systemen voldoende beveiligd worden tegen cyberaanvallen.

Pas als dit geregeld is, zal "mobiliteit als service" realiteit kunnen worden. We constateren dat voor een goed functionerende mobiliteitsdienst aan het volgende voldaan moet worden:

- hoog vertrouwen in het systeem door de gebruikers;
- hoge intelligentie (optimalisatie en personalisatie) in het systeem;
- robuustheid van het systeem, met name de beschikbaarheid als er hoge vraag is;
- voldoende gebruiksgemak van het systeem

Tenslotte pleiten we voor meer aandacht voor de mobiliteitswensen en -behoeften vanuit de consument en maatschappij. Hier ligt met name een rol voor de overheid en onderzoeksinstituten:

- Waar liggen de wensen van de consument: meer comfort tijdens de rit?, veiligere voertuigen?, systemen waarmee de capaciteit van de weg toeneemt?, systemen die de rijtaak overnemen, en in welke mate?, betere informatie en adviezen in relatie tot de verkeerssituatie (welke route)?, etc.
- Welke meerwaarde biedt de zelfrijdende auto voor de consument: mogelijkheid om een andere activiteit te doen (voor alle reismotieven, speelt ritlengte een rol?), hogere veiligheid, meer comfort, etc.
- Wat zijn de voorwaarden waaraan een zelfrijdende auto moet voldoen om door consumenten geaccepteerd te worden (veiligheid, robuustheid en kosten)?
- Blijft er in de toekomst behoefte aan "traditionele" voertuigen
- Is "mobiliteit als service" een aantrekkelijk alternatief voor een "eigen auto"?

## Literatuur

- [1] bijvoorbeeld: <http://www.reuters.com/article/2013/08/27/us-autos-nissan-autonomous-idUSBRE97Q0VI20130827>
- [2] bijvoorbeeld: <http://www.nytimes.com/2012/10/28/automobiles/yes-driverless-cars-know-the-way-to-san-jose.html>
- [3] M.W.T. Christoph (2010), "Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen", SWOV
- [4] Litman (2013), Tod, "Autonomous Vehicle Implementation Predictions -Implications for Transport Planning, Victoria Transport Policy Institute
- [5] KPMG (2012), Self-Driving Cars: The Next Revolution, KPMG and the Center for Automotive Research
- [6] CBS (2013). *Bevolkingsprognose 2010-2060*. <http://statline.cbs.nl/StatWeb/?LA=nl>
- [7] KiM (2012). *Mobiliteitsbalans 2012*. <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/11/16/rapport-mobiliteitsbalans-2012-van-het-kennisinstituut-voor-mobiliteitsbeleid-kim.html>
- [8] L. Walta (2013). Afscheid van de auto. *De Ingenieur* (6 september 2013), <http://www.deingenieur.nl/nl/artikel/31585/afscheid-van-de-auto.html>
- [9] <http://www.verkeersnet.nl/8839/actieprogramma-beter-geinformeerd-op-weg-moet-its-inoanspanningen-stroomlijnen/>
- [10] Sebastian Thrun (2011), "Google driverless car", TED-lezing, [http://www.ted.com/talks/sebastian\\_thrun\\_google\\_s\\_driverless\\_car.html](http://www.ted.com/talks/sebastian_thrun_google_s_driverless_car.html)