

Help; mijn wethouder wil een zelfrijdend voertuig

Ir. A.F. Scheltes – Goudappel Coffeng BV – AScheltes@Goudappel.nl
Drs. H.A.J. Ackerman – MABS Consultancy – aki@mabsconsultancy.nl
P. Heida – Heida Projectmanagement - peter@peterheida.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 22 en 23 november 2018, Amersfoort

Samenvatting

De komst van zelfrijdende voertuigen staat niet meer ter discussie. De vraag is veelal wat er nu en in de nabije toekomst wel en niet kan. Belangrijk is dat beleidsmakers duidelijke kaders en randvoorwaarden scheppen. Dit artikel geeft concrete overwegingen, stappen en aanbevelingen voor diegenen die zich geconfronteerd zien met het dilemma: "Help, mijn wethouder wil een zelfrijdend voertuig!"

Voorbeelden van zelfrijdende voertuigen in allerlei situaties zijn dagelijks in het nieuws. Zelfrijdende taxi's zoals Uber en Lyft, zelfrijdende shuttles zoals 2GetThere, Navya en EasyMile en aankondigingen van Chrysler, Renault en Volkswagen om binnen een paar jaar met zelfrijdende modellen op de markt te komen. Nu worden deze applicaties nog vooral toegepast in gesloten omgevingen zoals bedrijfsterreinen en campussen, maar de transitie is ingezet naar de openbare weg. In pilots wordt ervaring opgedaan met techniek, verdienmodellen en maatschappelijke invloeden.

Overheden kunnen op verschillende manieren met deze innovaties omgaan. Het artikel schetst vier mogelijke handdelingsperspectieven en hun implicaties: afwachten, afremmen, meesurfen dan wel initiëren/stimuleren. De wijze waarop de overheid zich opstelt vertaalt zich naar de randvoorwaarden waaronder de markt zal moeten acteren om tot optimale maatschappelijke, sociale en ruimtelijke impact te komen.

Wanneer het gaat om de rol van zelfrijdende voertuigen in het mobiliteitssysteem wordt de beleidsmaker geconfronteerd met vijf dilemma's. Dit betreft de concurrentiepositie, betaalbaarheid en doelmatigheid van zelfrijdende voertuigen, het dilemma waar het voertuig wordt ingezet (stedelijk vs. regionaal) en of men gaat voor een schaa sprong of voor leerervaringen in controleerbare omgevingen door middel van pilots.

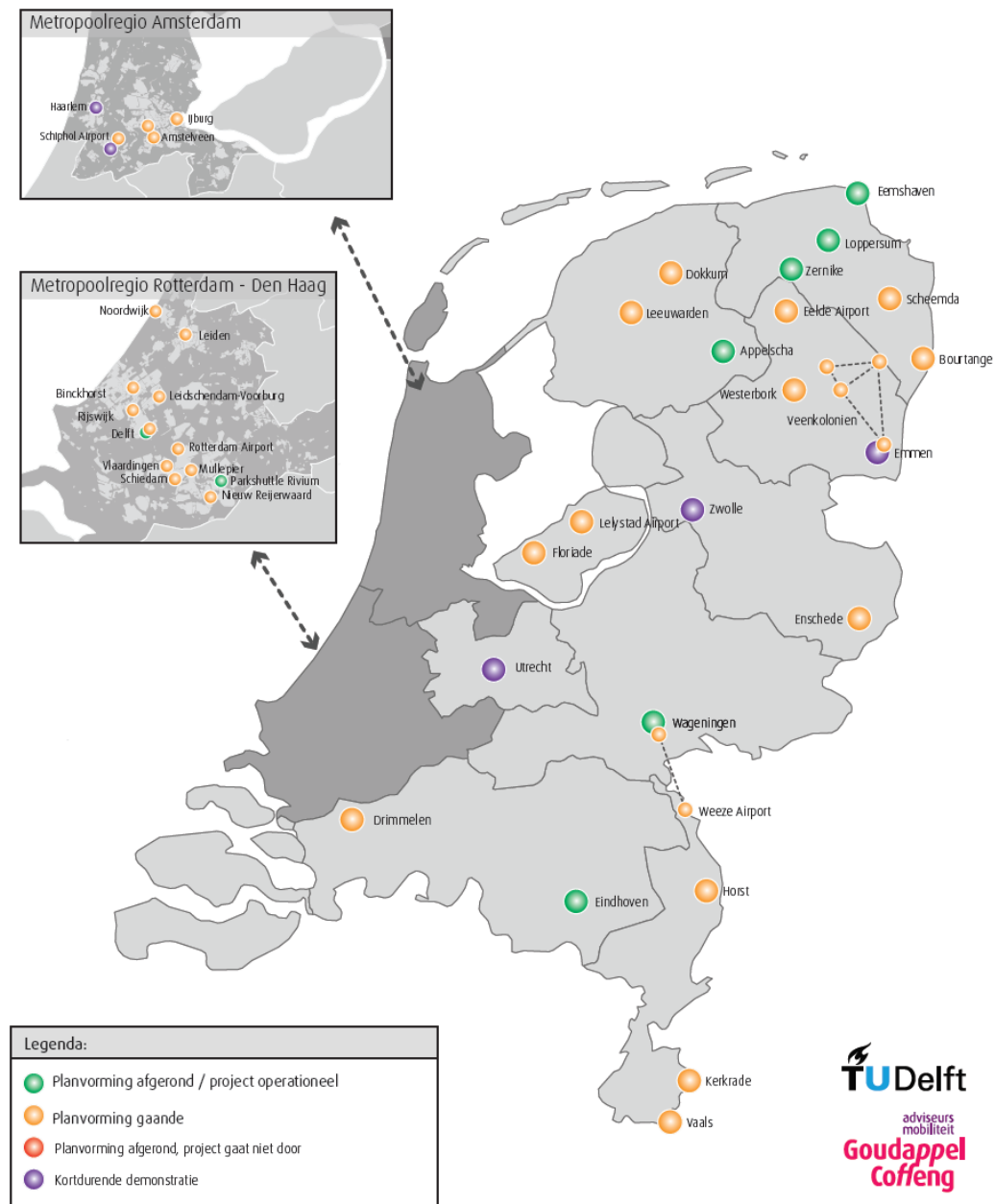
Afgezien van technische, ruimtelijke en verkeerskundige vraagstukken, is de gebruikerservaring de belangrijkste factor voor succes. Het artikel beargumenteert dat het gebruikersperspectief in elke ontwikkelstap de ruimte moet krijgen en geeft concrete inzichten in het gebruikersperspectief zoals dit is onderzocht in Leidschendam-Voorburg. Gebruikers staan overwegend positief tegenover zelfrijdende shuttles, maar stellen hier zeer concrete randvoorwaarden aan, zoals veiligheid, gemak in het gebruik en toegankelijkheid.

Verder geeft het artikel een concreet stappenplan dat helpt bij de beoordeling of, en onder welke voorwaarden, zelfrijdende voertuigen daadwerkelijk de juiste oplossing zijn voor de specifieke opgave.

Concluderend biedt zelfrijdend vervoer een unieke kans om de mobiliteit in Nederland innovatief te verbeteren, maar is zelfrijdend vervoer op zich geen zaligmakende oplossing voor alle mobiliteitsuitdagingen. Beleidsmakers en bestuurders kunnen met dit artikel een heldere afweging maken.

1. De opkomst van zelfrijdende voertuigen

Zelfrijdende voertuigen zijn "hip and happening". En Nederland wordt aangeduid als zijnde het beste voorbereid op de komst van de zelfrijdende voertuigen (KPMG, 2018). Er wordt speciale wetgeving gemaakt om zelfrijdende voertuigen zonder bestuurder toe te kunnen laten op het Nederlandse wegennet (Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, 2018) en er zijn veel plannen voor pilots en praktijktoepassingen in voorbereiding (Boersma, et al., 2018), zie figuur 1. Het is niet de vraag óf zelfrijdende voertuigen in het straatbeeld verschijnen, maar veel meer de vraag wanneer.



figuur 1: Pilot en toepassingslocaties met zelfrijdende OV in Nederland; (Boersma, et al., 2018)

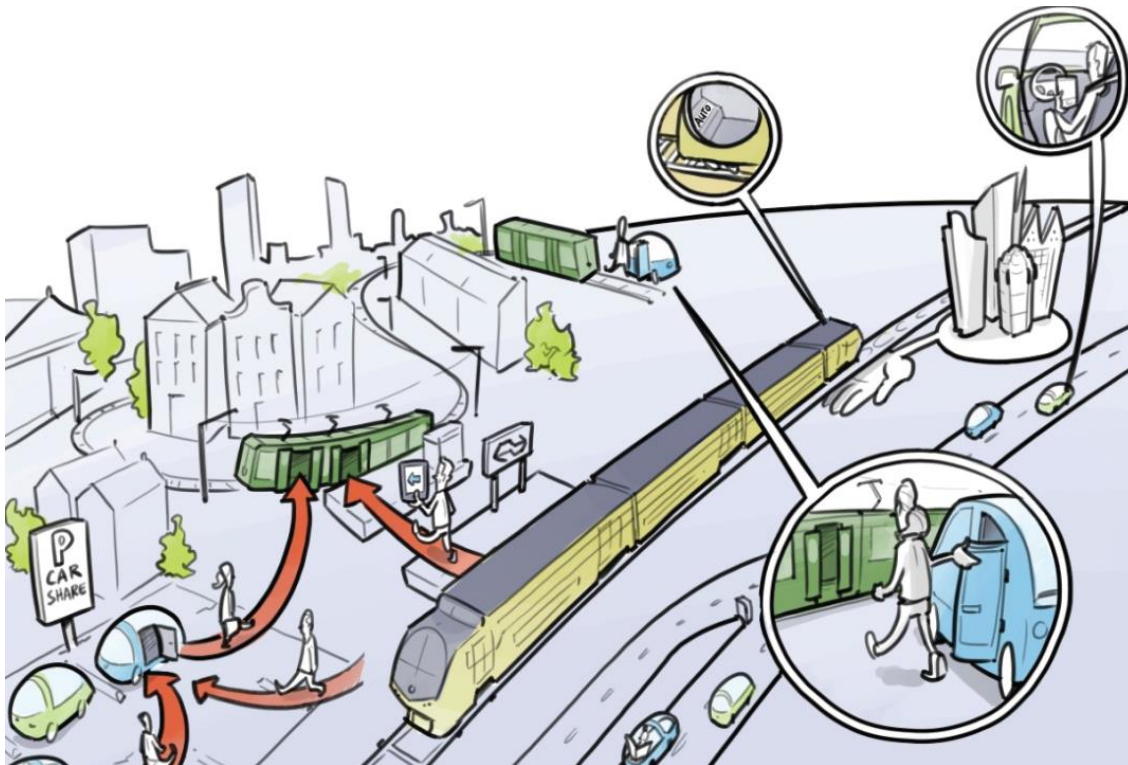
Een van de bekendste voorbeelden van pilots met zelfrijdende voertuigen is de Rivium Parkshuttle bij Capelle aan den IJssel, waar al sinds 1999 ervaring wordt opgedaan in de metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH, 2016). Momenteel worden veel van deze pilots nog uitgevoerd om kennis op te doen op het gebied van de techniek (Boersma, et al., 2018), terwijl tegelijkertijd op strategisch niveau toekomstbeelden geschetst worden

waarbij de toekomst in veel gevallen compleet zelfrijdend is en iedereen maximale toegang heeft tot mobiliteit.

Mythe: Zelfrijdende voertuigen maken het OV overbodig

Er bestaan veel scenario's over de toekomst van zelfrijdende voertuigen, welke meer of minder waarschijnlijk lijken voor verschillende gebiedstypen. Echter is de komst van zelfrijdende voertuigen met een zeer hoge mate van automatisering (SAE-Level 4 of 5) met grote onzekerheid omgeven. De verwachtingen variëren van 2045 tot aan 2080 of zelfs nog verder (KiM, 2016). Dit betekent dat de op strategisch niveau geschetste toekomstbeelden (voorlopig nog) niet opgaan als deze zonder meer in het huidige mobiliteitssysteem worden toegepast. De toepassing van zelfrijdende private voertuigen in een stedelijke omgeving zorgen op korte en middellange termijn voor extra binnenstedelijke verkeersbewegingen, een achteruitgang in bereikbaarheid en concurreren veelal met de duurzame modaliteiten zoals openbaar vervoer, de fiets en lopen (Arcadis; TNO, 2018). Hierdoor is het noodzakelijk per case te kijken alwaar zelfrijdende voertuigen een meerwaarde kunnen bieden in het hedendaags mobiliteitssysteem. Het inzetten van zelfrijdende voertuigen op snelwegen wordt als een eerste stap gezien, omdat hierbij de omstandigheden gunstiger zijn; alle bewegingen hebben dezelfde richting, de snelheidsverschillen zijn klein en vinden op een afgesloten stuk infrastructuur plaats. Eén van de veelgenoemde voordelen van het inzetten van zelfrijdende voertuigen op snelwegen is een verhoging van de capaciteit op het Nederlands hoofdwegennet. Dit betekent dat, tezamen met de eerdergenoemde binnenstedelijke aandachtspunten, er in sterk groeiende steden juist een steeds verder groeiende behoefte ontstaat voor een gestructureerd, efficiënt en al dan niet (deels) geautomatiseerd OV-systeem (metro, tram, HOV-Bus) om zo de binnenstedelijke bereikbaarheid en leefbaarheid te kunnen garanderen.

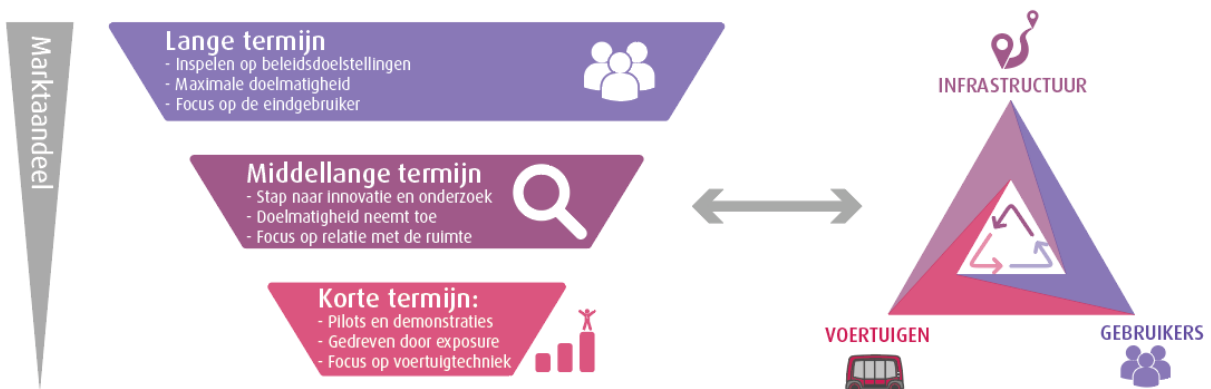
Gedeelde zelfrijdende shuttles hebben in de toekomstige steden naar verwachting voornamelijk een aanvullende functie op de structurerende OV-modaliteiten (vb. Lightrail of HOV-Bus). (Boersma, et al., 2018). Zo is het heel goed denkbaar dat deelbare zelfrijdende shuttles op de first & last- mile worden ingezet of een verbindende functie vervullen op (semi) gesloten infrastructuur zoals vliegvelden en bedrijventerreinen (van Arem, et al., 2015) zonder dat er grootschalige aanpassingen aan de infrastructuur gedaan hoeven te worden om zelfrijdende voertuigen toe te kunnen laten (Boston Consulting Group, 2016). Het KiM heeft diverse scenario's in kaart gebracht afhankelijk van de mate van automatisering en de economische ontwikkeling (KiM, 2016). Op basis van de opgesomde conclusies uit de voorgaande genoemde studies achten de auteurs voor steden het "*multimodal and shared automation*" scenario het meest waarschijnlijk. De resultaten en bevindingen uit dit paper dienen ook in dat licht beschouwd te worden. In figuur 2 staat een illustratie van bovengenoemd scenario. De gepresenteerde inzichten en resultaten in dit paper komen voort uit een tweetal studies (Gemeente Den Haag, 2017) en (Gemeente Leidschendam-Voorburg, 2017) waarin verschillende aspecten van het toepassen van zelfrijdende voertuigen in beschouwing zijn genomen.



figuur 2: Multimodal and shared Automation; (KiM, 2016)

2. Handelingsperspectief vanuit de overheid

De overheid heeft met de komst van zelfrijdende voertuigen een nieuw middel in handen om te streven naar een optimaal mobiliteitssysteem dat bijdraagt aan de doelstellingen van de stad of regio. Zelfrijdende voertuigen hebben een hip en innovatief imago. Overheden identificeren zich hier graag mee. Om te voorkomen dat het toepassen van zelfrijdende voertuigen een doel op zich is, zouden overheden zich vooraf een aantal vragen moeten stellen: willen we een vervoersprobleem oplossen, willen we ervaring opdoen met zelfrijdende voertuigen, willen we de innovatie in ons gebied aanjagen of is vooral marketing en imago een doel? Op de korte termijn zijn pilots en demonstraties met zelfrijdende voertuigen vooral gericht op technische toetsing, image en exposure, terwijl op de middellange termijn doelgericht de stap naar onderzoek naar innovatie gemaakt wordt. Op de lange termijn zouden zelfrijdende voertuigen ingezet kunnen worden om daadwerkelijk een vervoersprobleem op te lossen waarbij zelfrijdende voertuigen niet een doel op zichzelf zijn, maar een middel (zie figuur 3).



figuur 3: Doelmatigheidspyramide van zelfrijdende voertuigen

In Europa ligt de nadruk momenteel vooral nog veelal op kortdurende pilots in het kader van exposure en imago. Steden die toewerken naar beleidsdoelstellingen zijn nog op een hand te tellen. Een waarschijnlijke oorzaak is dat de techniek nog niet ver genoeg ontwikkeld is en de kosten nog te hoog. Ondanks dat we als Nederland vooroplopen in het omarmen van de zelfrijdende voertuigen blijkt er op nationaal niveau een gebrek aan coördinatie van deze op ons af komende mobiliteitsinnovatie (Boersma, et al., 2018). Hierdoor zijn het de regio's die met elkaar concurreren om de "1^e" te kunnen zijn en deels hetzelfde wiel aan het uitvinden zijn. De auteurs hebben de volgende stelling geformuleerd om het handelingsperspectief van de overheid vorm te geven:

"De overheid zou geen zelfrijdende voertuigen moeten toepassen puur en alleen omdat het zelfrijdende voertuigen zijn. Hierbij ligt er een spanningsveld tussen de korte termijn exposure vs. lange termijn toepassingen met een visie en doelstellingen op gebiedsniveau. Innovatie en imago mogen geen doel op zich zijn, maar een middel om tot de geformuleerde doelstellingen te komen."

Of bepaalde strategische eindbeelden meer of minder waarschijnlijk zijn hangt niet alleen af van de technologische ontwikkeling, maar worden medebepaald door hoe actoren binnen de overheid zelf omgaan met de technologie. Vanuit de analogie van (innovatie)golven zijn er een viertal manieren als overheid om hiermee om te gaan. (Goudappel Coffeng, 2018).

1. De golf over je heen laten komen

De overheid benut de kracht van een ontwikkeling volledig. Het voordeel is dat de mogelijkheden en het innovatievermogen van disruptieve technologie volledig worden benut. Het nadeel is dat een overheid veel sturingsmacht weg geeft.



2. De golf afstoppen

Een disruptiegolf kan ook afgestopt worden, in ieder geval tijdelijk, bijvoorbeeld door iets te verbieden. Het voordeel is dat er tijd 'gerekt' wordt om publieke belangen te borgen of een onwenselijke disruptiegolf zelfs helemaal tegen te houden. Het nadeel is dat het innovatie tegenhoudt en het vaak een tijdelijke oplossing is.



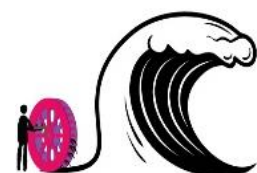
3. Op de golf surfen

Op een golf kan ook gesurft worden, de kracht wordt dan wel benut, maar er wordt slim bewogen om de juiste richting op te gaan. Het voordeel is dat de kracht van technologische ontwikkeling benut wordt en tegelijkertijd publieke belangen worden geborgd. Het nadeel is dat het lastig is om, net als bij echt surfen, het goede moment te vinden om de golf te pakken, daar is veel actuele expertise en een flexibele organisatie voor nodig.



4. De golf genereren

De overheid heeft zelf een belangrijke rol bij het op gang brengen van innovatie. Dit kan door te investeren in research & development. Het voordeel is dat een overheid richting kan geven aan de disruptie en publieke belangen geborgd kunnen worden. Het nadeel is dat de kosten (voor de belastingbetaler) hoog zijn en de



baten onzeker.

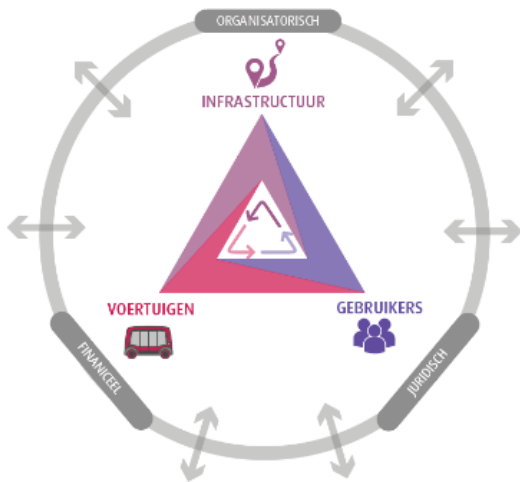
Welk handelingsperspectief het beste past bij een bepaalde situatie hangt sterk af van de beleidsdoelstellingen van de overheid en in welke mate mobiliteit en/of zelfrijdende voertuigen daar een rol in spelen. Beschouw toepassingen met zelfrijdende voertuigen nooit enkel vanuit technisch oogpunt maar beschouw bij elke toepassing tenminste de driehoek van voertuig, infrastructuur en omgeving, en de eindgebruiker, want ze bepalen elkaars randvoorwaarden (zie figuur 3).

3. Welke rol kunnen zelfrijdende voertuigen spelen in het stedelijk mobiliteitssysteem?

Zelfrijdende voertuigen zijn geen op zichzelf staande oplossing voor de stedelijke mobiliteitsvraagstukken, maar vormen tezamen met de overige mobiliteitsoplossingen een gereedschapskist voor de overheid om de uitdagingen ten aanzien van de mobiliteit te kunnen aanpakken. Bij het ene vraagstuk past de ene oplossing beter dan de andere en vice versa. In dat licht zouden zelfrijdende voertuigen beschouwd moeten worden. De voornaamste uitdagingen in stedelijk gebied zijn: (Gemeente Rotterdam, 2017) (Gemeente Den Haag, 2017):

- Capaciteitsknelpunten op het spoor, zowel in het stedelijk OV als op de wegen;
- Toegankelijkheid en bereikbaarheid van o.a. economische kernlocaties;
- Woningbouwopgaven;
- Betaalbaarheid;
- Duurzaamheid en leefbaarheid.

Het moge duidelijk zijn dat ieder van bovenstaande uitdagingen andere eisen stelt aan het mobiliteitssysteem, en dat afhankelijk van de financiële ruimte de best passende oplossing gekozen dient te worden. Of zelfrijdende voertuigen een oplossing kunnen zijn wordt door een grote diversiteit aan factoren beïnvloed, maar hangt primair af van het samenspel tussen de voertuigen, de infrastructuur en de gebruikers. Dit samenspel, zoals weergegeven in figuur 4, bepaalt in grote mate de functie die zelfrijdende voertuigen kunnen vervullen, gegeven een bepaalde doelstelling. Zo hebben de technische mogelijkheden invloed op de benodigde infrastructuur en op de toekomstige gebruikers. Andersom geredeneerd, bepalen de wensen van de gebruikers voor een belangrijk deel de specificaties van de voertuigen en daarmee ook in belangrijke mate de infrastructuur. Het samenspel van de 3 onderdelen bepalen daarmee ook de externe kaders van het systeem zoals organisatorisch, juridisch en financieel.



figuur 4: Systeemdriehoek zelfrijdende voertuigen (Boersma, et al., 2018)

Gebaseerd op de huidige technische staat van de zelfrijdende voertuigen is de voornaamste toepassing binnenstedelijk in de vorm van shuttles met nog lage snelheden en op al dan niet (deels) eigen infrastructuur. (Scheltes & Correia, 2017), (van Arem, et al., 2015). Dit beschouwend betekent dat de zelfrijdende voertuigen binnenstedelijk vooral verbetering zullen betekenen voor de first & last mile. Bij toenemende technologische ontwikkelingen zullen naar verwachting de toepassing van zelfrijdende voertuigen verder vergroten. Dit beschouwend komen er een aantal toepassingsdilemma's naar voren waarbij een integrale blik naar het mobiliteitssysteem noodzakelijk is.

1. *Dilemma 1: Concurrentiepositie van zelfrijdende voertuigen*

De concurrentiepositie van zelfrijdende voertuigen is er één die per mogelijke toepassing afzonderlijk in beschouwing genomen moet worden. Zo kan er op de first & last mile een behoorlijke overlap met langzaam verkeer (fiets en lopen) zijn als de snelheden laag zijn en er voor alle modaliteiten een goede infrastructuur beschikbaar is. De combinatie fiets en OV (Arcadis; TNO, 2018) zal afnemen bij een toenemende beschikbaarheid van zelfrijdende voertuigen. Vanuit duurzaamheidsperspectief is het niet wenselijk deze modaliteiten met elkaar te laten concurreren, echter vanuit gebruikersperspectief kan dit een welkome toevoeging kunnen zijn. De verwachting is dat toenemende technologische ontwikkelingen de concurrentiepositie positief zal doen verbeteren. (UITP, 2017).

2. *Dilemma 2: Betaalbaarheid van zelfrijdende voertuigen*

Het inzetten van zelfrijdende voertuigen gaat (nog) gepaard met hoge investeringskosten en vormt daarmee een barrière om deze voertuigen in te zetten. Ter illustratie kost een gemiddelde shuttle met een capaciteit van 8 zitplaatsen al snel ca. 250.000 - 450.000 euro (National Center for Transit Research (NCTR), 2016) vergelijkbaar met een standaard bus van 12m met 45 zitplaatsen. Daar komt bij dat er voor de zelfrijdende shuttle nog aanvullende kosten gemaakt moeten worden om de infrastructuur gereed te maken en controle- en supervisiesystemen in te richten. Circa 50% van de huidige operationele kosten in het OV worden bepaald door personele kosten (KpVV CROW, 2015), zo ook bij de zelfrijdende voertuigen zo lang de experimenteerwet nog niet van toepassing is. Dit betekent dat momenteel de exploitatiekosten te

vergelijken zijn met die van een standaard bus, echter wordt er een lagere capaciteit geboden voor dezelfde kosten. De hoge investeringskosten hangen samen met het nog innovatieve karakter en de (nog) kleinschalige productie van de voertuigen. Bij de toepassingen van zelfrijdende voertuigen wordt er veelal geredeneerd uit het vervangen van (een deel van) het huidige lijngebonden vervoernet. Afhankelijk van het serviceniveau kent de reiziger een hogere betalingsbereidheid. In hoofdstuk 4 wordt hier verder op ingegaan. Zo lang de bestuurder niet uit het voertuig gehaald kan worden, zullen toepassingen met zelfrijdende voertuigen naar verwachting niet rendabel zijn, en zullen daarmee de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen aanzienlijk vertragen. Daarmee is het al dan niet doorgaan van de "experimenteerwet" cruciaal in het bieden van een financieel aantrekkelijke oplossing. Daarnaast moeten de kosten voor het aanpassen van de infrastructuur niet over het hoofd worden gezien.

3. *Dilemma 3: Doelmatigheid van zelfrijdende voertuigen*

Zelfrijdende voertuigen zijn niet voor alles de "holy grail". Ze hebben een innovatief karakter en hebben potentiële eigenschappen die bij verder technologische ontwikkeling zeer gunstig kunnen zijn voor het inzetten voor diverse mobiliteitsvraagstukken. Echter dient er per toepassing beschouwd in welke mate zelfrijdende voertuigen nu al efficiënt ingezet kunnen worden. Vanuit business case perspectief is het bij lijngebonden toepassingen met kleine zelfrijdende shuttles balanceren tussen een slechte (lage vervoerwaarden) en een goede business case (hoge vervoerwaarden), waarbij bij de hoge vervoerwaarden andere lijngebonden modaliteiten een stuk efficiënter zijn. Daarom zou het vanuit de vervoerwaarde aanzienlijk aantrekkelijker zijn wanneer de flexibiliteit van zelfrijdende voertuigen wordt toegepast op een diffuse vervoervraag (Gemeente Den Haag, 2017) (Gemeente Leidschendam-Voorburg, 2017). Reguliere OV-concepten kunnen hier slechts een beperkt serviceniveau bieden. Echter om de volle potentie van deze toepassing volledig te kunnen benutten, stelt dit hogere eisen aan de mate van technologische ontwikkeling. Voertuigen moeten dan in staat zijn om op een groot deel van de infrastructuur te kunnen rijden. Dit vergt daarmee ook een grotere investering in het gereedmaken en onderhouden van de infrastructuur. En wordt de systeemcomplexiteit en de safety-case aanzienlijk vergroot in vergelijking met een overzichtelijke lijn. Hierdoor blijven de geplande toepassingen vooral nog in lijngebonden toepassingen hangen. Er liggen wel kansen bij de realisatie van nieuwe gebieden of grootschalige transformatie van bestaande gebieden waarbij ook het vervoerssysteem heringericht wordt. In deze gevallen kunnen de ruimtelijke kaders en randvoorwaarden gefaciliteerd worden welke gunstig zijn voor de inzet van een flexibel deur tot deur systeem.

4. *Dilemma 4: Regio vs. stedelijk gebied*

Tussen stedelijk en ruraal gebied verschillen de toepassing van zelfrijdende voertuigen wezenlijk in doelstellingen (Boersma, et al., 2018). In het stedelijk gebied worden voornamelijk pilots uitgevoerd met het oog op first & last mile bereikbaarheid, terwijl in meer landelijk gebied de uitdagingen vooral liggen op het bereikbaar houden van rurale en afgelegen kernen en voorzieningen. Dit betekent dat het soort voertuig en systeem per toepassing verschillend zal zijn en dat niet zomaar de toepassing van ene gebied toegepast kan worden in een ander gebied. Dit onderscheid zorgt ervoor dat voor iedere toepassing een gedegen

analyse en nieuw ontwerp moet worden gemaakt. De huidige systemen die beschikbaar zijn dekken maar een deel van de toepassingsgebieden af.

5. *Dilemma 5: Schaalsprong vs. pilots*

Om de geschetste toekomstbeelden ten aanzien van zelfrijdende voertuigen werkelijkheid te kunnen laten worden, is een schaalprong nodig in de toepassingen om deze schaalvoordelen te kunnen bewijzen. Anderzijds om een grootschalige toepassing te realiseren is een betaalbaar systeem nodig. Dit betekent dat iemand de "stoute schoenen moet aantrekken" om een toepassing te realiseren. Vanuit de landelijke overheid wordt dit initiatief veelal bij de marktpartijen neergelegd, terwijl de marktpartijen zich in een ontwikkelings- en start-up fase bevinden en weinig ruimte hebben om te investeren. Samen met de landelijk teruglopende mobiliteitsbudgetten remt dit de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen af en lijkt een schaalprong voorlopig nog niet aanstaande. De beste kans om de schaalprong op weg te helpen zou een gebiedstransformatie zijn waar een compleet nieuw mobiliteitssysteem vormgegeven kan worden.

4. Wat wil de reiziger?

Een van de belangrijkste onderdelen uit de systeemdriehoek van zelfrijdende voertuigen zijn de eindgebruikers. In de bewonersenquête van het haalbaarheidsonderzoek automatisch vervoer in Leidschendam-Voorburg (Gemeente Leidschendam-Voorburg, 2017) zijn 240 inwoners van de Gemeente Leidschendam-Voorburg uitgevraagd in welke mate men bekend is met zelfrijdende voertuigen, de acceptatie, gebruik en betalingsbereidheid. Voorgaande aspecten zijn in drie scenario's uitgevraagd in de enquête om zo een beeld te krijgen van de attitudes van de inwoners.

De uitgevraagde scenario's waren:

1. Welke vervoerkeuze maakt men in de huidige situatie en met welk motief?;
2. Welke vervoerkeuze maakt men in de situatie wanneer lijngebonden OV wordt uitgevoerd met zelfrijdende voertuigen;
3. Welke vervoerkeuze maakt men in de situatie wanneer deur tot deur vervoer wordt aangeboden op de first & last mile?.

De resultaten van ieder scenario zijn uitgezet tegen het huidige OV gebruik.

Gemiddeld is een kleine meerderheid (54%) van de respondenten in meer of mindere mate bekend met het fenomeen zelfrijdende voertuigen. 83% van de respondenten gaf te kennen onder nader te definiëren voorwaarden bereid te zijn gebruik te maken van de zelfrijdende voertuigen. Voornaamste redenen om geen gebruik te maken zijn: gevoel van onveiligheid, beschikking over eigen vervoer wat beter in de behoefte voorziet en privacy. De voorwaarden waaronder de respondenten wel gebruik zouden maken zijn wederom veiligheid (69%), eenvoudig en eenduidigheid (50%), het moet de snelste optie zijn (36%), zitplaatsgarantie (35%), het moet de goedkoopste optie zijn (30%), 11% wil een steward aan boord en 8% geeft aan overige randvoorwaarden te hebben.

Binnen de scenario's 2 en 3 was een significante toename in het gebruik van zelfrijdende voertuigen zichtbaar. In scenario 2 bleek uit de resultaten van de enquête een lichte toename van ca. 14% in het aantal ritten dat de respondenten zouden maken, een zogenaamd "imago effect" aangezien het bedieningsniveau hetzelfde is gebleken.

Wanneer de vaste lijnvoering en bediening worden losgelaten en er dus flexibel first & last mile vervoer ontstaat, zou er op basis van de resultaten een toename van ca. 50% zichtbaar zijn. De verwachte invloed op het woon-werkverkeer van zelfrijdende voertuigen met een vast traject (scenario 2) is klein. Het aantal ritten stijgt met ca. 9%. Wanneer zelfrijdende busjes met een gekozen vertrekplaats en bestemming hun intrede doen, stijgt het verwachte aandeel aanzienlijk met 57%. Ongeacht de waarde van de toename en de waarde van het imago effect kan men hieruit opmaken dat de het totale OV-systeem een stuk aantrekkelijker wordt bij het bieden van een flexibel, toegankelijk, deur tot deur OV-systeem. Een interessante waarneming is dat de bereidheid onder 65+ inwoners over het algemeen hoger is in vergelijking met de andere leeftijdscategorieën

De meeste respondenten willen voor zelfrijdend vervoer (scenario 2) hetzelfde betalen als voor het reguliere openbaar vervoer (scenario 1). Afhankelijk van de leeftijd is 10%-40% van de respondenten bereid om meer betalen voor het bedieningsniveau uit scenario 3. Waarbij de betalingsbereidheid in de leeftijdscategorie 15-34 het sterkste is gestegen, opgevolgd door de categorie 35-64 en als laatste 65+.

In het algemeen kan men concluderen dat de hedendaagse reiziger, in deze studie gerepresenteerd door de inwoners van Leidschendam-Voorburg, in beginsel positief staat tegenover zelfrijdende voertuigen. Ondanks dat er een nipte meerderheid aangeeft bekend ermee te zijn. Echter heeft de hedendaagse reiziger een aantal randvoorwaarden aangegeven welke gegarandeerd moeten zijn alvorens er gebruik van te gaan maken. Het al dan niet voldoen aan deze randvoorwaarden is cruciaal in de uiteindelijke haalbaarheid en succes van een systeem. Als er niet aan wordt voldaan trekt het systeem te weinig reizigers en beperkt dit de financiële haalbaarheid aanzienlijk. Deze randvoorwaarden vloeien veelal voort uit het technisch functioneren van een systeem van zelfrijdende voertuigen, en juist daarom is het sterk van belang de hedendaagse reiziger in de ontwikkeling mee te nemen en niet enkel op technologische ontwikkeling en demonstraties te focussen zonder dat het effect op toekomstig gebruik voldoende duidelijk zijn.

5. Ontwikkellijn voor het toepassen van zelfrijdende voertuigen

Als overheid zou het mobiliteitsbeleid in stedelijke regio's gericht moeten zijn op tenminste een vijftal randvoorwaarden (van Oort, et al., 2017). Zij bieden een raamwerk waarin de doelmatigheid van stedelijke mobiliteitsoplossingen beschouwd kan worden.



figuur 6: 5E's. (van Oort, et al., 2017)

Op basis van het bovenstaand raamwerk zou het inzetten van zelfrijdende voertuigen volgens een aantal opvolgende stappen moeten worden beschouwd.

1. *Bijdrage vervoersprobleem of -uitdaging.*

De centrale vraag hierin is of zelfrijdende voertuigen daadwerkelijk een bijdrage leveren aan de oplossing van het vervoersprobleem of dat het juist nieuwe (grotere) problemen veroorzaakt. Hiermee wordt voorkomen dat zelfrijdende voertuigen als een doel op zich worden ingezet zonder duidelijk toegevoegde waarde.

2. *Integratie met stedelijke en maatschappelijke doelen.*

De zelfrijdende voertuigen moeten een bijdrage leveren aan de stedelijke doelen (vb. leefbaarheid, toegankelijkheid). Deze dienen als belangrijke randvoorwaarden voor de inrichting van het zelfrijdende systeem. Voorbeelden van overwegingen hierin zijn of introductie van de zelfrijdende voertuigen geen negatief effect heeft op de doorstroming in de stad, of deelgebruik van voertuigen door de gemeente of stad gestimuleerd dient te worden, of het zelfrijdend systeem toegankelijk is en blijft voor alle doelgroepen en geen lagere inkomensklassen of minder mobiele bewoners uitsluit.

3. *Bepaling vervoerwaarde in aantallen.*

Een gedegen studie van de vervoerwaarde is onontbeerlijk om te bepalen of zelfrijdende voertuigen voor de first & last mile daadwerkelijk een oplossing bieden voor het vervoersprobleem. De haalbaarheidsstudie (Gemeente Den Haag, 2017) voor de Binckhorst in Den Haag laat duidelijk zien dat bij hoge vervoerwaarden een HOV-verbinding de enige vervoersmogelijkheid is die voldoende capaciteit biedt. Zelfrijdende shuttles blijken hier wel geschikt voor de verbinding tussen de voordeur van bedrijven en bewoners en de minder drukke stations gelegen in het gebied. Verder biedt het inzicht in de vervoerwaarde in aantallen een goede eerste indicatie voor de te verwachten reizigersinkomsten en daarmee de exploitatie- en financieringsmogelijkheden.

4. *Confrontatie ontwikkeling van ruimtelijke aspecten, technologie en verkeerssystemen.*

De zelfrijdende voertuigen en de verkeerskundige infrastructuur zijn nog volop in beweging. En verder zijn ruimtelijke en verkeerskundige aanpassingen nog veelal noodzakelijk om zelfrijdende voertuigen veilig de weg op te kunnen laten gaan. Ten slotte is de inzet van de huidige zelfrijdende systemen op de first & last mile nog beperkt tot gesloten of beperkt toegankelijke omgevingen. Enerzijds betreft het hier wettelijke beperkingen, anderzijds heeft dit te maken met de huidige status van de technologie. Elke stad of gemeente zal de elementen ruimte, verkeerskunde en technologie met elkaar moeten confronteren en bepalen waar de beste balans ligt tussen veiligheid, vervoerwaarde en geleverde kwaliteit voor reizigers. Dit laatste is in sterke mate afhankelijk van de snelheid waarmee het zelfrijdende voertuig kan opereren gegeven de wegsituaties waarmee de technologie moet omgaan.

5. *Bepaling (toekomstige) gebruikerswensen*

De potentiële gebruikers bepalen in belangrijke mate het succes van de toepassing. Verschillende modaliteiten vervullen de gebruikerswensen op verschillende manieren en zullen daardoor een belangrijke overweging zijn in de keuze van de modaliteit die de grootste toegevoegde waarde heeft in de ogen van de potentiële klant. Vragen die hierbij aan de orde moeten komen zijn onder andere: Wat zijn de (toekomstige) gebruikerswensen (in de directe omgeving)? Kan OV deze wensen vervullen? Of kan AV deze wensen vervullen? Of is er wellicht een beter alternatief of zijn er wellicht combinaties mogelijk? De vervoersknoop Rivium in Capelle aan den IJssel is hier een goed voorbeeld van waarbij deelfietsen, zelfrijdende shuttles, de deelauto en een watertaxi allen deel uitmaken van de strategie om de vervoersuitdaging in die omgeving aan te gaan met een optimale keuzevrijheid van forensen, bewoners en bezoekers. (Gemeente Capelle aan den IJssel, 2016)

6. *Overweging financieringsmodel*

De reizigersinkomsten die voortvloeien uit de vervoerwaarde in aantallen zijn een eerste overweging voor vervoerders om mee te doen in een consortium voor zelfrijdende voertuigen. Daarnaast zijn er verschillende andere overwegingen die vertaald kunnen worden naar financiële bijdrage dan wel inbreng anders dan of aanvullend op de gangbare concessiebijdragen vanuit het Rijk dan wel regio.

Veel zelfrijdende voertuigen die op dit moment rijden worden gefinancierd vanuit een imago-bijdrage. De overweging voor de investeerders is dat het zelfrijdend voertuig een bijdrage levert aan de uitstraling van een gebied om investeerders, bewoners dan wel bedrijven aan te trekken of het gebied te profileren in de wereld. De vraag die men potentiële investeerders hierbij stelt is hoeveel het imago-effect hen waard is in harde Euro's.

Een vergelijkbare aanpak kan toegepast worden voor onderzoeksgelden. Hoeveel is men bereid in te brengen om onderzoeksgelden aan te trekken dan wel binnen te halen? Door onderwijs- dan wel onderzoeksinstellingen te betrekken kan een deel van de financieringsbehoefte door hen gedekt worden.

Ten slotte staan we nog in een pril stadium van de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen. Partijen die nu aan de slag gaan of willen met zelfrijdende toepassingen zijn de "early adopters" en betaling daarom een innovatiepremiüm omdat schaalgrootte nog ontbreekt voor de aanbieders. De vraag die aan lokale, regionale, nationale en Europese overheidsinstellingen gesteld kan worden, is hoeveel zij kunnen bijdragen als innovatiebijdrage in het dekken van de financieringsbehoefte.

De uiteindelijke vraag is of door een optelling van deze financieringsbijdragen de financieringsbehoefte gedekt kan worden.

7. *Inpassing ruimtelijke transformaties*

Men hoeft niet direct aan de slag met zelfrijdende voertuigen. Zoals gezegd is het een innovatief traject met vele onzekerheden. De keuze om te wachten omdat het juiste moment om in uw gemeente aan de slag te gaan met zelfrijdende voertuigen (nog) niet is aangebroken, is een verstandige. Dat betekent niet dat we de ontwikkeling van zelfrijdend vervoer dan zo maar naast ons neer kunnen leggen. Bij ruimtelijke transformaties of nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen moeten we rekening houden met het creëren en waarborgen van de juiste randvoorwaarden om zelfrijdend vervoer te kunnen omarmen in de toekomst. Enerzijds betekent dit het stellen van de juiste stedelijke doelen die duidelijke

maatschappelijke randvoorwaarden stellen aan de toekomstige (markt-)toepassingen. Denk bijvoorbeeld aan de ride-sharing ondernemingen zoals Uber, Lyft en verschillende automotieve OEM's die grote stappen maken met de introductie van zelfrijdende vervoersconcepten. Anderzijds betreft dit de ruimtelijke aanpassingen zoals als supervisiesystemen en opwaardering van weginfrastructuur zodat we zelfrijdende voertuigen in goede banen kunnen leiden en sturen.

6. Conclusies & Aanbevelingen

Zelfrijdende voertuigen zijn een thema dat tot de verbeelding spreekt en waar veel ontwikkelingen op plaats vinden. En alhoewel de toegevoegde waarde en toepassingsmogelijkheden nog volop worden verkend en onderwerp in het maatschappelijk debat zijn, is een rijdende zelfrijdende toepassing in de gemeente voor bestuurders en besluitvormers een verleiding om daarmee de gemeente op de kaart te zetten. Maar wat nu als jouw wethouder een zelfrijdend voertuig wil? Uit dit artikel volgen enkele duidelijke richtlijnen en aanbevelingen.

Een eerste stap is om een goed na te denken over de impact op de omgeving. Zelfrijdende voertuigen staan niet op zich maar hebben een brede impact op allerlei ruimtelijke, sociale en maatschappelijke aspecten binnen de gemeente. Begin daarom met een schets van het vervoersprobleem en plaats dit direct in de maatschappelijke en stedelijke kaders en doelstellingen. Door een dergelijke aanpak wordt elk besluit omtrent zelfrijdende voertuigen in de juiste context afgewogen als tegenwicht tegen korte termijn en opportunistisch denken.

Ten tweede zijn zelfrijdende voertuigen slechts één modaliteit uit vele en kan men alle zelfrijdende voertuigsystemen niet zomaar op één hoop vegen. De juiste oplossing is een gedegen afweging van verschillende, al dan niet zelfrijdende, modaliteiten. Beleidsmakers en uitvoerende medewerkers zullen kritisch moeten zijn in de analyse en vraag of zelfrijdende daadwerkelijk past en toegevoegde waarde heeft. Zelfrijdende voertuigen lijken daarbij met name toegevoegde waarde te hebben in situaties met een diffuse vervoersvraag of als een extra service bij ziekenhuizen of bedrijfsterreinen. De 'lijnoplossing' (vast traject op de last mile) is daarentegen een zeer matige benutting van het potentieel van zelfrijdende voertuigen.

Ten derde gaan we veel verschillende zelfrijdende toepassingen zien. Sommige hiervan passen binnen het huidige OV-systeem, maar vele zullen hun eigen omgevingen creëren waar ze optimaal tot hun recht komen. Zelfrijdende voertuigen moeten daarom de ruimte krijgen zonder dat de randvoorwaarde van inpassing in het huidige OV-systeem de realisatie van de daadwerkelijke potentie in de weg staat.

Ten vierde is zelfrijdend een unieke kans, maar bepaalt de eindgebruiker en de omwonenden het succes van elke toepassing. Momenteel worden vele pilots en ontwikkelingen rondom zelfrijdend vervoer nog ingestoken vanuit een technisch perspectief. Hierin komt slechts mondjesmaat verandering. Het advies luidt daarom om de eindgebruiker bij elk proces en implementatie vroegtijdig te betrekken.

Ten slotte is de OV-Schaalsprong in de Randstedelijke gebieden een belangrijk thema. De ontwikkeling van vraag en aanbod gaan hierbij hand in hand; zonder aanbod zal de vraag zich niet kunnen ontwikkelen en zonder vraag is er sprake van dure overcapaciteit. De

laatste jaren is en wordt veel geïnvesteerd in de ontwikkeling van de aanbodzijde met onder andere de uitbreiding van het spoor en intensivering van verbindingen. Om het OV-systeem ook daadwerkelijk aantrekkelijk te maken voor reizigers en tegelijkertijd competitief als alternatief ten opzichte van de auto, zal het OV goede van deur tot deur verbindingen moeten gaan realiseren. Zelfrijdende last mile toepassingen zijn hierbij onontbeerlijk om een optimale bereikbaarheid, betaalbaar systeem en inclusiviteit te garanderen.

Bronvermelding:

Arcadis; TNO, 2018. *Impactstudie Autonome Voertuigen*, Amsterdam: Provincie Noord Holland.

Boersma, A., Scheltes, A. & van Oort, N., 2018. *Zelfrijdende voertuigen; kans of een bedreiging voor het ov in Nederland*. Amersfoort, Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.

Boston Consulting Group, 2016. *Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen*, Amsterdam: sn
Gemeente Capelle aan den IJssel, 2016. *Van Last Mile naar First Mile*, sl: Except.

Gemeente Den Haag, 2017. *De Binckhorst Innovatief Bereikbaar*, sl: sn

Gemeente Den Haag, 2017. *Schaalsprong Openbaar Vervoer Den Haag en Regio*, sl: sn

Gemeente Leidschendam-Voorburg, 2017. *Vervoerwaardestudie zelfrijdende voertuigen Leidschendam-Voorburg*, sl: sn

Gemeente Rotterdam, 2017. *Openbaar Vervoer als Drager van de Stad*, sl: sn

Goudappel Coffeng, 2018. *Smart Mobility Whitepaper*, Amsterdam: Goudappel Coffeng.

KiM, 2016. *Paden naar een Zelfrijdende Toekomst*, sl: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

KPMG, 2018. *Automated Vehicles Readiness Index*, sl: sn

KpVV CROW, 2015. *Kostenkengetallen regionaal openbaar vervoer*, sl: KpVV CROW.

Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, 2018. *Experimenteerwet zelfrijdende auto's*. Available at: https://www.eerstekamer.nl/wetsvoorstel/34838_experimenteerwet

MRDH, 2016. *Investeringspakket Automatisch Vervoer Last Mile*, sl: sn

National Center for Transit Research (NCTR), 2016. *Evaluation of Automated Vehicle Technology for Transit*, sl: NCTR.

Scheltes, A. & Correia, G., 2017. Exploring the use of automated vehicles as last mile connection of train trips through an agent-based simulation model: an application to Delft, Netherlands. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 2017(Special issue on Connected and Automated Vehicles).

UITP, 2017. *Policy brief: Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility.*, sl: UITP.

Van Arem, B. et al., 2015. Opportunities and challenges for automated vehicles in the Zuidvleugel.

Van Oort, N., van der Bijl, R. & Verhoof, F., 2017. *The wider benefits of high quality public transport for cities*. European Transport Conference , sn

