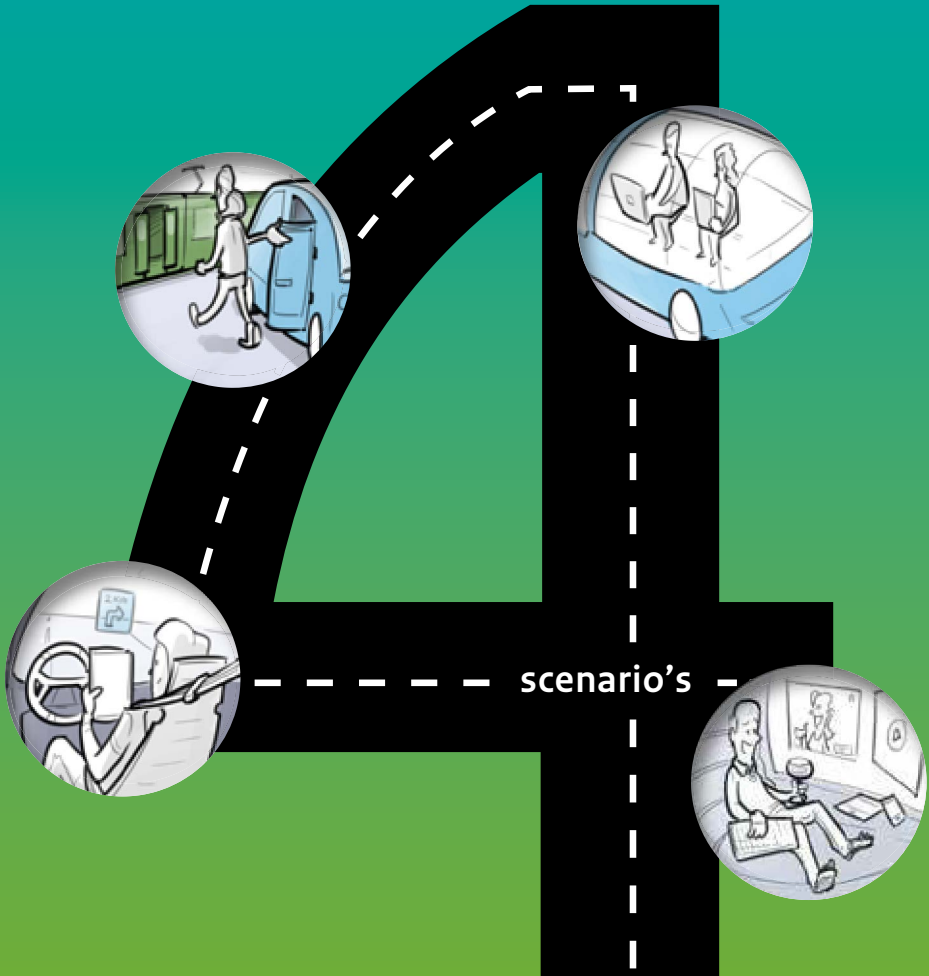




Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM

# Chauffeur aan het stuur?

Zelfrijdende voertuigen en het verkeer-  
en vervoersysteem van de toekomst



## 4 scenario's

Scenario's schetsen mogelijke verkeer- en vervoersystemen in de toekomst en brengen de voor- en nadelen in beeld.

**Scenario 1** Pag. 5

MOBILITY AS A SERVICE:  
ANY TIME, ANY PLACE

**Scenario 2** Pag. 13

FULLY AUTOMATED  
PRIVATE LUXURY

**Scenario 3** Pag. 21

LETTING GO  
ON HIGHWAYS

**Scenario 4** Pag. 29

MULTIMODAL AND  
SHARED AUTOMATION

Een auto die je zelf moet besturen? Misschien is dat over een tijd wel een hopeloos ouderwets idee. Al kunnen we ons daar nu nog nauwelijks een voorstelling van maken. Een auto is een auto, met een stuur, pedalen, versnellingen en een rijbewijs om ermee te mogen rijden. Maar nog niet eens zolang geleden konden mensen zich dáár geen voorstelling van maken. Zo zei de legendarische autofabrikant Henry Ford ooit: *'If I had asked people what they wanted, they would have said faster horses.'* Snellere paarden, dat was wat mensen wilden. Van een auto hadden ze immers nog nooit gehoord.

### Niet vanzelfsprekend

Als we naar de toekomst kijken, doen we dat automatisch vanuit ons huidige perspectief. Dat geldt dus ook voor vervoermiddelen, of dat nou een paard is of een 'gewone' auto. We weten niet beter of een auto moet je zelf besturen. Toch is dat niet zo vanzelfsprekend als het lijkt. De komst van de zelfrijdende auto – een auto die we niet meer zelf hoeven te besturen – kan ons beeld van een vervoermiddel radicaal veranderen. Maar hoe werkt zo'n zelfrijdende auto eigenlijk? Is de techniek al zover? En niet te vergeten: zitten mensen eigenlijk wel te wachten op zelfrijdende voertuigen?

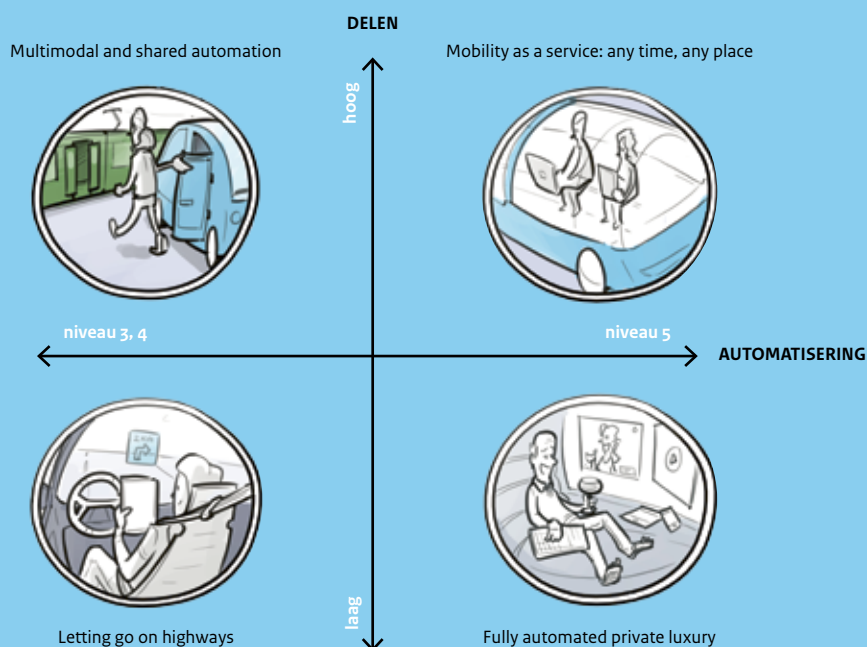
### Toekomstscenario's

Het vervoermiddel van de toekomst is sterk afhankelijk van dat soort vragen. Daarom kijken we naar die toekomst vanuit verschillende mogelijke toekomstbeelden: scenario's. Technologische ontwikkelingen gaan razendsnel en de 'robotauto' kan er heel anders uitzien dan we nu denken. En misschien wordt de zelfrijdende auto ook wel een zelfrijdende deelauto. Dergelijke scenario's inspireren en helpen analisten en beleidsmakers om met onzekerheden om te gaan. Scenario's schetsen mogelijke verkeer- en vervoersystemen in de toekomst en brengen zo de voor- en nadelen in beeld. Daarnaast kunnen ze helpen om terug te redeneren en te kijken hoe bepaalde ontwikkelingen, gebeurtenissen en mogelijke (beleids)keuzes op de korte en middellange termijn de toekomst kunnen beïnvloeden.

## Over deze studie

In deze studie presenteert het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid vier verschillende scenario's voor een toekomstig verkeer- en vervoersysteem met zelfrijdende voertuigen. Daarbij kijken we expliciet naar de bredere maatschappelijke effecten: wat betekent zo'n systeem voor het gebruik van verschillende vervoerwijzen, en wat zijn de sociale, ruimtelijke en economische implicaties?

De scenario's in deze studie zijn het resultaat van exploratief en kwalitatief onderzoek. Eerst hebben we de belangrijkste onzekerheden in kaart gebracht en ingedeeld naar de mate van onzekerheid en de impact. Hierbij zijn twee onzekerheden maatgevend: het niveau van automatisering en de mate van delen van autobezit en -ritten. Daarna zijn de scenario's getoetst en bijgesteld in vier expertsessies met specialisten van kennisinstellingen, overheden en marktpartijen. Uiteindelijk zijn er vier scenario's gedefinieerd, die in dit document worden toegelicht.



## Niveau van automatisering

Wat bedoelen we precies met zelfrijdende of automatische voertuigen? De *Society of Automotive Engineers* onderscheidt zes niveaus, lopend van 'no automation' (niveau 0) tot 'full automation' (niveau 5). Bij full automation rijdt de auto volautomatisch op alle wegen en in elke situatie. De bestuurder is een passagier geworden en hoeft in geen enkele situatie zelf de controle over te nemen (dat is zelfs niet mogelijk).

De tussenliggende niveaus kenmerken zich door een toenemende automatisering. In niveau 1 en 2 houdt de bestuurder zelf de omgeving in de gaten, terwijl de techniek dit vanaf niveau 3 (conditional automation) overneemt. Als de bestuurder in bepaalde omgevingen, zoals op de snelweg of in een parkeergarage, helemaal niet meer als 'back-up' nodig is, dan wordt gesproken over niveau 4 (high automation).

Niveau	Aanduiding	Voorbeeld
<i>Menselijke bestuurder monitort de rijomgeving</i>		
0	No automation	Lane Departure Warning
1	Driver assistance	Adaptive Cruise Control
2	Partial automation	Parking Assistance
<i>Het automatische systeem monitort de rijomgeving</i>		
3	Conditional automation	Highway Chauffeur
4	High automation	Parking Garage Pilot
5	Full automation	Robot Taxi

## Deeleconomie

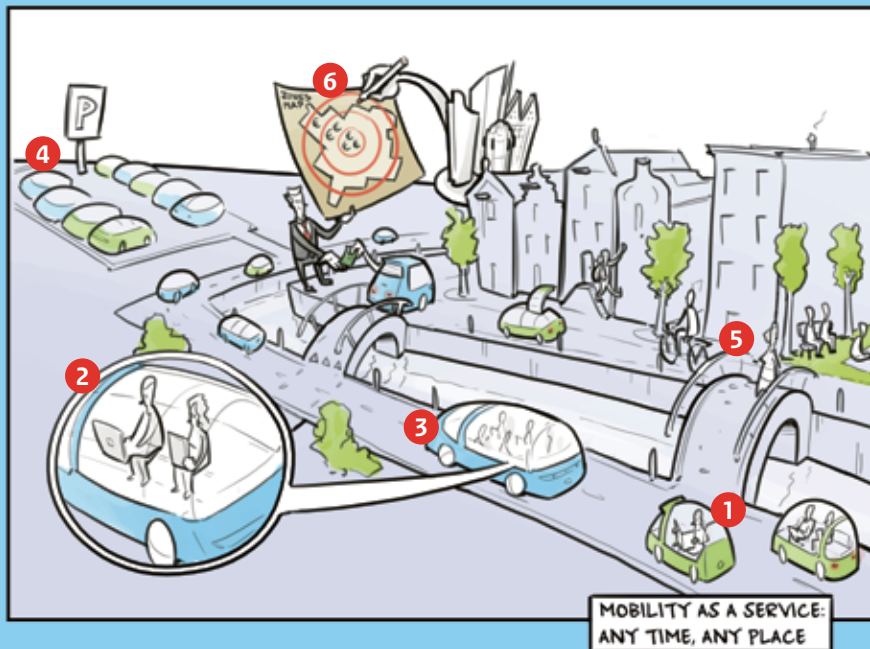
Een auto staat een groot deel van de dag ongebruikt stil. Er is sprake van inefficiënt gebruik en van een grote overcapaciteit. Dat geldt overigens niet alleen voor auto's, maar ook voor veel andere private goederen, zoals gereedschap, een caravan of een partytent. Deze ongebruikte capaciteit ligt ten grondslag aan de deeleconomie, waarin online platformen worden ontwikkeld die het delen, vaak tegen een financiële vergoeding, mogelijk maken.

Het delen van auto's is in opkomst. Wereldwijd waren er in 2014 zo'n 5 miljoen autodelers en meer dan 100.000 deelauto's. Dit is nog marginaal, maar gegeven de groei in het aantal gebruikers en in het aantal providers van deelauto's, kan het belang toenemen. Daarbij zijn twee vormen van delen te onderscheiden: het delen van een auto en het delen van autoritten (met meerdere mensen tegelijk in een auto zitten).

# Scenario 1

## Mobility as a service: any time, any place

In dit eerste scenario wordt ervan uitgegaan dat de technologie zich tot een hoog niveau ontwikkelt en dat consumenten in hoge mate bereid zijn hun vervoermiddel te delen. Mobiliteit wordt een dienst en zelfrijdende auto's zijn altijd en overal beschikbaar.



- Deur tot deur reizen via automatische taxibots (1)
- De deeleconomie floreert (bezit en ritten) (2)
- Traditioneel ov grotendeels verdwenen (3)
- Voertuigen parkeren zelf buiten stad (4)
- Fietsen en lopen populair (5)
- Prijs/km binnen stad neemt toe (6)

## Stuurloos door het leven

**G**eorge had tijdens de rit naar zijn werk alle tijd om te mijmeren over vroeger. Om 08:00 uur was de robotbus voorgereden en het enige wat hij hoefde te doen was instappen op de afgesproken plek en zijn gereserveerde plaats innemen. Ach, hij kon zich de tijd nog herinneren dat je werkelijk alles zelf moest doen: sturen, schakelen en je aandacht bij de weg houden. George kon het zich bijna niet meer voorstellen, maar ooit had hij een eigen auto gehad. Een duur en onveilig ding dat je zelf moest schoonmaken en onderhouden. Gelukkig kon hij na verloop van tijd overstappen op een deelauto, dat was al een hele verbetering. Maar de techniek stond niet stil. Nadat de eerste robotauto's op de markt waren gekomen kwamen daar al snel robotbusjes bij. De voertuigen waren volledig geautomatiseerd, bleken feilloos de weg te weten en ze maakten geen verkeersongelukken. Je kon er lezen, werken, slapen of met je kinderen spelen en verder werd alles voor je geregeld. Voordat je het wist was je op je bestemming. Nee, George was meer dan tevreden met de robotbus die hij met anderen deelde. Het aangename achtergrondmuziekje stopte en bracht hem terug in de realiteit. Hij had zijn bestemming bereikt.

## Algemeen beeld

### De auto als butler

De auto-industrie en ICT-bedrijven hebben de handen ineen geslagen en hebben sterk ingezet op automatisering. De technologie heeft zich tot een hoog niveau ontwikkeld. Auto's kunnen voortaan zelfstandig hun weg vinden. De consument staat positief tegenover deze ontwikkeling. De auto is een butler die je al het werk uit handen neemt. Gediensig rijdt hij voor en even gediensig word je op je bestemming afgeleverd. De overheid vindt het uit oogpunt van milieu en verkeersveiligheid een gunstige ontwikkeling. Beleid en regels zijn aangepast zodat het zelfrijdende voertuig ruim baan krijgt.

### Eerlijk zullen we alles delen

Vanaf 1990 was het delen van auto's in Nederland in opkomst. Na een aarzelende start nam het een hoge vlucht. Nu bezitten sommige mensen nog wel een auto, maar de meesten kiezen ervoor een auto te delen. Het scheelt immers enorm in de kosten en, ook niet onbelangrijk, de leefbaarheid van steden gaat er flink op vooruit. Het delen levert een belangrijke bijdrage aan een duurzaam milieu en om die reden worden niet alleen auto's, maar ook veel ritten gedeeld. Je hoeft geen auto meer te bezitten om je op een gemakkelijke manier te verplaatsen. Er zijn grote wagenparkbezitters ontstaan, die auto's beheren en reisdiensten aanbieden. Je kunt van verschillende varianten gebruikmaken: er zijn auto's en busjes in alle soorten en

maten. Mobiliteit is een dienst geworden en de markt levert voor elk wat wils. Je digitale reisassistent regelt alles en biedt meerdere opties aan. Soms wil je immers privacy en betaal je liever wat meer om alleen te reizen en soms vind je het juist gezellig om een rit met anderen te delen, wat ook voor lagere kosten zorgt. Op drukke tijdstippen is rijden daarnaast duurder dan op rustige momenten.

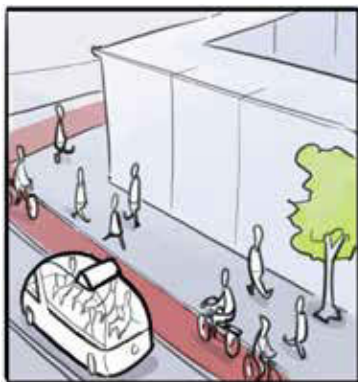
### Leefbare steden

Reizen is zo wel heel erg gemakkelijk geworden en dat kan tot extra ritten leiden. De overheid wil niet dat het systeem aan zijn eigen succes ten onder gaat en heeft ingezet op het behoud van leefbare steden. De zelfrijdende auto mag niet overal komen. De stad is ingedeeld in zones en wie het centrum in wil moet daar meer voor betalen. De stad moet groen blijven en leefbare binnensteden met fietsende en lopende mensen genieten de voorkeur.

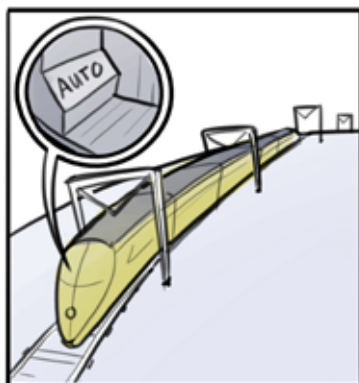
## Andere vervoerwijzen

### Afscheid van bus en tram

Lokaal openbaar vervoer zoals we dat vroeger kenden, met tram en bus, bestaat grotendeels niet meer. Auto, openbaar vervoer, taxi en belbus zijn gesmolten. Vooral in de stad reis je met *people movers* van deur tot deur. Tegelijkertijd zijn veel mensen ervan doordrongen dat een gezonde leefstijl belangrijk is en kiezen, wanneer enigszins mogelijk, voor lopen en fietsen. Dit wordt gefaciliteerd door volop fiets- en voetpaden in de stad.



Voor de langere afstanden bestaan nog treinen en op drukke trajecten in grote steden rijden metro's. Deze hebben geen bestuurder, en zijn goedkoop en snel. Het centraal gelegen station is goed bereikbaar. In je eentje per auto reizen en korte ritjes worden ontmoedigd door hogere tarieven. Zo blijft de binnenstad bereikbaar en leefbaar.



### Zelfrijdende pakketjes in het goederenvervoer

Goederen worden met zelfrijdende vrachtwagens verplaatst. Cabines voor een chauffeur zijn niet meer nodig. De goederen worden naar de rand van de stad gebracht. Daar worden ze overgeladen en geautomatiseerd afgeleverd.

## Maatschappelijke gevolgen

**Mobiliteit als dienst heeft allerlei effecten op terreinen als veiligheid, sociale samenhang, ruimtelijke ordening, milieu en economie.**

### Verkeersveiligheid:

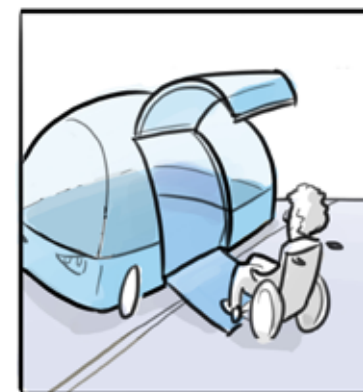
#### 'Kijk mama, zonder handen!'

Doordat de zelfrijdende auto bomvol technologische snufjes zit, is de verkeersveiligheid sterk verbeterd. We zijn nu immers niet meer afhankelijk van chauffeurs die op allerlei manieren worden afgeleid (door de verhalen van een medepassagier, een navigatiesysteem of berichten die binnenkomen op een mobiele telefoon). Ook bestuurders die zich van God noch gebod iets aantrekken zijn verleden tijd. De techniek neemt het allemaal over en doet het werk ('Kijk mama, zonder handen!'). Ook aan andere vormen van veiligheid is gedacht. Zo is het systeem beveiligd tegen hackers. Alle cyberaanvallen mislukken en de consument heeft dan ook alle vertrouwen in de nieuwe technologie.



### Iedereen binnenboord

De zelfrijdende auto heeft nieuwe groepen reizigers aangeboord. Mensen met een handicap, zoals blinden of slechtzienden, en kinderen en ouderen kunnen of mogen geen auto besturen maar dat is in dit *Mobility as a service*-scenario geen enkel probleem. Mensen hoeven niet meer naar haltes te lopen omdat de robotauto of robotbus iedereen voor de deur, of een andere handige plek, ophaalt.



### Ruimtelijke ontwikkeling: van hot naar her

Steeds meer mensen, en vooral jongeren, zijn naar de stad getrokken. Dat is niet zo gek, want steden zijn steeds aantrekkelijker geworden. Binnensteden bruisen en kennen allerlei voorzieningen (cafés, restaurants en theaters) waar mensen elkaar ontmoeten. Door het gemak dat de zelfrijdende deelauto's en *people movers* bieden, kan de stad op allerlei manieren worden doorkruist en zijn afgelegen delen van de stad makkelijk te bereiken. In buitenwijken zijn ritjes



relatief goedkoper dan in de binnenstad en door de goede bereikbaarheid zijn voorzieningen daar opgebloeid. Steden zijn echter nog steeds compact met een duidelijk stadshart.

Het platteland is alleen maar beter bereikbaar geworden door de zelfrijdende auto, helemaal voor mensen met een handicap, ouderen en kinderen. Ze zijn minder afhankelijk van anderen, omdat de zelfrijdende deelauto hen gemakkelijk overal naartoe brengt. Ook de automatisering van het goederenvervoer heeft de leefbaarheid en bereikbaarheid van het platteland verder verbeterd. Boodschappen en andere pakketjes worden automatisch en goedkoop aan de deur afgeleverd. Waar in en rond steden vanwege de schaalgrote grote wagenparkbezitters zijn ontstaan, wordt op het platteland ook gedeeld tussen particulieren onderling ('peer-to-peer').



Omdat steeds minder mensen een auto bezitten zijn er steeds minder parkeerplekken nodig. Dat komt ook doordat de zelfrijdende auto's en zelfrijdende busjes intensief worden gebruikt. Vroeger, in de tijd van het privébezit, stonden auto's het merendeel van de tijd alleen maar ruimte in te nemen. Nu worden ze intensief gebruikt en rijden ze vooral rond. Als ze niet rijden (bijvoorbeeld 's nachts) worden ze op straat geparkeerd en vooral op parkeerterreinen aan de rand van de stad of het dorp. Zo komt er vooral in de stad heel wat ruimte vrij. Ruimte die benut kan worden voor groenvoorzieningen, moestuintjes, speelplaatsen en fietspaden.

### Schoon, schoner, schoonst

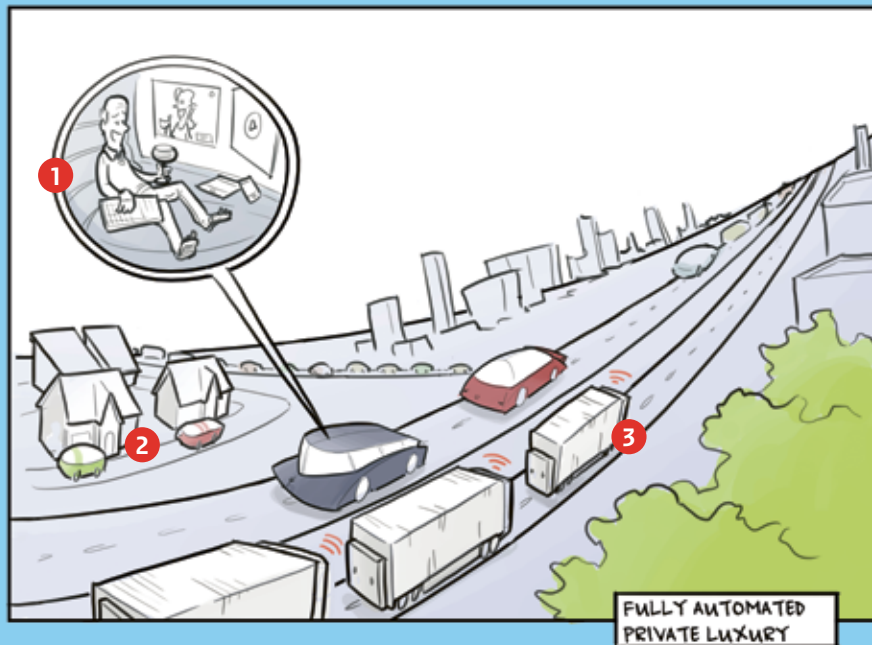
De auto's worden intensief gebruikt en maken jaarlijks heel wat kilometers. Daardoor zijn ze sneller afgeschreven en aan vervanging toe. Het wagenpark wordt regelmatig ververs met auto's vol met *state of the art*-technologie. De nieuwe en schone auto's hebben positieve gevolgen voor het milieu. Daar komt nog bij dat ze steeds lichter worden. Allerlei veiligheidsvoorzieningen (de kooiconstructie, airbags) zijn immers niet meer nodig. Dit verlaagt het gewicht van de auto.

### Verdiene aan mobiliteit

De autofabrikanten hebben het roer radicaal omgegooid. Ze mikken niet meer op het verkopen van zoveel mogelijk auto's, maar richten zich op mobiliteit als dienst. De auto-industrie verdient haar geld vooral met het aanbieden van mobiliteit. Natuurlijk zijn er nog steeds auto's en busjes nodig maar die worden nog maar mondjesmaat verkocht aan privé-personen. Nu is er vooral behoefte aan *people movers*. De fabrikanten gaan daarbij de strijd aan met nieuwe toetreders, zoals Apple en Google. Ook de beroepenstructuur past zich aan. Een aantal banen in de verkeer- en vervoerssector is in de loop van de tijd veranderd of vervangen door banen elders in de economie.

## Scenario 2

### Fully automated private luxury



In het tweede scenario hechten consumenten sterk aan het bezit van een eigen auto. In de auto is de technologie tot een hoog niveau ontwikkeld.

- 'Fully connected' cocon, zonder stuur (1)
- Delen alleen binnen huishouden
- Traditioneel of grotendeels verdwenen
- Uber-achtig systeem voor mensen zonder auto
- Auto's staan voor de deur (2)
- Mensen kopen hun auto's bij autodealers
- Platoons op snelweg; geen cabine/chauffeur (3)



# Fully automated Google i-Car Special

**J**an was altijd al een autoliefhebber geweest, maar de laatste jaren kon hij helemaal van zijn vervoermiddel genieten. Zijn laatste aanschaf was een 'Fully automated Google i-Car Special' en de burens hadden hun ogen uitgekeken. De auto had een klein vermogen gekost, maar Jan was er meer dan tevreden mee. Hij kon enorm genieten van alle technologische snuffjes. Het dashboard was nu één grote display waarop je alle ins en outs van de auto kon zien. Niet alleen zag de auto er geweldig uit, je kon er ook werkelijk alles in doen wat je maar wilde. 's Ochtends, op weg naar je werk, vast wat stukken doornemen was geen enkel probleem. Ook gebruikte hij de auto samen met zijn vrouw regelmatig voor vakanties. Ze maakten van de stoel een bed en reden dan bij voorkeur 's nachts naar hun bestemming. Het grote verschil met vroeger: je kwam niet meer gebroken aan. Jan moest er niet aan denken deze 'techniek op wielen' met anderen te delen. Nou ja, zijn dochter mocht er natuurlijk in rijden, maar verder, nee. Wel droomde hij al van de nieuwste 'Google i-Car Royal de Luxe', die wilde hij binnenkort toch eens laten voorrijden voor een proefrit.

## Algemeen beeld

### Van mij!

Consumenten vinden de zelfrijdende auto een geweldige uitvinding. Zelfs zo geweldig dat ze de auto helemaal voor zichzelf en hun gezin willen hebben. Natuurlijk zijn sommigen wel bereid om hun auto met anderen te delen, maar zij vormen een minderheid. Ook het delen van ritten kan op weinig enthousiasme rekenen. Want wat is er nu mooier dan je verplaatsen zonder dat je last hebt van medereizigers (die naar harde muziek luisteren, onaangename geuren verspreiden of, het ergste van allemaal, 'gezellig' een praatje met je willen maken)? De zelfrijdende auto is voorzien van allerlei snuffjes en volledig toegesneden op de wensen van de eigenaar. De auto is, net als vroeger, in allerlei soorten, maten, kleuren en prijsklassen verkrijgbaar. De robotauto wordt nog steeds voor de deur geparkeerd en is een ideaal hulpmiddel om je burens de ogen mee uit te steken. De auto blijft een statussymbool.

### Lekker doen waar je zin in hebt

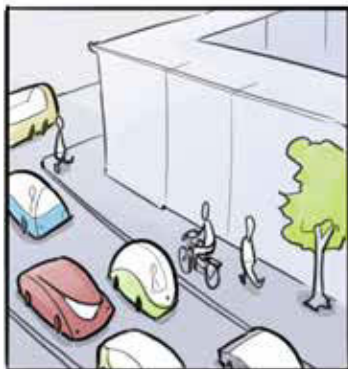
De zelfrijdende auto biedt nieuwe mogelijkheden. Wie na een lange werkdag 'vanzelf' naar huis rijdt, kan zichzelf een glaasje inschenken, een film kijken of een dutje doen. De stoelen in de auto zijn met een eenvoudige ingreep om te toveren tot een comfortabel bed. Thuis zien ze waar de auto zich bevindt en wanneer vader of moeder (uitgerust) arriveert.

Natuurlijk wordt de robotauto wel gedeeld, maar dan binnen de familie en een kleine kring van vrienden. Wanneer vader of moeder op het werk is aangekomen, rijdt de auto terug naar huis waar andere gezinsleden er weer gebruik van kunnen maken.

## Andere vervoerwijzen

### Miljoenen tweede huisjes

In een ver verleden zaten er heel wat mensen in tram, metro en trein. Ook toen werd je gereden en kwam je vanzelf op je bestemming. Tijdens je reis kon je iets leuks of nuttigs doen. Een paar troeven die het openbaar vervoer daarmee in handen had, heeft de auto nu ook. Openbaar vervoer zoals we dat vroeger kenden, bestaat dan ook niet meer. Omdat niet iedereen zich een luxe robotauto kan veroorloven, zijn er nog wel een paar vormen van collectief vervoer. Zo rijden er zelfrijdende busjes rond, die mensen op afroep kunnen laten voorrijden. Voor de langere afstanden zijn er nog bestuurderloze treinen en op enkele drukke trajecten in grote steden rijden automatische metro's.



De zelfrijdende auto biedt heel veel gemak. Zelfs zo veel dat we de fiets wat vaker laten staan en minder lopen. In de robotauto zitten we immers droog en hebben we alles bij de hand. Het is een rijdend tweede huis zowel voor binnen als buiten de stad. Binnen de stad krijgt de zelfrijdende auto volop de ruimte.



### Zelfrijdende pakketjes in het goederenvervoer over de weg

Goederen worden net als in het scenario 'Mobility as a service: any time, any place' met zelfrijdende vrachtwagens of containers verplaatst. Cabines voor een chauffeur zijn niet meer nodig. De goederen worden naar de rand van de stad gebracht, overgeladen en volledig geautomatiseerd afgeleverd.

## Maatschappelijke gevolgen

**De 'geautomatiseerde luxe' raakt terreinen als verkeersveiligheid, ruimtelijke ontwikkeling, milieu en economie.**

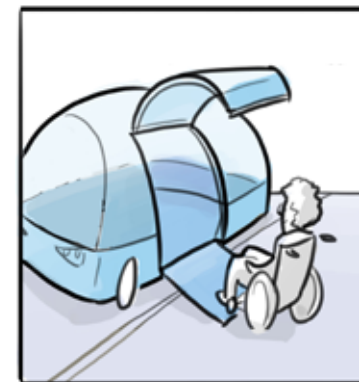
### Veilig in je beschermende cocon

De verkeersveiligheid is er met sprongen op vooruitgegaan en het aantal verkeersdoden en gewonden onder auto-inzittenden is tot vrijwel nul gedaald. Mensen maken nog steeds fouten, maar in het verkeer maakt dat niet meer uit. De technologie anticipeert op alle mogelijke verkeerssituaties, wordt nooit moe en is nooit afgeleid. Bovendien is het gelukt de technologie volledig af te schermen van hackers en ander gespuis.

### Ruimtelijke ontwikkeling: auto voor de deur als dat kan

Omdat iedereen wel zo'n rijdend tweede huis wil hebben, blijft het autobezit hoog. Ook omdat ouderen en minder validen zich nu weer met de auto kunnen verplaatsen. In een ver verleden deed je als tachtigjarige onder druk van je zoon of dochter je auto weg. Je reactiesnelheid ging immers achteruit en je zag het allemaal niet meer zo goed. Dat is met de zelfrijdende auto geen probleem meer. Ook al word je honderd, je houdt de auto zo lang als je wilt. Door deze ontwikkeling komen er tienduizenden auto's bij, maar er gaan ook auto's weg. De zelfrijdende auto kan immers meerdere familieleden bedienen. Een tweede of derde auto is daardoor minder vaak nodig. Toch blijft de parkeerdruk hoog en nemen de auto's veel ruimte in. Iedereen wil zicht

houden op zijn bezit en de auto pontificaal voor de deur hebben staan. Binnen de stad kan dit tot parkeerproblemen leiden. Dit wordt voorkomen door hogere parkeertarieven. Als het niet anders kan worden de auto's geparkeerd op goedkopere terreinen aan de rand van de stad.



Doordat het verplaatsen steeds gemakkelijker is geworden en mensen weinig ritten delen is de verkeersdruk in de stad aanvankelijk toegenomen. Als reactie hierop zijn sommige ondernemers uit de binnensteden weggetrokken. Iedereen kan immers makkelijk overal komen en ook in afgelegen delen van de stad kunnen voorzieningen (cafés, restaurants en theaters) een succes worden. En bezoekers kunnen daar ook nog eens makkelijker hun auto kwijt. De stad trekt nog steeds veel mensen om te wonen en werken. Binnen de stad zijn meerdere subcentra ontstaan waar mensen elkaar ontmoeten en hun inkopen doen.

Het platteland is beter bereikbaar geworden door de zelfrijdende auto. Door de luxe en comfort van je privé cocon, is een beperkte groep mensen op plekken gaan wonen die vroeger geen optie waren. Dit versterkt de levendigheid van het platteland. De kleine groep bewoners die geen auto heeft maakt gebruik van zelfrijdende deelauto's, die in beperkte mate beschikbaar zijn in kleinere woonkernen.



### Ach, een kilometertje meer of minder, wat maakt het uit?

Het milieu is er niet op vooruitgegaan. In de eerste plaats is de robotauto zo'n aantrekkelijk vervoermiddel dat er meer kilometers worden gemaakt. Zo hoef je de auto na een avondje stappen niet meer te laten staan. Ouderen kunnen zich met enige moeite nog de anti-alcoholcampagnes van de overheid voor de geest halen (was dat niet iets met 'BOB'?). Dergelijke campagnes zijn met de komst van de robotauto verleden tijd. Je kunt na een avondje uit met een gerust hart in je auto stappen. Ook al ben je zelf 'de weg kwijt', je auto is dat niet. In de tweede plaats wordt de robotauto niet optimaal benut. Wanneer vader of moeder op het werk is gearriveerd, rijdt de auto naar huis om beschikbaar te zijn voor de andere familieleden. Dit zijn echter 'nutteloze kilometers', tijdens de rit is de auto immers leeg. Gelukkig staat er wel iets tegenover. Door het gemak dat de auto's bieden, worden ze intensief gebruikt. Er wordt niet op een kilometertje meer of minder gekeken. Daardoor zijn ze eerder aan vervanging toe en komen schonere en innovatieve auto's sneller in het wagenpark, al gaat dit minder snel dan wanneer de auto's ook vaak gedeeld zouden worden. En er is nog een pluspunt: het gewicht van de auto's kan omlaag. De auto's zijn extreem veilig en daardoor zijn allerlei voorzieningen, zoals een zware kooiconstructie en airbags, niet meer nodig. Daar staat wel tegenover dat allerlei luxe extra's de auto weer zwaarder maken. Niet iedereen kan het betalen, maar luxe-uitvoeringen zijn

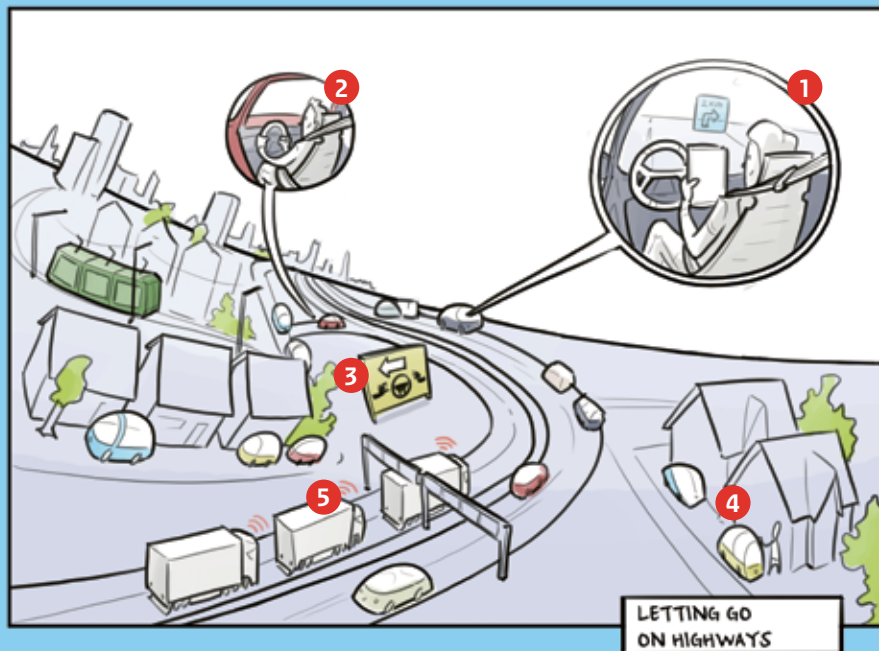
voorzien van 3D-beeldschermen, koelkastjes, espressomachines en alle andere dingen die bij een tweede huis horen.

### Verdiene aan de zelfrijdende auto

De auto-industrie floreert. Huishoudens willen een eigen auto. Er is weliswaar minder behoefte aan tweede of derde auto's, maar daar staat tegenover dat de eerste auto sneller aan vervanging toe is. Het gaat goed met de auto-industrie, maar de concurrentie is groot. Nieuwe partijen, zoals Google en Apple, zijn ook in de automarkt gestapt. Om de concurrentie een stap voor te blijven leven de autofabrikanten zich uit in het ontwikkelen van allerlei modellen. Daar zitten ook luxe statussymbolen bij, waar veel aan wordt verdiend. Autodealers blijven belangrijk. Er zijn nog voldoende showrooms waar de robotauto's in al hun glorie verleidelijk staan te glimmen, maar je kunt de auto's natuurlijk ook op internet bekijken. En wie een proefrit wil maken wordt door de auto van zijn keuze thuis opgehaald.

## Scenario 3

### Letting go on highways



In het derde scenario is de techniek minder ver ontwikkeld. In de drukke, onoverzichtelijke steden moeten automobilisten nog steeds zelf rijden. Een minderheid van de automobilisten is bereid een auto te delen. De meerderheid kiest voor het bezit van een eigen auto.

- 'Hands los' op snelweg (niveau 3/4) voor velen (1)
- 'Stuur in handen' in stad; wel ondersteunende systemen (niveau 1) (2)
- 'Transitiezone' nodig van snelweg naar stad (3)
- Automatisch inparkeren in parkeergarages
- Auto's staan voor deur (4)
- Platoons op snelweg; rustende chauffeur (5)

## ‘Moeite met loslaten’

**M**artje was blij met haar nieuwe auto. Het was haar vijfde en ze had de auto's stap voor stap zien veranderen. Aan het uiterlijk veranderde niet veel, maar ze werden wel steeds geavanceerder. Niet dat al die technologische vernieuwing haar zoveel interesseerde, maar dat de auto daardoor steeds veiliger werd, vond ze belangrijk. Het was een fijn idee dat ook de techniek een oogje in het zeil hield. Door de nieuwste snuffjes kon ze nu ook op de snelweg het stuur loslaten. Zelf deed ze dat liever niet, maar haar man had er geen enkele moeite mee. Die deed zijn ogen dicht en reed daarna uitgerust de stad in. Zelf had ze daar geen zin in. Ze was haar hele leven de auto de baas geweest en was niet van plan zich nu als een passieve prinses, wuivend naar andere automobilisten, te laten rondrijden.

Martje was gehecht aan haar auto. Die paar deelauto's in de straat vond ze prima, maar het was niets voor haar. Ze kon haar eigen auto makkelijk betalen en het ophalen van een deelauto betekende hoe dan ook gedoe. Bovendien moest ze er niet aan denken om in de viezigheid van een ander te gaan zitten. Je wist nooit wat je in zo'n auto zou aantreffen.

## Algemeen beeld

### Loslaten op de rijkswegen

Menigeen keek verwachtingsvol uit naar de komst van de zelfrijdende auto. Die hoge verwachtingen zijn echter maar ten dele ingelost. Veel mensen liepen niet bepaald warm voor de zelfrijdende auto. Ze vonden het een griezelig idee om zich zo over te leveren aan techniek. Is de technologie wel honderd procent betrouwbaar? Je gaat toch ook niet in een vliegtuig zitten zonder piloot? En deze zorg bleek niet geheel onterecht. Nieuw ontwikkelde en veilig veronderstelde systemen bleken aanvankelijk te 'hacken'. Hoewel door technische verbeteringen deze risico's uiteindelijk erg klein werden en het vertrouwen bij mensen toenam, geldt dat nog zeker niet voor alle mensen. Daarnaast vinden veel mensen het eigenhandig sturen ook gewoon leuk.

De beperkte acceptatie en interesse van consumenten heeft ervoor gezorgd dat de auto-industrie met enige terughoudendheid heeft geïnvesteerd in automatisering en in de verdere technische doorontwikkeling. Kregen ze volledig zelfrijdende auto's immers wel voldoende aan de man gebracht? Daarnaast bleken sommige andere problemen, zoals het automatisch manoeuvreren in het drukke stadsverkeer, minder makkelijk op te lossen dan gedacht. Menselijke besturing bleef en blijft daardoor in veel gevallen nodig.

Op de rijkswegen en provinciale wegen is, gefaciliteerd door de overheid, nog wel een relatief hoge mate van automatisering bereikt. Daar kan de chauffeur achterover leunen en het stuurwiel loslaten. Een significante minderheid van automobilisten houdt het stuur echter liever in eigen hand en kijkt de zelfrijdende kat uit de boom.

### Vasthouden in de stad

In de drukke steden is het nog steeds alle hens aan dek. Automobilisten moeten hier zelf rijden, maar krijgen wel allerlei ondersteunende informatie. Ze worden gewaarschuwd voor naderende obstakels en krijgen een seintje wanneer andere auto's, fietsers of voetgangers te dichtbij komen. Als het echt fout dreigt te gaan grijpt de auto in, bijvoorbeeld met een noodstop. Parkeren is geen probleem meer, dat doet de auto zelf. Ook op overzichtelijke plekken, zoals parkeergarages, kun je bij de ingang uit de auto stappen en zoekt de auto, mede ondersteund door real time parkeer-informatie, zelf een plek.



Er rijden deelauto's rond, maar het delen van auto's is geen groot succes geworden. Mensen hechten in overgrote meerderheid nog steeds aan een eigen auto. Het gemak van een eigen auto, hij staat altijd gewillig klaar, is onovertroffen. Bovendien is het een middel tot zelfexpressie. De auto laat zien wie je bent en wat je in het leven hebt bereikt.

## Andere vervoerwijzen

### Openbaar vervoer en fietsen: weinig nieuws onder de zon

In de stad vinden we het oude vertrouwde openbaar vervoer. Tram en metro vervullen nog altijd een belangrijke functie. Ook hier zijn echter technologische ontwikkelingen. Metro's en de meeste trams hebben geen bestuurder meer nodig, vanwege vrije banen. Bussen zijn nog in beperkte mate aanwezig. Deze houden wel een bestuurder, die op snelwegen het stuur kan loslaten. In de stad worden de buschauffeurs voorzien van bestuurderondersteunende systemen. De zelfrijdende auto heeft weinig invloed op het langzaam verkeer. De rol van de fiets is nauwelijks veranderd. Binnen de stad krijgt de auto nog volop de ruimte.

### 'Treintjes' van vrachtwagens

Op snelwegen kom je 'treintjes' van vrachtwagens tegen. Terwijl de chauffeurs uitrusten, rijden hun wagens 'geschakeld' naar hun bestemming en kunnen ze beperkt andere taken doen. De vrachtauto's rijden dicht op elkaar en nemen daardoor op de snelweg minder plek in. Net als bij personenauto's nemen de chauffeurs de besturing over wanneer de bebouwde kom wordt bereikt.





## Maatschappelijke gevolgen

Auto's worden relatief weinig gedeeld en de technologie in auto's is niet spectaculair ontwikkeld. Dit heeft gevolgen voor veiligheid, sociale samenhang, ruimtelijke ontwikkeling, milieu en economie.

### Verbeterde verkeersveiligheid

Ook al is er van een volledig zelfrijdende auto geen sprake, de techniek levert toch een belangrijke bijdrage aan het vergroten van de verkeersveiligheid. Vooral buiten de bebouwde kom, waar menselijke fouten eerder worden uitgesloten, neemt de verkeersveiligheid toe. Binnen de steden helpen ondersteunende systemen, zoals noodstop remsystemen, om veel ongelukken te voorkomen. Maar de techniek en het vertrouwen daarin zijn nog steeds niet zover dat kooiconstructies, airbags en gordels zijn verdwenen.



### Ruimtelijke ontwikkeling: transitie-zones

De trek naar de stad gaat onverminderd door. Vooral jongeren vinden er alles wat ze nodig hebben. Parkeren blijft een probleem omdat iedereen nog steeds een auto wil hebben. Zelfs een digitale parkeerassistent die helpt om snel een lege plek te vinden doet hier weinig aan. De auto's doen een flink beslag op de ruimte. Steden zijn een ideale plek om te wonen, maar doordat het rijden op de snelweg zoveel makkelijker gaat, trekken veel stedelingen regelmatig de stad uit voor recreatieve doeleinden. Daarnaast is het makkelijker geworden om te werken in een andere stad, omdat je minder vermoeid raakt door de rit.

De ruimte aan de rand van de stad wordt anders ingericht. Er komen transitie-zones. Automobilisten krijgen de ruimte om in alle rust om te schakelen van zelf rijden naar geautomatiseerd rijden en andersom. Automobilisten die de stad bereiken, krijgen waarschuwingssignalen (geluiden en trillingen in de stoel) dat de besturing moet worden overgenomen. Wanneer er niet wordt gereageerd, bijvoorbeeld omdat de chauffeur in diepe slaap is, parkeert de auto zichzelf op een plek in de transitie-zone.

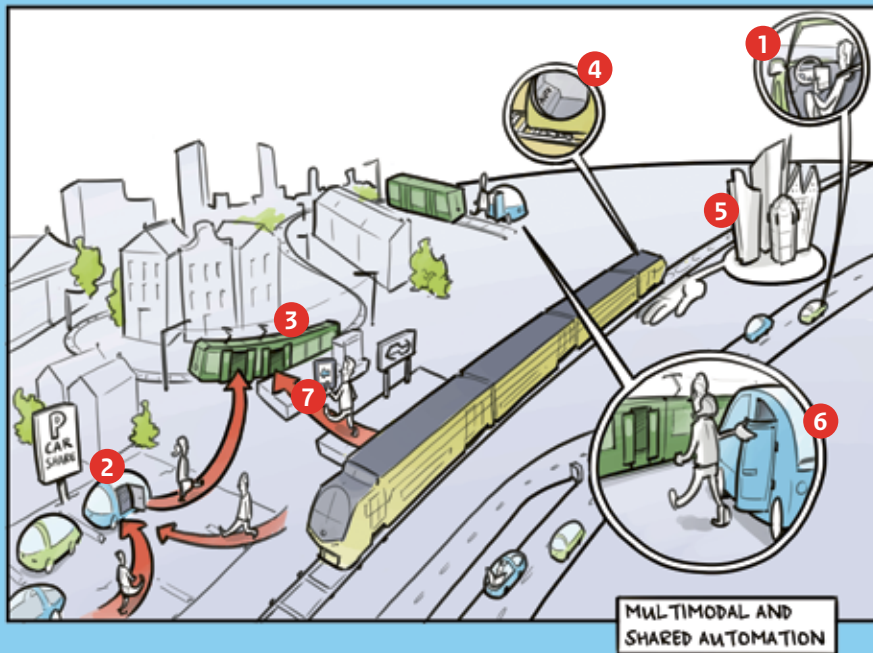
Verder buiten de stad en op het platteland zijn de veranderingen gering. Sommige landelijke gebieden zijn verder gekrompen. De achterblijvers bezitten meestal een auto. Bewoners die geen auto hebben kunnen gebruik maken van bussen. Op de drukkeren trajecten rijden deze volgens een dienstregeling. In dunner bevolkte gebieden rijden busjes afwisselende routes afhankelijk van de vraag. Vraag en aanbod worden op elkaar afgestemd via real time informatie.

### Milieu en economie: veel blijft bij het oude

De auto's van nu lijken nog steeds veel op de auto's van toen. Ook al zijn ze veiliger, hulpmiddelen als kooiconstructies en airbags zijn nog steeds aanwezig. Het gewicht van de auto's gaat daardoor niet omlaag en de milieuwinst is beperkt. De auto-industrie gaat op de oude voet voort en produceert nog steeds veel 'traditionele' auto's, ook al wordt aan de ondersteunende technologie wel het nodige verdiend. Omdat veel automobilisten terughoudend op de zelfrijdende auto reageren, wordt er mondjesmaat in de verdere ontwikkeling van de technologie geïnvesteerd.

# Scenario 4

## Multimodal and shared automation



Het delen van een auto is in het vierde scenario de gewoonste zaak van de wereld. Volledig geautomatiseerd rijden zit er niet in, de technologie is daarvoor niet ver genoeg ontwikkeld en het draagvlak te beperkt.

- 'Handen los' op snelweg (niveau 3/4) voor velen (1)
- Hoge mate van delen (autobezit en ritten) (2)
- OV is populair vanwege voorkeur voor delen (3)
- Treinen/trams/metro's zonder bestuurder en hoge frequentie (4)
- Overheid stimuleert grootschalig ov in stad (5)
- Efficiënte multimodale ritten en overstappen (6)
- Digitale reisassistent ondersteunt rit (7)

## ‘Deelauto’s in overvloed’

**P**auline was een van de eersten die zich in de deeleconomie stortte. In het begin werd ze wel eens raar aangekeken wanneer ze haar boormachine, huis en auto met anderen deelde. Het werd echter al snel gewoon. Nu kon ze bijvoorbeeld in haar straat al kiezen uit acht deelauto’s. Een deel van de auto’s werd aangeboden door organisaties en een deel door haar burens. Ze leende regelmatig een auto en deelde regelmatig een rit. Haar eigen auto had ze weggedaan. Ze had toestemming gekregen om op haar oude parkeerplek een volkstuin te beginnen. Dat bracht weer wat extra groen in de wijk. De deelauto had ze eigenlijk niet eens zoveel nodig. Pauline deed veel op de fiets en daar voelde ze zich goed bij. Ze voelde zich fit en hoefde zichzelf geen verwijten te maken over de vervuiling van het milieu. De deelauto had ze ook niet zo vaak nodig omdat er twee straten verder iedere drie minuten een superefficiënte tramlijn stopte met aansluitingen op metro en trein.

### Algemeen beeld

#### Beperkt vertrouwen in en acceptatie van technologie

In het scenario ‘Multimodal and shared automation’ is de techniek en acceptatie net als in het scenario ‘Letting go on highways’ tegen grenzen aangelopen. Op de rijks- en provinciale wegen kan de techniek het van de mens overnemen, in de drukke steden is dat een brug te ver.

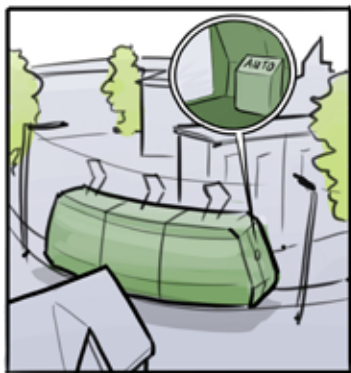
#### Mensen omarmen delen

Automobilisten zijn wel overtuigd van het nut van autodelen. Dit past in een bredere ontwikkeling: de deeleconomie floreert. Het is inmiddels de gewoonste zaak van de wereld om spullen en diensten met anderen te delen. Het levert geld op en het maakt de samenleving een stuk leefbaarder en duurzamer. Zo kent iedere straat wel een aantal deelauto’s. Deels worden ze door organisaties aangeboden, maar ook het onderling autodelen (burens onder elkaar) heeft een hoge vlucht genomen. Soms zit je alleen in zo’n auto, soms met anderen (ook ritten worden gedeeld) en soms pikt een taxichauffeur, geholpen door technologie, mensen op die dezelfde kant op moeten. Wie de stad uit wil kan ook naar de trein worden gebracht.

## Andere vervoerwijzen

### Iedereen heeft elk vervoermiddel even lief

De automatisering slaat vooral toe in het openbaar vervoer. Bussen zijn nog in beperkte mate aanwezig en houden een chauffeur. Trein, tram en metro rijden op aparte trajecten zonder machinist of bestuurder. De informatie- en communicatietechnologie en de lagere kosten doordat een bestuurder niet meer nodig is maken het mogelijk dat er in hogere frequenties wordt gereden. Dat maakt het hoogwaardige openbaar vervoer voor veel mensen interessant. Het ov is, zeker in de stad, dan ook een grote concurrent van de deelauto. Daar komt bij dat de ICT het reizen optimaal faciliteert. Iedereen heeft een digitale reisassistent die het overstappen wel heel erg makkelijk maakt. Door de hoge frequentie waarmee het openbaar vervoer rijdt behoort wachten tot het verleden. Je rolt vanzelf van trein in tram of van fiets in metro.



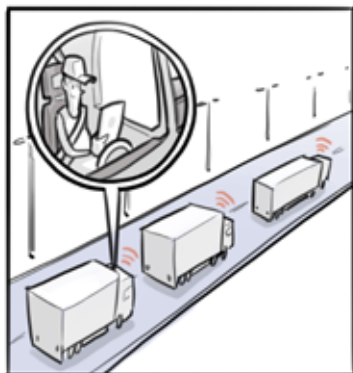
Ov-sceptici zijn er steeds minder. Mensen kiezen gewoon het vervoermiddel dat het meest efficiënt is, of dat nu de fiets, de deelauto of de metro is.

### Gezonde vervoerwijzen en multimodale ritjes

De aandacht voor leefbaarheid en duurzaamheid gaat gepaard met een voorkeur voor een gezonde leefstijl. In de stad verplaatsen veel mensen zich lopend of kiezen ze voor de fiets (en wanneer de reisassistent laat zien dat het handig is: soms een stukje met het openbaar vervoer). Buiten de steden is veel bij het oude gebleven. Tussen de steden blijft de trein (al is het zonder machinist) een belangrijke verbindende schakel.

### 'Treintjes' van vrachtwagens

De techniek is zo ver dat de vrachtauto's op de snelweg zonder chauffeur 'geschakeld' kunnen rijden. De vrachtauto's rijden dicht op elkaar en nemen daardoor minder plek in. Wanneer de stad wordt bereikt, neemt de chauffeur het stuur weer in handen.

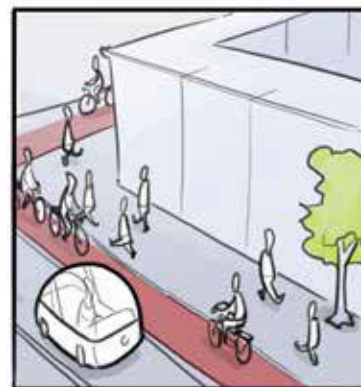


## Maatschappelijke gevolgen

### Het delen van auto's en ritten en de (beperkte) ontwikkeling van de technologie hebben verschillende maatschappelijke gevolgen.

#### Toegenomen verkeersveiligheid door intensief gebruik ov

De verkeersveiligheid is erop vooruitgegaan. Dat komt deels door ondersteunende waarschuwingssystemen in de auto, maar ook omdat het openbaar vervoer intensief wordt gebruikt. Wie in een automatisch bestuurd metro zit, en dat zijn er heel wat, kan geen brokken maken.

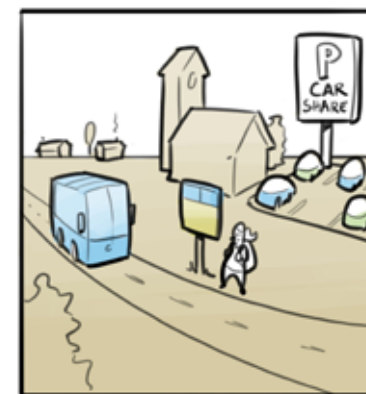


#### Ruimtelijke ontwikkeling: minder auto's, meer groen

Doordat het delen van auto's en ritten zo'n succes is geworden, zijn er minder auto's nodig. De vrijkomende parkeerplaatsen worden benut voor het stallen van fietsen of groenvoorzieningen en sommige straten worden omgetoverd tot fietspaden waar de

auto 'te gast' is. De auto's die overblijven staan nog gewoon voor de deur. Grote parkeerplaatsen buiten de stad zijn er niet, de auto's hebben immers in de stad nog steeds een bestuurder nodig en kunnen niet automatisch voor de deur rijden. Wie een (deel)auto heeft houdt hem, noodgedwongen, in de buurt.

Op het platteland wordt ook gedeeld. Grotere wagenparkbezitters plaatsen deelauto's op plekken waar het rendabel is. Daarnaast wordt er gedeeld tussen burend onderling ('peer-to-peer'). Op drukke trajecten rijden bussen volgens een dienstregeling. Daar waar het minder druk is rijden busjes afwisselende routes afhankelijk van reisaanvragen die via ICT-systemen real time binnenkomen. Deze busjes kunnen daarbij zowel in handen zijn van een gemeente als in het bezit van een lokale gemeenschap of coöperatie.



### Steeds het nieuwste van het nieuwste

De deelauto's worden, door de intensieve manier waarop ze worden gebruikt, vaak vervangen. Dat pakt gunstig uit voor het milieu. De nieuwste auto's zijn iedere keer net weer een stapje geavanceerder en schoner. Verder verandert er niet veel aan de constructie. Veiligheidsvoorzieningen, zoals een kooiconstructie en airbags, zijn nog steeds nodig.

### Verdienen aan mobiliteit als dienst

Autofabrikanten voorzagen dat er minder auto's zouden worden verkocht en hebben zich in de deeleconomie gestort. Er worden nog wel auto's en busjes verkocht, maar er is meer te verdienen met het verlenen van mobiliteitsdiensten.

## Verschillen tussen scenario's en raakvlakken met beleid

In deze studie zijn vier scenario's gepresenteerd voor een toekomstig verkeers- en vervoersysteem met zelfrijdende voertuigen. Deze scenario's helpen analisten en beleidsmakers om zich te verplaatsen in toekomstige ontwikkelingen, om onzekerheden in beeld te krijgen en om na te denken over de bijbehorende voor- en nadelen. De scenario's hebben verschillende implicaties. Sommige ontwikkelingen lijken misschien nog ver weg. Tegelijkertijd raken ze aan keuzes van vandaag die gevolgen hebben voor later, zoals langetermijninvesteringen in (spoor)wegen en in de fysieke ruimte. Daarom sluiten we hier af met een overzicht van een aantal belangrijke verschillen tussen de vier geschetste scenario's en de vragen die dit oproept. Hierbij gaan we ook in op raakvlakken met beleid. We beginnen met de invloed van de zelfrijdende auto op wegcapaciteit en op de omvang van het autoverkeer. Daarna beschrijven we implicaties voor het ov, de fiets en voor het goederenvervoer en kijken we ook naar de bredere maatschappelijke gevolgen voor ruimtelijke ontwikkeling, sociale inclusie, (verkeers)veiligheid, milieu en economie. Een eerste indicatie van effecten staat in de overzichtstabel op pagina 36.

### Wegcapaciteit en verkeersmanagement

Zelfrijdende voertuigen kunnen snel reageren op veranderende situaties. Hierdoor kunnen ze dichter op elkaar rijden, wat de wegcapaciteit vergroot. Om dit te bereiken is het van belang dat zelfrijdende voertuigen informatie met elkaar kunnen uitwisselen, via zogenoemde coöperatieve systemen. Zo kunnen bijvoorbeeld plotselinge remacties of onverwachte rijstrookwisselingen worden voorkomen. Dit zorgt voor een rustiger verkeersbeeld, waardoor de wegcapaciteit nog meer toeneemt. Dit hangt

sterk af van welk aandeel van de voertuigen op de weg daadwerkelijk zelfrijdend is (de 'penetratiegraad'). Zonder coöperatieve systemen in voertuigen kan de wegcapaciteit door langere volgfstanden dan automobilisten momenteel aanhouden overigens ook afnemen. In elk van de vier scenario's neemt de wegcapaciteit naar verwachting toe. Wel zijn er verschillen in de mate van capaciteitswinst en het soort weg waar deze optreedt. In 'Letting go on highways' en in 'Multimodal and shared automation' ontstaan capaciteitswinsten vooral op snelwegen. In de andere scenario's gebeurt dit ook op andere wegen. De ontwikkeling van een vervoersysteem met zelfrijdende auto's raakt daarom aan vragen en onzekerheden rondom investeringen. Als er veel zelfrijdende auto's komen, ontstaat er dan een overcapaciteit aan wegen? En waar gebeurt dat? Alleen op de snelweg of ook in de stad?

Tegelijkertijd kan ook de vraag naar mobiliteit verder toenemen. Neemt de capaciteitsbehoefte hierdoor misschien juist toe op de snelweg of op de overgang van snelweg naar de stad? En wat betekent dit voor investeringen in infrastructuur? Houdt de overheid een rol in verkeersmanagement en bij informatievoorziening? Blijven fysieke wegkantssystemen en verkeersregelinstanties nodig? Kan de markt het overnemen? Hoe hangt dit samen met vraagstukken en wetgeving rond privacy en het eigenaarschap van data? En niet te vergeten: hoe zorgen we dat dit soort systemen ook op internationaal niveau met elkaar kunnen communiceren?

### Omvang van het autoverkeer

Zelfrijdende auto's kunnen leiden tot meer – en dus tot een grotere vraag naar – mobiliteit.

Tabel: Eerste indicatie van effecten zelfrijdende auto

	<i>Mobility as a service: any time, any place</i>	<i>Fully automated private luxury</i>	<i>Letting go on highways</i>	<i>Multimodal and shared automation</i>
<b>WEGCAPACITEIT EN OMVANG AUTOVERKEER</b>				
Capaciteit	+	+	o/+	o/+
Omvang van het autoverkeer	+	++	o/+	o
<b>ANDERE VERVOERWIJZEN</b>				
Openbaar vervoer	--	--	o	o/+
Gebruik fiets	o/+	-	o	+
Automatisering goederenvervoer	++	++	+	+
<b>BREDERE MAATSCHAPPELIJKE GEVOLGEN</b>				
Aantal parkeerplekken	--	o	o	-
Ruimtelijke spreiding	+	++	o	o/-
Sociale inclusie	++	+	o	o
Verkeersveiligheid	++	++	+	+
Milieu en leefbaarheid	+	-	o/-	o/+
Markt autofabrikanten	-	+	o	--
Aantal autodealers	--	o	o	--
Chauffeurs (ov en goederenvervoer)	--	--	o	o

- ++ grote toename
- + toename
- o/+ kleine toename
- o geen toe- of afname
- o/- kleine afname
- afname
- grote afname

Hoe groot de extra vraag is, hangt vooral af van welke taken de zelfrijdende auto kan overnemen, op welke wegen dit kan en in hoeverre mensen ook bereid zijn het stuur volledig uit handen te geven.

Het aantal voertuigkilometers verschilt sterk per scenario: van een te verwachten beperkte toename in 'Letting go on highways' en 'Multimodal and shared automation' tot een sterkere groei in de andere twee scenario's. Maar hoe groot is die toename? En wat betekent dit voor files? Nemen die toe of juist af? In 'Mobility as a service: any time, any place' zijn meer files niet waarschijnlijk omdat de markt zorgt voor plaats- en tijdafhankelijke beprijzing van mobiliteit. Als de vraag toeneemt, stijgt de prijs van mobiliteitsdiensten. Hierdoor blijven de mobiliteitsvraag en de wegcapaciteit in evenwicht. In 'Fully automated private luxury' treedt dat mechanisme niet op, omdat er geen grote wagenparkbezitters zijn die mobiliteitsdiensten aanbieden. In dat scenario kan mogelijk wel heel anders tegen files worden aangekeken: als je toch in de auto kunt werken of een film kunt kijken, hoe erg is het dan om achteraan in de file aan te sluiten? Dit zijn vragen die raken aan discussies over de benodigde investeringen in wegen, maar ook aan vraagstukken rondom milieu en leefbaarheid van steden.

### Openbaar vervoer en fietsgebruik

De ontwikkeling van zelfrijdende technologie beperkt zich niet alleen tot de auto. Het kan gevolgen hebben voor het hele vervoersysteem, dus ook voor het ov, de fiets en lopen. Het ov heeft in elk van de vier scenario's een duidelijk andere positie. Het varieert van een groei in 'Multimodal and shared automation' en een relatief beperkte verandering in 'Letting go on highways',

tot het op enkele doorgaande treinverbindingen na vrijwel verdwijnen van het traditionele ov in de andere twee scenario's. Ook de plaats van lopen en de fiets in het vervoersysteem verschilt in de scenario's.

Deze verschillen raken aan vragen rondom mogelijke beleids- en investeringskeuzes op de korte en middellange termijn. In welke vorm blijft het ov bestaan? Wat betekent dit voor beslissingen over langetermijninvesteringen in het ov? Hoe flexibel moeten concessieverleningen zijn? Blijft ov voornamelijk een publieke aangelegenheid of gaat de private sector een belangrijkere rol spelen? Wordt de zelfrijdende auto in steden gefaciliteerd, of krijgt een autoluwe stad met volop ruimte voor fietsen en lopen de voorkeur? Of wordt het een combinatie?

### Goederenvervoer over de weg

Het goederenvervoer over de weg kan evenzeer te maken krijgen met zelfrijdende technologie. In de twee scenario's waar vrachtwagens volledig automatisch rijden, 'Mobility as a service: any time, any place' en 'Fully automated private luxury', is ook het vervoer tot aan de voordeur geheel geautomatiseerd. Wanneer kleine goederen als automatische pakketjes naar de klant kunnen rijden, dan heeft dit gevolgen voor de distributie van goederen. Ontstaan er goederenknooppunten en overslagcentra aan de rand van de stad, waardoor grote vrachteenheden de stad niet in hoeven? En wat zijn de ruimtelijke gevolgen? Komen er ook lokale distributiepunten in wijken? Rijden automatische pakketjes direct naar de consument en zijn ze voldoende te beveiligen? En hoe leefbaar is een stad met al die rondrijdende kleine of juist gebundelde pakketjes?



Wanneer de techniek zich minder ver ontwikkelt, kan een situatie ontstaan zoals in 'Letting go on highways' en in 'Multimodal and shared automation' met alleen zelfrijdende vrachtwagens buiten de bebouwde kom. Dit raakt aan vraagstukken rondom veiligheid en ruimtelijke ordening. Kunnen de treintjes van achter elkaar rijdende vrachtwagens op snelwegen tussen de andere voertuigen rijden? Of zijn er bijvoorbeeld in een transitieperiode aparte doelgroepstroken nodig?

### Parkeren

Informatietechnologie zorgt er binnen alle scenario's voor dat parkeerplekken makkelijk te vinden zijn. Eenmaal bij een lege plek aangekomen, parkeren de voertuigen zelf in. Toch zijn er belangrijke verschillen. In de scenario's waar delen geen grote vlucht neemt, parkeren mensen hun privéauto graag voor de deur. De parkeerdruk blijft hier bestaan. Wanneer de auto overall en altijd automatisch kan rijden en wordt gedeeld, zoals in 'Mobility as a service: any time, any place', dan zijn veel minder auto's nodig om in de mobiliteitsbehoefte te voorzien. Daar komt bij, dat die auto's buiten de stad parkeren als ze niet gebruikt worden. Ook in 'Multimodal and shared automation' neemt individueel autobezit sterk af. Dit heeft duidelijke gevolgen voor parkeren, en daardoor ook voor ruimtelijk en fiscaal beleid. In hoeverre gaan overheden delen bijvoorbeeld stimuleren door parkeerheffingen in de binnensteden? Verdwijnen er veel auto's uit het straatbeeld? Wat betekent dit voor parkeren en het ruimtegebruik? En voor belastingen, zoals de wegenbelasting en de BPM?

### Ruimtelijke ontwikkeling

Zelfrijdende voertuigen kunnen leiden tot veranderingen in het ruimtegebruik, de ruimtelijke ordening en inrichting. Dit komt

doordat mensen andere keuzes zullen maken met betrekking tot waar ze bepaalde activiteiten willen en kunnen ondernemen. Zo is er bijvoorbeeld een relatie met de afstanden waarover verplaatsingen worden afgelegd en met parkeren (zie hiervoor). Op de langere termijn kunnen zelfrijdende voertuigen ook invloed hebben op de inrichting van stad en ommeland en omgekeerd.

De impact van de zelfrijdende auto raakt aan vragen rondom de toekomstige ontwikkeling van steden, de rol van knooppuntontwikkeling en de leefbaarheid. Zo kan de leefbaarheid van perifere gebieden toenemen als mensen met de zelfrijdende auto makkelijker over langere afstanden kunnen reizen en daarom meer op het platteland gaan wonen. De leefbaarheid stijgt nog meer als, zoals in 'Mobility as a service: any time, any place' en in 'Fully automated private luxury', bepaalde groepen in de samenleving zich gemakkelijker per auto kunnen verplaatsen. Denk hierbij aan kinderen, hoogbejaarden en mensen met een handicap. Daarnaast raakt de zelfrijdende auto deels aan investeringen in wegsystemen. Zijn er bijvoorbeeld transitie-stroken of -zones nodig als de auto niet overall automatisch kan rijden, zoals in 'Letting go on highways' en in 'Multimodal and shared automation'? En hoe zou dat eruit moeten zien?

### Sociale inclusie

Zelfrijdende voertuigen kunnen reizen vergemakkelijken. Dit geldt niet alleen voor de traditionele groep automobilisten. Ze kunnen ook nieuwe groepen reizigers aanboren. De mate waarin dit gebeurt, is sterk afhankelijk van hoe de automatisering zich verder ontwikkelt. Vertrouwen in techniek speelt hierbij een rol. Durven ouders hun kinderen bijvoorbeeld op

pad te sturen met zo'n volledig automatische auto, zoals het geval is in 'Mobility as a service: any time, any place' en in 'Fully automated private luxury'? En wie is dan verantwoordelijk als er iets gebeurt? Maar ook betaalbaarheid kan een punt zijn. Als de auto prima alles alleen kan, maar de diensten voor sommige groepen te duur zijn, dan neemt de sociale inclusie niet toe. Hiermee komt een thema als sociale gelijkheid in beeld. In welke mate willen we dat iedereen mobiel moet kunnen zijn? Wat gaat en mag dat kosten? En hoe zou een eventuele tegemoetkoming in kosten er dan kunnen uitzien? Kan dit via een persoonsgebonden mobiliteitsbudget? Of zijn er andere, efficiëntere en effectievere vormen?

### (Verkeers)veiligheid

Zelfrijdende voertuigen hebben een groot effect op de verkeersveiligheid en dus ook op het beleid. In de meest vergaande ontwikkeling zijn incidenten waarbij een voertuig betrokken is, bijna verleden tijd. Hiervoor is het wel belangrijk dat de technologie volledig is af te schermen van hackers en andere kwaadwillenden. Of dit kan, is vooralsnog onduidelijk. Een andere uitdaging is de interactie tussen voertuigen en langzaam verkeer in steden. Fietsers en voetgangers nemen in het dagelijks verkeer immers hun eigen beslissingen. Maar gaat dit wel goed met zoveel zelfrijdende voertuigen in steden als in 'Mobility as a service: any time, any place' en in 'Fully automated private luxury'? Dit raakt aan vraagstukken rondom veiligheid en de inrichting van steden. Moet er een strikte scheiding worden aangebracht tussen zelfrijdende voertuigen enerzijds en fietsers en voetgangers anderzijds? Of kan het verkeer zonder enig probleem worden gemengd? Als een volledige veiligheidsgarantie onmogelijk is, ontstaat een ethische en

juridische discussie over welk risico aanvaardbaar is en wie aansprakelijk is als het fout gaat. Wat moet een zelfrijdende auto doen in die zeldzame situatie dat een ongeluk moeilijk te voorkomen is? Kiest de auto er dan voor de fietser aan te rijden of om deze op het laatste moment te ontwijken door tegen een boom te rijden? En wie bepaalt welke keuze de auto dan moet maken?

Verkeersveiligheid speelt ook een rol wanneer de techniek minder geavanceerd is en mensen in sommige situaties zelf het stuur in handen moeten nemen, zoals in 'Letting go on highways' en in 'Multimodal and shared automation'. Het kost tijd om over te schakelen van automatisch naar manueel rijden. Hoe snel kunnen mensen dit en in hoeverre hangt dit af van de situatie en de activiteit waar iemand op dat moment mee bezig is? Moeten er dan bepaalde voorzieningen, zoals transitiestroken, worden aangelegd om deze overgang te faciliteren?

### Milieu, leefbaarheid en gezondheid

Zelfrijdende voertuigen kunnen invloed hebben op het milieu. Dit is onder meer afhankelijk van de mate van automatisering, de populariteit van de deeleconomie en het mobiliteitsvolume. Zelfrijdende auto's kunnen een positief effect hebben op het milieu en de gezondheid. Maar het precieze effect is moeilijk vast te stellen. Als de deeleconomie een vlucht neemt, zoals in 'Multimodal and shared automation' en in 'Mobility as a service: any time, any place', is dit gunstig voor het milieu. Maar wordt delen de standaard? En zorgt het gemak van de zelfrijdende auto niet juist voor meer autoriteiten en dus voor meer vervuiling? Of pakt dit gunstig uit omdat auto's dan eerder zijn afgeschreven en innovaties sneller hun weg naar de markt vinden?

### **Economie en werkgelegenheid**

Zelfrijdende voertuigen kunnen invloed hebben op vele facetten van de economie. Die effecten zijn complex en lastig te bepalen. In hoeverre veranderen of verdwijnen er banen in de verkeer- en vervoersector in de loop van de tijd? En in welke mate verdwijnen er door verdere automatisering banen in de overslag van goederen op distributieterrainen? Tegelijkertijd kan er ook nieuwe werkgelegenheid ontstaan. Maar om wat voor type banen gaat het dan? Ontstaan er nieuwe bedrijven die mobiliteitsdiensten aanbieden? En wat zou daarbij de rol van de overheid kunnen zijn? Komt er meer werkgelegenheid in de ontwikkeling van hardware voor zelfrijdende auto's, zoals het maken van chips en sensoren? En hoe zit het aan de softwarekant? Daar kan bijvoorbeeld vraag ontstaan naar nieuwe systemen, zoals digitale reisassistenten, die verplaatsingen voor de reiziger organiseren en optimaliseren.

### **Tot slot: transitie en uitdagingen voor kennis en beleid**

De vier scenario's in deze studie zijn bedoeld als inspiratiebron. Ze helpen bij het doordenken van de gevolgen van zelfrijdende voertuigen. Hoe gaat de wereld met de 'robotauto' eruitzien? Ontstaat er misschien een zelfrijdende deelauto? De maatschappelijke gevolgen hiervan kunnen groot zijn. De ontwikkelingen lijken ver weg en zijn onzeker. Tegelijkertijd raken ze aan beleidskeuzes in het hier en nu. Voor beleidsmakers bieden de scenario's een startpunt om intensief na te denken over de mogelijke voor- en nadelen van de ontwikkelingen.

Ook voor de kenniswereld zijn er nog veel uitdagingen. Zo is er werk te verrichten om de verkeers- en vervoerseffecten en de bredere maatschappelijke gevolgen van zelfrijdende voertuigen verder te onderbouwen. Daarnaast zijn er veel onzekerheden en ontwikkelingen op korte en middellange termijn die uiteindelijk bepalen hoe het toekomstige verkeer- en vervoersysteem er precies uit gaat zien. Belangrijk hierbij is wat burgers willen en doen, hoe zelfrijdend fabrikanten de auto kunnen en willen maken, en in hoeverre de overheid ontwikkelingen faciliteert en reguleert. Het ene staat hierbij niet los van het andere. Willen burgers wel in zelfrijdende auto's zitten? Hoe zit met het bezit, gebruik en delen van informatie en data? In welke mate willen mensen auto's delen? En zijn autofabrikanten in staat om auto's te ontwikkelen die overal en altijd veilig automatisch kunnen rijden? Een vervolgstap zou kunnen zijn om meer grip op dit soort vragen te krijgen en om transitiepaden te schetsen, waarin ook beleidsopgaven verder kunnen worden aangescherpt.

Dit is een uitgave van het

Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Oktober 2015

ISBN/EAN  
978-90-8902-137-3  
KiM-15-A07

Auteurs  
*Taede Tillema, Jaco Berveling, George Gelauff,  
Jan van der Waard, Lucas Harms en Harry Derriks*

Tekeningen  
*Jongens van de Tekeningen, Rotterdam*

Vormgeving en opmaak  
*VormVijf, Den Haag*

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)  
Postbus 20901  
2500 EX Den Haag  
Telefoon: 070 456 19 65  
Fax: 070 456 75 76

Website: [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)  
E-mail: [info@kimnet.nl](mailto:info@kimnet.nl)

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl).  
U kunt natuurlijk ook altijd contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen onder vermelding van het KiM als bron.

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses. De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister of de staatssecretaris van IenM weer te geven.



Dit is een uitgave van het

## **Ministerie van Infrastructuur en Milieu**

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Postbus 20901 | 2500 ex Den Haag  
[www.rijksoverheid.nl/ienm](http://www.rijksoverheid.nl/ienm)

[www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)

ISBN/EAN: 978-90-8902-137-3  
Oktober 2015 | KiM-15-A07