



# Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen

Amsterdam, 17 augustus 2016

THE BOSTON CONSULTING GROUP

Om inzicht te verschaffen zijn veel aannames gedaan tbv de impact analyses. De resulterende inzichten zijn voldoende stevig om richting te gaan geven, maar moeten niet beschouwd worden als gedetailleerde voorspelling van de lange termijn.

# Opdracht, aanpak en leeswijzer

## De Gemeente Amsterdam heeft BCG gevraagd te bepalen:

- Wat is de impact van het Zelfrijdende Voertuig (ZV) op de stadsdoelen
- Welke interventies zinvol zouden kunnen zijn om de voordelen te vergroten en de nadelen te beperken

## Context

De ontwikkelingen gaan heel snel, maar er moet nog veel gebeuren voordat het ZV door iedereen gebruikt kan worden. De volledige impact van het ZV zal dus niet op korte termijn plaatsvinden. Echter een aantal interventies en beïnvloedbare investeringen hebben een grote doorlooptijd (bv de levensduur van parkeergarages). Om op tijd richting te geven aan de implicaties van het ZV, is het dus nodig concreet te worden, ondanks de grote onzekerheden.

## Gekozen aanpak

In tegenstelling tot veel bestaande studies hebben we er voor gekozen geen top-down (visionaire) scenario's te gebruiken, maar concrete scenario's te formuleren op basis van wensen van Amsterdamse reizigers. Die zijn natuurlijk niet perfect in te schatten, maar geven wel een goed beeld van wat er zou kunnen gebeuren.

1. Inschatten wanneer het ZV beschikbaar is
2. Definiëren van ZV verschijningsvormen en de daarbij behorende prijspunten in vergelijking met huidige vervoersvormen
3. Bepalen van reizigersvoorkeuren van het gebruik van deze ZV vormen & prijspunten obv een enquête
4. Definiëren van scenario's waar het ZV in de stad kan rijden. Inclusief een opgelegd scenario met meer rit-/voertuig deling
5. Opstellen base-case: hoe neemt het verkeer toe/verandert de verkeersmix zonder ZV
6. Uitwerken van de reizigers wensen naar reizigerskilometers per scenario
7. Inschatting resulterende complexiteit en capaciteitsproblemen en bepalen van interventies hoe die aan te pakken
8. Vertalen stedelijke doelen naar concrete doelstellingen, en bepalen impact van de scenario's op deze doelen. Kwalitatief per doel en doelgroep, kwantitatief voor de grootste impact
9. Definiëren additionele interventies om het ZV verder in goede banen te leiden, incl impact op lopende programma's
10. Opstellen schatting conversie tijdslijn van ZV, en inschatten welke interventies een dusdanige doorlooptijd hebben dat ze tijdskritisch zijn
11. Samenvatten alle implicaties van het ZV per scenario, en vertalen naar te maken afwegingen
12. Opstellen van wenselijke vervolgstappen

## Hoe de resultaten te lezen

De resultaten zijn voldoende stevig om richting te gaan geven op visie niveau, en om de juiste acties (het voorbereiden van tijdskritieke interventies en verder onderzoek) in gang te zetten. Maar de analyses rusten op een groot aantal aannames en hebben een dusdanige mate van onzekerheid, dat de weergegeven resultaten niet gebruikt kunnen worden als een (gedetailleerdere) voorspelling voor de komende 40 jaar. Wel kunnen de analyses gebruikt worden om verder uit te werken en/of regelmatig aan te passen aan de ontwikkelingen van de komende jaren. De focus is geweest op de grootste vervoersstromen waar verandering verwacht wordt met grootste impact. Er is niet gekeken naar veranderingen in vrachtverkeer.

Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking met de verschillende RVE's van de gemeente, maar reflecteert het perspectief van BCG

Bij de deze slide-set hoort een geschreven samenvatting in een apart document, en een appendix met de verdere onderbouwing.

# De verwachting is dat rond 2025 het zelfrijdend voertuig (ZV) steeds meer verkocht en gebruikt zal worden

De **technologie** is naar verwachting rond 2025 gereed voor een zelfrijdend voertuig in niet al te complexe verkeerssituaties, zoals snelwegen en hoofdaders van de stad

Ook vanuit **economisch** perspectief worden geen grote barrières verwacht: Rond 2025 zal de technologie nog €10k per auto kosten (bovenop de kosten van de auto zelf). In de 10 jaar daarna dalen de kosten door schaal- en leereffecten naar minder dan €3k per auto

Een kwart van consumenten in Nederland zou nu al bereid zijn meer dan €5k extra te betalen. Dit betekent dat er ruim voldoende early-adopters (zeker op wereldwijde schaal) zijn om de ZV technologie te lanceren

**Regelgeving** zal vermoedelijk geen bottleneck zijn voor uitrol van het ZV

- Aansprakelijkheid en verzekeringen: belangen lijken groot genoeg om de verschuiving van de (overigens kleinere) risico's op te lossen
- Certificering tbv ZV (EU/UNECE no 79) wordt op tijd aangepast
- Verkeerswetgeving (Vienna convention) zal binnen een aantal jaren aangepast worden en in lokale wetgeving omgezet
- Er lijken geen onoverkomelijke fundamentele problemen om een aantal gerelateerde regelgevingzaken op te lossen op het gebied van cyber security en privacy. Deze problemen behoeven wel veel aandacht, maar zijn niet fundamenteel anders dan huidige issues (bijv. met smartphones, internet bankieren etc.). De lokale aanpassingen lijken ook geen bottleneck (bijv. taxi licenties, parkeerwetgeving)

**Het Amsterdamse verkeer is mogelijk te complex op sommige locaties**

# Het ZV aanbod zal de reguliere auto vervangen met verschillende modellen en proposities

## Zelfrijdende auto's (ZA)



Een zelfrijdende auto biedt de bestuurder de mogelijkheid om het stuur los te laten (in bepaalde verkeerssituaties) en de reistijd anders te besteden. Deze auto kan zichzelf parkeren

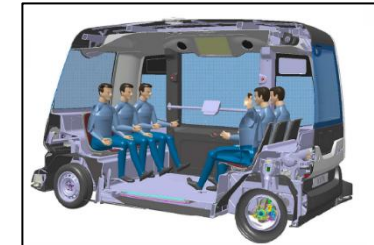
## Zelfrijdende taxi's (ZT)



Zelfrijdende taxi's zijn hetzelfde als een zelfrijdende auto, maar wordt geëxploiteerd door een commerciële aanbieder ipv individuele chauffeurs

- Taxi platforms (bijv. Uber), autofabrikanten en leasebedrijven investeren veel om deze commerciële mobiliteitsconcepten te ontwikkelen
- Voertuigdeling (gebruik maken van een taxi ipv een eigen auto) en ritdeling (met meerdere mensen in een voertuig) zal hierdoor veel makkelijker worden

## Zelfrijdende busjes (ZB)



Deze technologie zal ook veel andere vormen van ZV mogelijk maken. Een waarschijnlijke vorm is een zelfrijdend busje. Dit busje zal een nieuwe vorm van OV mogelijk maken. On demand, (bijna) van deur tot deur, maar wel met meerdere passagiers met soortgelijk traject

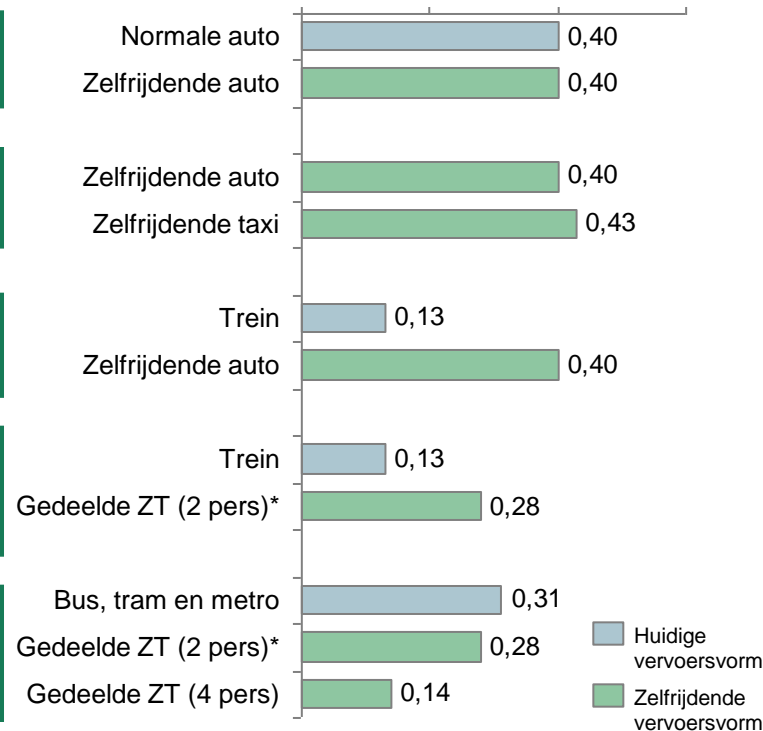
**De scheidslijn tussen openbaar en privé vervoer zal geleidelijk vervagen met deze modellen en proposities**

# Kosten zelfrijdende auto en taxi zullen vergelijkbaar zijn met de huidige auto, zelfrijdend busje goedkoper dan huidig OV

## Conclusies

- 1 Normale auto is even duur als een zelfrijdende auto
- 2 Zelfrijdende auto is ong. even duur als een zelfrijdende taxi
- 3 Trein is goedkoper dan een zelfrijdende auto
- 4 Trein is goedkoper dan een gedeelde zelfrijdende taxi (2 pers)
- 5 Bus, tram en metro zijn duurder dan een gedeelde zelfrijdende taxi/ busje (4 pers) <sup>4</sup>

Kosten (in €) per passagier per kilometer<sup>1</sup>



## Kostenberekening obv veranderingen

De kosten voor een zelfrijdende auto zijn vergelijkbaar met een huidige normale auto. De extra kosten van de zelfrijdende technologie worden ongeveer opgeheven door de besparing op de verzekeringspremie en lager brandstofverbruik<sup>3</sup>

Het uitgangspunt voor de kosten van een ZT is een ZA<sup>2</sup>. Een ZT heeft echter lagere vaste afschrijvingskosten, daar tegenover staan extra kosten voor kilometers zonder passagiers en een marge voor de aanbieder. In totaal zijn de ZT kosten iets hoger dan voor een ZA

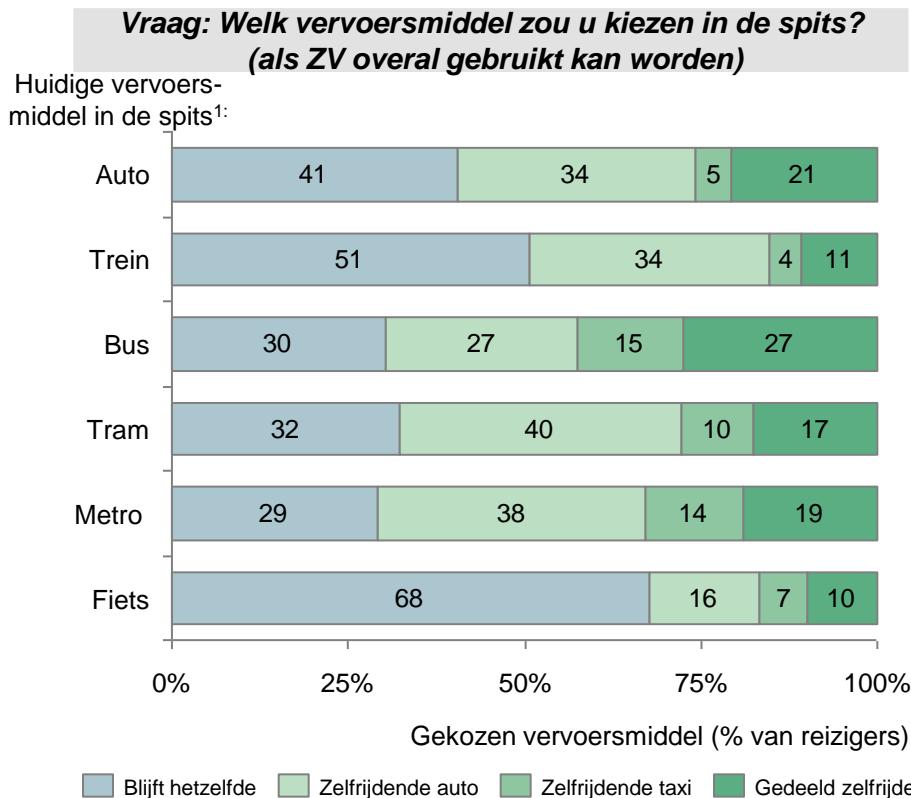
Voor de gedeelde zelfrijdende taxi zijn de kosten van de zelfrijdende taxi verdeeld over het aantal passagiers, gecorrigeerd voor het feit dat de passagiers niet de volledige reis samen maken

Voor kosten van de trein, bus, tram en metro zijn de gemiddelde reizigersopbrengsten per km van de NS en de GVB gebruikt

1. Deze kosten zijn gebaseerd op de gemiddelde kosten per jaar bij een volledige uitrol en adoptie van zelfrijdende voertuigen. Voor aannames zie backup 2. Deze berekening gaat niet uit van de huidige taxikosten zonder chauffeur, maar een ZA plus een aantal kosten componenten. 3. Voor de kostenberekening van een ZA is het startpunt is een normale benzine auto en geen elektrische auto voor een 'eerlijke' vergelijking, zodat voor- of nadelen van de elektrisch rijden niet aan een zelfrijdende auto worden toegekend 4. Aangenomen dat de kosten van een zelfrijdend busje gelijk zijn als een gedeelde taxi met 4 personen. \* = in de reiziger enquête zijn de kosten van de 2 persoons gedeelde ZT gebruikt voor het gedeelde ZT en een ZB

# De helft van alle auto-, OV-, en fietsgebruikers geeft aan één van de ZV vormen te verkiezen

## Enquête gehouden om te kijken welke reizigers mogelijk zouden switchen naar ZV



## Meer dan de helft van reizigers geeft aan een voorkeur voor het ZV te hebben

### Circa de helft van de reizigers geeft aan over te willen stappen naar een ZV

- Van de autogebruikers is dit 60%
- Van de treinreizigers is dit 50%
- Van de bus, tram en metro gebruikers is dit 70%
- Van de fietsers is dit 30%

### De verdeling binnen de zelfrijdende voertuigen is

- Circa 50% naar een zelfrijdende auto
- Circa 50% naar een vorm van voertuig- of ritdeling (zelfrijdende taxi of gedeeld ZV)

### In de reiziger enquête is een onderscheid gemaakt tussen reizigers met en zonder autobezit

- Reizigers die een auto bezitten maar die hem op dit moment niet gebruiken (en bijv. voor de trein kiezen in de spits) zijn gevraagd een keuze te maken obv de marginale kosten voor een (zelfrijdende) auto; Deze reizigers stappen daardoor veel meer over naar ZV

1. Resultaten van enquête (n=489) gehouden onder Amsterdammers om te kijken welke reizigers mogelijk zouden switchen. Hier staat het hoofdvervoersmiddel van de reiziger weergegeven. De respondenten is een keuze voorgelegd obv inschatting van de kosten bij complete uitrol van de ZV. Bij de vraagstelling is aangenomen dat ZV overal in de stad mogen en kunnen rijden (scenario 3). In deze enquête zijn geen reizigers van buiten Amsterdam meegenomen  
Bron: enquête Amsterdam (mei 2016)

# Amsterdam kent complexe verkeerssituaties, dus drie locatie scenario's onderzocht; & een extra rit/voertuig deling scenario

Scenario's <sup>1</sup>	Drie lange termijn locatiescenario's waar ZV mag/kan Verkeersmix op basis van reigers voorkeur			Extra scenario met extra rit/voertuigdeling <sup>3</sup>
	<b>1</b> ZV alleen op de snelweg	<b>2</b> ZV ook op verkeersaders	<b>3a</b> ZV overal in de stad	<b>3b</b> ZV overal in de stad
<b>Wegen waar ZV kunnen rijden</b>	Op de snelweg	Op de snelweg en de verkeersaders van de stad	Overal in de stad	Overal in de stad
<b>Beschikbare vormen van ZV</b>	Zelfrijdende auto's	Zelfrijdende auto's, taxi's en busjes	Zelfrijdende auto's, taxi's en busjes	Zelfrijdende auto's, taxi's en busjes
<b>Beschrijving</b>	Zelfrijdende technologie is beschikbaar maar kan/mag niet in de stad <sup>2</sup> . Hierdoor zijn er geen zelfrijdende taxi's of zelfrijdende busjes	Zelfrijdende auto's, taxi's en busjes kunnen zelf rijden op de verkeersaders van de stad  Deze taxi en busjes zullen reizigers afzetten bij haltes aan deze verkeersaders	Zelfrijdende auto's, taxi's en busjes kunnen overal zelf rijden en ook zichzelf parkeren  Pikken passagiers bij voordeur op en zetten ze daar af	Hetzelfde als scenario 3a, alleen hier doen veel reizigers aan voertuigdeling (minder eigen autobezit) en delen ze vervoersmiddelen
<b>Hoe reizigers conversie ingeschat</b>	Enquête, met paar aanpassingen op logica	Enquête, met paar aanpassingen op logica	Enquête, met paar aanpassingen op logica	Enquête, met grote aanpassing naar veel voertuig- en ritdeling

1. Deze scenario's zijn lange termijn scenario's voor rond 2050, geen transitie scenario's

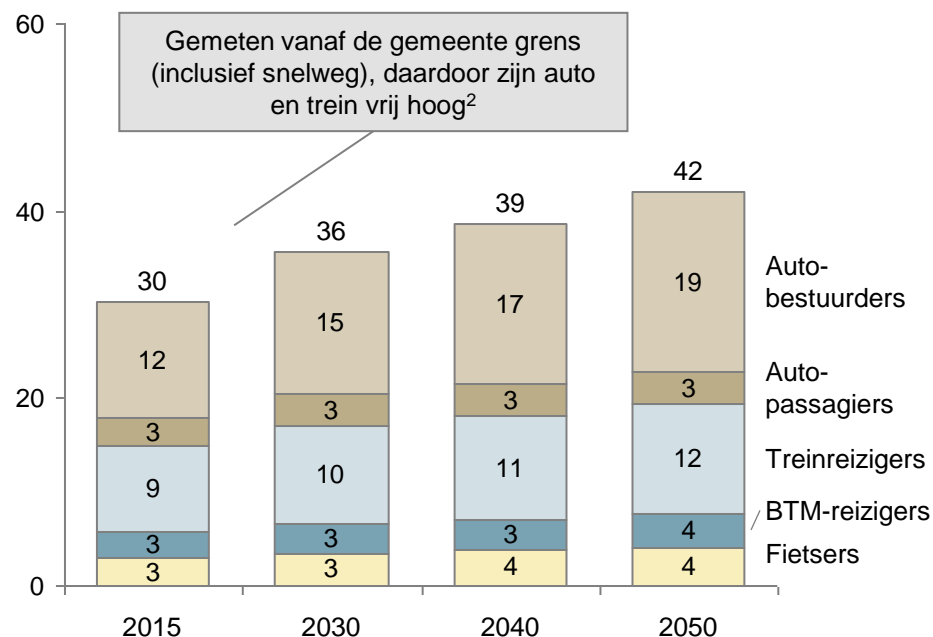
2. De zelfrijdende technologie is dan wel bruikbaar op de snelweg waarbij de eigenaar zelf rijdt tot de snelweg en pas op de snelweg het stuur los laat, vergelijkbaar werkt als de huidige cruise control, die in- en uitgeschakeld kan worden,

3. De tussenstap van alleen voertuigdeling is niet onderzocht, omdat verkeerscomplexiteit en capaciteit een groter probleem lijken dan de parkeercapaciteit

# Zonder ZV is verkeersdrukte op de weg al een groot probleem voor Amsterdam

## In de basecase (van 2015 naar 2050) groeien reizigerskilometers

Reizigerskilometers in Amsterdam op een gemiddelde werkdag<sup>1</sup> (miljoenen km)



Deze cijfers zijn gebruikt als base case. We hebben dus geen andere (mogelijk disruptieve) trends dan ZV meegenomen<sup>4</sup>

## Aangenomen dat basecase groei van ~ 50% opgelost wordt

**Volgens extrapolatie van het Verkeers Model Amsterdam groeit het aantal reizigerskilometers door autobestuurders in de basecase (van 2015 naar 2050) met ~50% (van 12 naar 19 mln kilometers). Deze groei is niet verder onderzocht.**

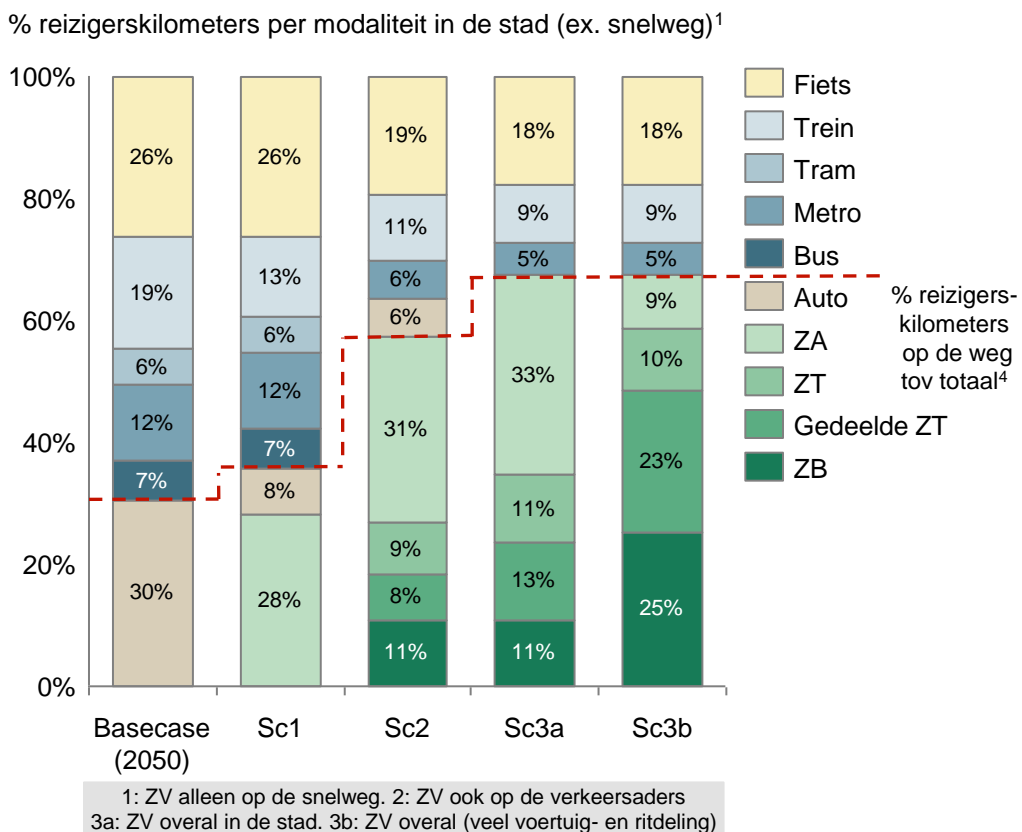
**In het onderzoek is aangenomen dat de aan de base case gerelateerde capaciteit problemen worden opgelost. Dit is aangenomen omdat deze groei niet wordt veroorzaakt door de uitrol van ZV, maar door autonome factoren zoals de groei van de bevolking. Het oplossen van deze groei is mogelijk nog een grote opgave**

1. Aantal reizigerskilometers voor elke reizigerstype op een gemiddelde werkdag volgens het verkeersmodel van de Gemeente Amsterdam. Het verkeersmodel gaat tot 2030, de waarden voor 2035 tot 2050 zijn gebaseerd op de 2025-2030 CAGR 2. Ter illustratie, de verhouding autokilometers op de snelweg vergeleken met verkeersaders (stadsontsluitingswegen) is ongeveer 1 staat tot 3 voor Amsterdam 4. Zoals bijv. een drastische toename in thuiswerken  
Bron: verkeersmodel Amsterdam, CPB



# Vervoersmix in de stad verandert drastisch in scenario 2 en 3: het aantal reizigerskilometers op de weg verdubbelt mogelijk

## Vervoersmix in de stad verandert drastisch in scenario 2 en 3 (eindperspectief, bv 2050)



## Het aantal reizigerskilometers op de weg verdubbelt (in scenario 2 en 3)

### In scenario 1 neemt het aantal reizigerskilometers op de weg toe van 30% naar 36%

- De meeste reizigers stappen over van reguliere auto naar zelfrijdende auto's (die nog in de stad bestuurd moeten worden)
- Daarnaast stapt ~30% van de treinreizigers uit de trein over naar ZA

### In scenario 2 en 3 neemt het aantal reizigerskilometers op de weg toe van 30% naar 60-70% tov het totaal (ie een verdubbeling)

- Reizigers stappen nog meer over van de reguliere auto en trein naar zelfrijdende voertuigen
- Daarnaast stapt ook een groot deel van de reizigers uit het OV en ~30% van de fietsers over naar ZV

1. Huidige situatie en basecase schatting gemaakt obv de vervoersmix in de enquête en kilometers van het verkeersmodel van Amsterdam, geen kilometers op de snelweg en ringweg meegenomen. De enquête uitkomsten zijn met een aantal aanpassingen omgezet naar de 4 scenario's. Zie backup voor toelichting. 2. Base-case is in 2050 3. Reizigerskilometers in de stad ex. snelweg op een gemiddelde werkdag (miljoenen km). 4. Reizigerskilometers op de weg zijn de reizigerskilometers van de auto, ZA, (gedeelde) ZT en ZB. Exclusief bus. Bron: enquête Amsterdam (mei 2016), BCG analyse, verkeersmodel gemeente Amsterdam

# Om ZV mogelijk te maken zijn stevige interventies nodig om complexiteit- en capaciteitsproblemen op te lossen

## Verwachte problemen bij grootschalige conversie naar ZV

**Verkeerscomplexiteit.** Het verkeer loopt vast door een grote hoeveelheid van van fietsers, voetgangers en ZV op drukke stadsstraten (vooral in scenario 3). Daarnaast zullen sommige fietsers en voetgangers mogelijk 'misbruik maken' doordat ze weten dat ZV zullen stoppen

**Capaciteitsprobleem.** De overstap van reizigers naar ZV zorgt voor extra verkeersdruk op de weg. Met name de huidige capaciteit op de verkeersaders is niet toereikend. De verkeersintensiteit neemt daar per scenario fors toe<sup>1</sup>:

1. + 20%
2. + 100%
- 3a. + 80%
- 3b. + 30%

In deze scenario's is aangenomen dat de basecase groei van +50% al opgelost is

## Interventies<sup>2</sup>

### Vereenvoudigen van complexe verkeerssituaties bv door:

- Scheiden vervoersmodaliteiten (bv aparte fietspaden, meer verkeerslichten)
- Voorkeursroutes (bv ZV niet via drukke fietsroutes)

### Handhaving tegen ongeoorloofd oversteken

### Stimuleren van een zelfrijdende busjes (i.p.v. veel gebruik van zelfrijdende individuele auto's)

### Openstellen van OV banen voor ZV

### Ombouwen van parkeerplaatsen langs verkeersaders naar extra rijbanen (en evt. flexibele rijstroken)

### Stimuleren van ritdeling (dit is scenario3b)

### Invoeren van ritbeprijzing (ism de rijksoverheid)

1. Op te lossen verkeerintensiteit per scenario (op verkeersaders tijdens de spits). Dit is de toename van de verkeersdruk tov de weggcapaciteit.

2. De optimale mix incl. evt additionele interventies zal verder uitgewerkt moeten worden

# Met de interventies is de impact op veel stedelijke doelen positief, op een aantal negatief, scenario 3 overwegend positief

Stedelijke doelen	Concretere doelen <sup>1</sup>	Impact			
		1	2	3a	3b
1 <b>Bereikbare stad</b>	Meer ruimte creëren voornamelijk voor voetgangers en fietsers				+/-
	Betere doorstroming op belangrijke routes				++
	Betere verbindingen in en naar de stad			++	++
2 <b>(Verkeers) veilige stad</b>	Voorkomen van enkelzijdige fietsongevallen				
	Voorkomen van ongevallen waar een motorvoertuig bij is betrokken		+	++	++
	Voorkomen van overige ongevallen + algemene veiligheid				
3 <b>Aantrekkelijk stad</b>	Verbeteren van de kwaliteit van de openbare ruimte		-	-	+/-
	Imago van Amsterdam				
4 <b>Duurzame stad</b>	Verminderen van energieverbruik en verhogen van productie van duurzame energie				
	Stimuleren van de circulaire economie (beweging van 'bezit' naar 'gebruik' en het 'delen')				+
5 <b>Economisch sterke stad</b>	Verhogen van de welvaart van de bewoners		+	++	++
	Versterken van de concurrentiepositie van Amsterdam en bedrijven				
6 <b>Stedelijke gebiedsontw.</b>	Meer woon- en werkruimte in Amsterdam (bijv. verdichting en verandering van functies)				
7 <b>Gezonde stad</b>	Verbeteren van de gezondheid van Amsterdammers (met name bewegen)				
	Verbeteren van de luchtkwaliteit in Amsterdam				
8 <b>Sociale stad</b>	Meer mensen zijn (duurzaam) aan het werk				
	Meer mensen functioneren zo zelfstandig mogelijk, zo nodig met ondersteuning				
	Minder mensen ervaren financiële belemmeringen om mee te doen in de stad				

++ Zeer sterke positieve bijdrage    + Substantiële positieve bijdrage    Licht positieve bijdrage    Geen/neutrale bijdrage  
 -- Zeer sterke negatieve bijdrage    - Substantiële negatieve bijdrage    Licht negatieve bijdrage

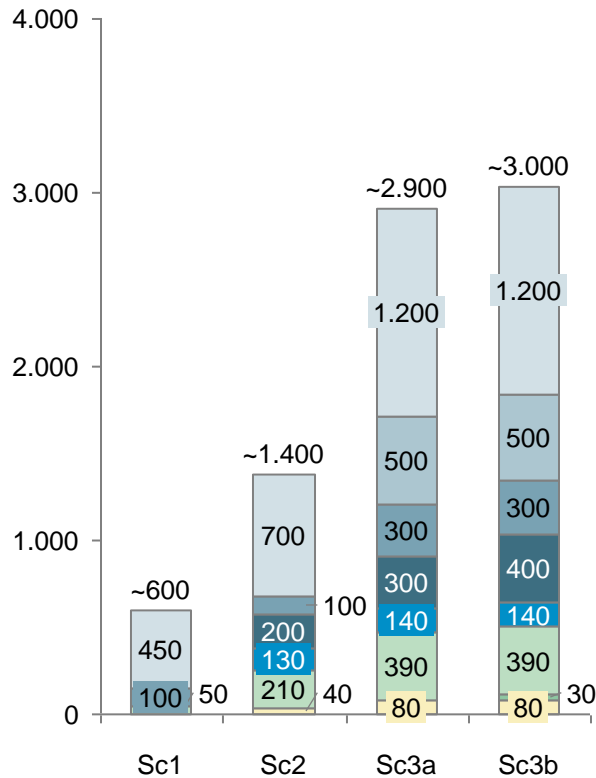
1. Deze subdoelen zijn opgesteld op basis van de relevante documenten voor elk stedelijke doel. Let op dit is geen complete samenvatting van de doelen, er is een selectie gemaakt obv de relevantie voor het zelfrijdend Amsterdam project. Overlap tussen de doelen is zoveel mogelijk voorkomen door subdoelen bij 1 stedelijk doel te laten terugkomen

# Positieve effecten bij ZV-, OV-gebruikers, en kwetsbare groepen, negatieve effecten vooral bij fietsers en voetgangers

Gebruikers groep in scenario's na de overstap naar ZV	1	2	3a	3b	Toelichting
Gebruikers van ZA en ZT					<p><b>De impact op gebruikers van ZA en ZT is positief</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Het grootste voordeel is dat reistijd anders besteed kan worden en (in scenario 3) kan ook tijd bespaart worden doordat de ZA zelf kan parkeren</li> <li>ZV zijn waarschijnlijk veiliger dan huidige auto's waardoor het aantal ongelukken zal reduceren</li> <li>In scenario 3b zijn deze voordelen iets minder positief door de opgelegde ritdeling</li> </ul>
OV gebruikers (ZB en trein + metro)					<p><b>Huidige OV gebruikers die switchen naar ZV gaan minder betalen voor hun vervoer en hoeven mogelijk minder over te stappen (bijna deur tot deur) en hebben veelal kortere reistijd. Voor trein en metro gebruikers verandert er niets</b></p>
Fietsers en voetgangers					<p><b>Behalve in 3b, negatieve impact op fietsers en voetgangers, door extra verkeer op de weg en interventies om de verkeerscomplexiteit te reduceren (extra verkeerslichten en beperkter oversteken)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In scenario 2 en 3a zullen ZV voor extra verkeer op de weg leiden, wat een negatieve impact op de positie van fietsers en voetgangers in de stad kan hebben</li> <li>Daarnaast zullen er maatregelen moeten worden genomen om de verkeerscomplexiteit te reduceren, zoals bijv. extra verkeerslichten</li> <li>ZV zijn waarschijnlijk veiliger dan huidige auto's waardoor het aantal ongelukken zal reduceren</li> <li>In scenario 3b zijn veel parkeerplekken aan de straat niet meer nodig, waardoor er extra ruimte komt voor de fietsers en voetgangers (bijv. geen geparkeerde auto's meer aan de gracht of in woonwijken)</li> </ul>
Kwetsbare groepen					<p><b>Kwetsbare groepen (bijv. mensen die slecht ter been zijn of mensen zonder auto/rijbewijs op afgelegen plekken) kunnen in scenario 2 en 3 gebruik maken van ZV tegen lagere kosten (dan huidig OV) en met minder overstappen, en meestal deur tot deur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Daarnaast is het in scenario 2 en 3 makkelijker voor de gemeente om subsidie te verstrekken aan groepen ipv een vervoersmodaliteiten</li> <li>Verlies laagopgeleide banen is een nadeel voor kwetsbare groepen</li> </ul>

Zeer sterke positieve bijdrage  
 Substantiële positieve bijdrage  
 Licht positieve bijdrage  
 Geen/neutrale bijdrage  
 Zeer sterke negatieve bijdrage  
 Substantiële negatieve bijdrage  
 Licht negatieve bijdrage

# De uitrol van ZV levert tussen de ½ en 3 mld euro per jaar aan maatschappelijk voordeel op (1-5% van Amsterdams BBP)

Maatschappelijke impact (€mln tov 2015)<sup>1</sup>

Type impact	Toelichting	Relevant stadsdoel <sup>2</sup>
Auto: Gebruik reistijd	Huidige autobestuurder kunnen reistijd in een ZA anders besteden (bijv. werken of slapen)	Economisch sterke stad
Auto: Tijdsbesparing parkeren	Autobestuurders hoeven niet meer naar een parkeerplek te zoeken, de ZA kan dat zelf	
Auto: Kostenbesparing	Autobezitters maken extra kosten voor de zelfrijdende technologie, maar deze extra kosten worden ongeveer opgeheven door de besparing op de verzekering. Daarnaast aangenomen dat een ZA 20% zuiniger rijdt	
Auto: Kostenbesparing door delen	Auto reizigers die overstappen naar een gedeelde ZV zijn goedkoper uit omdat de kosten verdeeld worden over meerdere personen	Bereikbare stad
Overstap BTM <sup>3</sup> naar ZV: kostenbesparing	Overstappers van BTM naar ZV, besparen geld doordat gedeeld ZV goedkoper wordt	
Overstap BTM en trein naar ZV: tijdswinst	BTM en trein reizigers die overstappen naar ZV besparen tijd doordat ze niet of minder hoeven overstappen	Veilige stad
Ander gebruik parkeerplekken	Alternatief gebruik van parkeerplekken bijvoorbeeld meer ruimte voor voetgangers of extra ruimte voor horeca/ondernemers	
Reductie ongelukken	Doordat ZV veiliger zijn zal het aantal ongelukken met motorvoertuigen zal afnemen	
Niet gekwantificeerde impact	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlies banen voor lager opgeleiden (bv taxichauffeurs)</li> <li>Reductie van CO2 (impact neutraal)</li> <li>Verslechtering van de gezondheid (overstap van fiets naar ZV)</li> <li>Tijdsverlies fietsers/voetgangers door capaciteit/complexiteit interventies</li> </ul>	

1. Dit is een top-down inschatting van de maatschappelijke impact van ZV, berekend vanuit de huidige reizigersmix en kosten. Dit is de impact van de scenario's als die vandaag volledig uitgerold zouden zijn en zouden dus vergeleken kunnen worden met het huidige BBP van Amsterdam. Dit is geen directe cash-impact voor de gemeente Amsterdam (of de reiziger).

2. De berekende impact is soms relevant voor meerdere stadsdoelen, hier is het meest relevante stadsdoel gekozen

Noot: Amsterdam BBP €54 miljard (CBS, 2014)

3. BTM = Bus Tram Metro

# Verdere interventies zijn nodig om de gevolgen van het ZV in goed banen te leiden

## Gevolgen van de conversie naar ZV

Een groot deel van de bus en tram reizigers geeft aan over te willen stappen naar een vorm van ZV. Het OV zal ook gebruik maken van de zelfrijdende technologie:

- Op de lage frequentie lijnen zal het ZB een betere oplossing zijn
- Op de hogere frequentie lijnen moet om capaciteitsredenen mogelijk een tussenvorm gevonden worden tussen een tram met bestuurder en ZB

Verandering in vraag naar werk-parkeerplaatsen afhankelijk van scenario<sup>2</sup>

- In de basecase neemt de vraag toe met ca 20%
- Daarboven op groeit de vraag in scenario 1 en 2 met ongeveer 5%. Dit komt doordat meer reizigers gebruik maken van een ZA
- In scenario 3a loopt deze vraag terug (overschot van ca 10%) en in 3b is er een groot overschot (van 65%)
- Deze analyse is erg gevoelig voor kleine veranderingen in de scenario's mn op voertuigdeling

De markt voor zelfrijdende taxi's kan snel groeien als ZV mogelijk is. Het lijkt niet wenselijk dat er 1 aanbieder komt die de gehele markt verovert, want deze markt biedt veel schaalvoordelen (winner-takes-all principe)

Huidige infrastructuur is nog niet volledig klaar voor ZV verkeer

Vervoer voor commerciële bedrijven minder interessante voor sommige locaties

Taxichauffeurs en een deel van de OV medewerkers verliezen hun baan

Privacy vraagstukken zullen opspelen mbt reizigers gegevens (bijv. door locatiedata die opgeslagen wordt voor ritbeprijzing)

Benodigde digitale/connected infrastructuur om het ZV in goede banen te leiden

## Interventies<sup>1</sup>

**Aanpassen (volgende) OV concessie om ZV mogelijk te maken (ism met SRA)**

**Toetsen toekomstbestendigheid van nieuwe OV investeringen adhv ZV scenario's**

- Identificeren welk deel investeringen no regret zijn (bijv. kleine verbeteringen en of vrije banen maken)
- Zijn investeringen met een lange financiële levensduur toekomstbestendig (bijv. nieuwe tramrails) in relatie tot de veranderende voertuigmix?

**Toetsen toekomstbestendigheid van parkeerstrategie adhv ZV scenario's**

- Nieuwe parkeergarages geschikt maken voor ZV, lijkt in alle scenario's zinvol
- Additionele parkeercapaciteit is hard nodig om basecase groei op te vangen
- Bij scenario 1, 2 en 3a is het van belang dat de nieuwe parkeergarages op de juiste plek worden gebouwd
- Als de gemeente zwaar inzet op ritdeling (3b), dan moet de MKBA van nieuwe garages meenemen dat (in dat scenario) de laatste jaren minder rendabel zullen zijn
- Tbv dit soort beslissingen is het zinvol een degelijk vraag/aanbod model op te stellen voor de hele stad, voor alle parkeervraag/capaciteit

**Benodigde aanpassingen taxilicentie om voor een concurrerend speelveld te garanderen in kaart brengen**

**Aanpassen van infrastructuur (bv in- en uitstapplaatsen)**

**Invoeren persoonlijke mobiliteitssubsidies voor doelgroepen ipv subsidie voor vervoersmodaliteiten**

**Omscholen en/of actief begeleiden naar nieuw werk voor taxi chauffeurs en OV medewerkers**

**Proactief adresseren van mogelijke privacy issues**

**Een ZV moet in alle situaties veilig kunnen rijden en niet afhankelijk zijn van de digitale infrastructuur van een stad. Connected mobility aanleggen is altijd zinvol tbv de doorstroming**

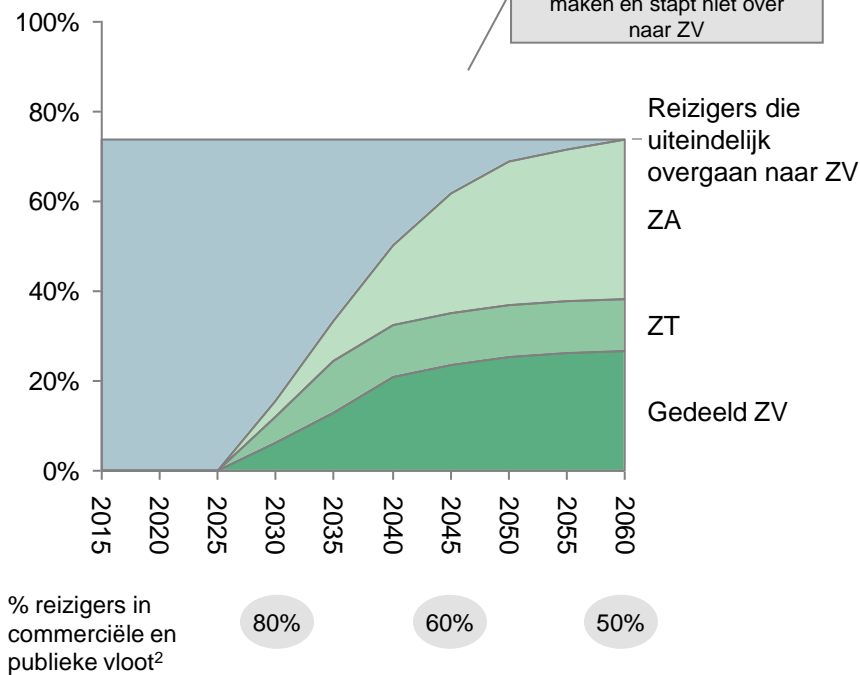
1. De optimale mix incl. evt additionele interventies zal verder uitgewerkt moeten worden

2. Dit is het geschatte tekort bij werkplek locaties (overdag) als % van het parkeeraanbod in de base case. Dit is bovenop een base case groei van parkeervraag en aanbod

# Rond 2035-2040 zal naar verwachting de helft van de uiteindelijke conversie hebben plaats gevonden, ...

## Illustratieve conversie voor scenario 3a<sup>1</sup>

% conversie van reizigers naar ZV (scenario 3a)



## Conversie logica

### Rond 2025 zal de technologie voor ZV beschikbaar zijn voor bijna alle verkeerssituaties

- Voor dit voorbeeld is ervan uitgegaan dat de stad bepaalde verkeerssituaties versimpelt zodat de ZV in de stad kunnen rijden vanaf 2025
- Als de technologie de complexe verkeerssituaties moet oplossen kan het nog meer dan 5 jaar extra duren voordat de ZV overal in de stad rijden, maar daarna is het waarschijnlijk een op te lossen met een software update

### Conversie van privé ZA gedreven door betaalbaarheid en vervanging van bestaande auto's

- ZV technologie is na 5-10 jaar betaalbaar (rond 2035) voor de meeste mensen
- Daarna nog 10-15 jaar voordat de gehele autovloot vervangen is
- Ombouwpakketten en software updates zouden dit nog kunnen versnellen

### Conversie naar de ZT zal snel plaatsvinden. Zodra de technologie klaar is voor de stad komen er waarschijnlijk snel nieuwe toetreders

- Besparing van het rijden zonder chauffeur is veel groter dan de hogere aanschafwaarde van zelfrijdende technologie. Dus het lijkt aantrekkelijk om op korte termijn een taxi te vervangen door een ZT (gemiddeld gaan taxi's ongeveer 3 jaar mee)
- Daarnaast lijkt deze markt aantrekkelijk voor nieuwe toetreders die niet hoeven te wachten om een bestaande vloot te vervangen

### Conversie naar gedeelde ZV afhankelijk van het OV/licentie beleid van de gemeente

- Gedeelde ZT zullen ongeveer dezelfde tijdslijn als ZT volgen. Met meer gebruikers zal het aanbod waarschijnlijk ook toenemen
- De conversie naar zelfrijdende busjes zal afhankelijk zijn van de beschikbaarheid, wat mede bepaald kan worden door de gemeente dmv bv het OV/licentie beleid

1. Deze conversie is opgesteld obv de weergegeven logica 2. % reizigers in ZT en gedeelde ZV tov totaal aantal reizigers in ZV.

# ..., daardoor zijn een aantal interventies tijd kritisch in scenario 2 en 3

	Interventies	Tijd kritisch <sup>1</sup>				Toelichting	
		1	2	3a	3b		
<b>Interventies om ZV mogelijk te maken</b>	Vereenvoudigen van complexe verkeerssituaties en handhaving tegen ongeoorloofd oversteken					Ja	Tijdsintensief door ontwerp en uitvoering, nu starten met verder uitzoeken. En het kan zijn dat een klein aantal ZV al voor opstoppingen zorgt (dus bij het begin van de conversie)
	Stimuleren van een zelfrijdende busjes					Ja	Pilots uitvoeren, ontwerp en uitproberen op eerste routes.
	Openstellen van OV banen voor ZV					Ja	Verkeersmanagement en -infrastructuur moeten worden aangepast aan andere stromen op OV banen
	Ombouwen van parkeerplaatsen langs verkeersaders naar extra rijbanen					Ja	Ombouwen naar rijbanen kost veel tijd voor ontwerp en uitvoering
	Invoeren van ritbeprijzing					Ja	Systeem (ism rijksoverheid) om ritbeprijzing mogelijk te maken kost tijd en politiek draagvlak nodig
	Stimuleren van ritdeling					Nee	Openstellen OV banen alleen voor ZV met ritdeling kan redelijk snel. Specifieke ritbeprijzing tbv ritdeling kan snel als ritbeprijzing al ingevoerd is.
<b>Interventies om de gevolgen van ZV te adresseren</b>	Aanpassen van (volgende) OV concessie om ZV mogelijk te maken (ism met SRA)					Ja	Concessie aanpassen kost tijd
	Toetsen toekomstbestendigheid van nieuwe OV investeringen adhv ZV scenario's					Ja	Grootste deel OV investeringen zal no regret zijn maar voor bepaalde OV investeringen met een lange looptijd (bijv. 20+ jaar) zouden getoetst moeten worden of deze toekomstbestendig zijn
	Toetsen toekomstbestendigheid van parkeerstrategie adhv ZV scenario's					Ja	Economische levensduur van parkeergarages is 40+ jaar. MKBA toetsen aan scenario's. Geschikt maken voor ZV sowieso zinvol
	Benodigde aanpassingen taxilicentie om voor een concurrerend speelveld te garanderen in kaart brengen					Ja	Taxilicentie aanpassen om ZT mogelijk te maken en concurrentie te waarborgen
	Aanpassen van infrastructuur (bv in- en uitstapplaatsen)					Nee	Aanleggen van in- en uitstapplaatsen kan relatief snel (als deze plekken vergelijkbaar worden met een brede parkeerplaats)
	Invoeren persoonlijke mobiliteitssubsidies voor doelgroepen ipv subsidie voor vervoersmodaliteiten					Nee	Subsidie kan aan vervoerspartij worden verstrekt of direct aan bepaalde groepen (bijv. ouderen)
	Omscholen en/of actief begeleiden naar nieuw werk voor taxi chauffeurs en OV medewerkers					Nee	Omscholingstrajecten kunnen relatief snel worden opgezet
	Proactief adresseren van mogelijke privacy issues					Nee	Privacy issues adresseren voordat ZV gebruikt gaan worden, maar dat heeft nog even tijd
	Aanleggen van digitale/connected infrastructuur					Nee	Is geen vereiste voor ZV, connected mobility is altijd zinvol tbv de doorstroming

**Legenda**

Interventie niet nodig



Interventie beperkt in scenario



Interventie nodig in scenario

1. Tijdskritisch: gezien de lange doorlooptijd van de interventie, en/of de lange terugbetaaltijd van geplande investeringen



# ZV komt er toch door voordelen op de snelweg, bij niets doen loopt de stad vast, ...

Scenario	1. Alleen op de snelweg	2. Ook op de verkeersaders	3a. Overal in de stad, (weinig voertuig- en ridedeling)	3b. Overal in de stad, (veel voertuig- en ridedeling)
<b>Wat gebeurt er</b>	Zelfrijdende auto's vervangen normale auto's ..	.., daarnaast stappen veel mensen uit het OV naar ZV,..	.., ZV is meestal deur tot deur en parkeert zichzelf, ..	.., met veel meer (opgelegde) voertuig- en ridedeling
<b>% reizigers in auto + ZV (basecase = 39%)</b>	43%	71%	74%	74%
<b>% reizigerskm in gedeelde ZV tov alle ZV</b>	0%	32%	35%	72%
<b>Grove schatting tekort aan parkeerplaatsen (bij werkplek) <sup>1</sup></b>	Tekort van ca 5%	Tekort van ca 5%	Overschot van 10% (aanwenden tbv weghalen P plekken op aders)	Overschot van 65% (aanwenden tbv weghalen P plekken op alle straten)
<b>Op te lossen verkeersintensiteit (weg)</b>	Ca +20%	Ca +100%	Ca +80%	Ca +30%
<b>Op te lossen verkeerscomplexiteit (door de stad of technologie)</b>	Laag	Gemiddeld	Hoog	Gemiddeld
<b>Interventies</b>	-	Strakker sturen op <i>capaciteit</i> creëert licht nadeel voor <i>fietser/voetgangers</i>	Strakker sturen op verkeers- <i>complexiteit</i> en <i>capaciteit</i> creëert licht nadeel voor <i>fietser/voetgangers</i>	Strakker sturen op verkeers- <i>complexiteit</i> en <i>capaciteit</i> creëert licht nadeel voor <i>fietser/voetgangers</i>
<b>Kosten interventies</b>	0	Grotendeels van bestaande budget	Beperkt tov jaarlijkse voordelen	Beperkt tov jaarlijkse voordelen
<b>Maatschappelijke impact in € p.j.<sup>1</sup></b>	0,6 Mld	1,4 Mld	2,9 Mld	3,0 Mld

1. Dit is het geschatte tekort bij werkplek locaties (overdag) als % van het parkeeraanbod in de base case. Dit is bovenop een base case groei van parkeervraag en aanbod

# ..., dus zinvol om een visie te ontwikkelen op vier assen om richting te geven aan de genoemde interventies.

Keuzes	Afweging
<b>1. In hoeverre?</b> <b>Wil de Gemeente de resulterende groei naar voertuigen op de weg in de stad faciliteren?</b>	De groei op de weg door ZV komt bovenop de basecase groei van ~50%. Tot nu toe is het beleid om de binnenstad meer autoluw te maken. Als de gemeente dit beleid wil voortzetten, moet hierbij bedacht worden dat Parkeer beprijzing en capaciteitbeperking zijn effectiviteit zal verliezen, omdat het ZV zelf zal rondrijden op zoek naar een (goedkope) parkeerplaats, en daarmee voertuigkilometers zal toevoegen.
<b>2. Hoe?</b> <b>Wil de Gemeente op ritdeling sturen om (verder) voertuigkilometers te reduceren?</b>	Meer ritdeling heeft grote voordelen op het gebied van weggcapaciteit. Er moet dan wel actief op gestuurd worden door beprijzing tbv ritdeling en bv door het selectief openstellen van de OV-banen
<b>3. Waar?</b> <b>Faciliteert de Gemeente het ZV alleen op de verkeersaders of overal?</b>	Als we het ZV beperken tot de verkeersaders vermijden we een groot deel van de complexiteit (mn op de drukke stadsstraten), maar lossen we niet het capaciteit probleem op en verliezen een deel van het voordeel van zelf-parkeren/deur tot deur reizen
<b>4. Wanneer?</b> <b>Gaat de Gemeente proactief of geleidelijk te werk?</b>	Dit is een afweging tussen tijdig adresseren van verkeerscomplexiteit/capaciteit, (proactief), versus het creëren van draagvlak voor benodigde interventies en het beter begrijpen van onzekerheden (geleidelijk). Idealiter zo snel mogelijk draagvlak en ervaring creëren (bv met zelfrijdend busje), om op tijd te kunnen interveniëren op capaciteit/complexiteit

# Nu richting geven, vervolgstappen in programma onderbrengen

## Richting geven

Om richting te geven aan de interventies, is het zinvol als de gemeente op korte termijn een visie ontwikkelt op:

- In hoeverre wil de Gemeente de resulterende groei naar voertuigen op de weg in de stad?
- Hoe (veel of weinig voertuig- en ritdeling), waar (verkeersaders of overal in de stad) en wanneer (proactief of geleidelijk invoeren)

## Ontwikkeling en in de gaten houden

De exacte timing van de beschikbaarheid en uitrol van zelfrijdende voertuigen blijft onzeker en afhankelijk van vele factoren. Daarom is het voor de gemeente belangrijk om de ontwikkeling in de volgende drie gebieden in de gaten te houden:

- Aankondiging/lancering van zelfrijdende voertuigen door fabrikanten (bv Google, Tesla, Volkswagen etc.)
- Aankondiging/lancering van aanbieders van taxi services en 'mobility as a service' (bv Uber, Lyft)
- Aankondiging/lanceringen van (pilots met) zelfrijdende voertuigen in stedelijke gebieden (bv Singapore)

## Grootste onzekerheden beter begrijpen

1. Kunnen ZV de complexiteit (bijv. fietsers en voetgangers) van Amsterdam aan?

- Pilots met zelfrijdende auto's in de stad
- Uitzoeken waar precies knelpunten zijn en hoe die op te lossen, inclusief het schatten van de impact op fietsers en voetgangers

2. Welke reizigers switchen naar welke vormen van zelfrijdende voertuigen? En gaan mensen aan ritdeling doen/gebruik maken van gedeelde voertuigen?

- Pilot goedkope taxi busje om te testen of mensen de overstap maken van trein/auto naar de taxi
- Pilot met goedkope en later zelfrijdende busjes in de stad (kies eerste routes tbv gewone Amsterdammers)
- Focusgroepen om beter te begrijpen hoe ritdeling te kunnen stimuleren, om impact van ritbeprijzing te begrijpen

3. Met welke interventies is de capaciteit van de weg toereikbaar?

- Verkeersmodel van de gemeente uitbreiden (met de elementen van de capaciteitsanalyse), en op kritieke punten beter kwantificeren

## Tijdskritische interventies voorbereiden

Ongeacht de keuze voor proactief/geleidelijk invoeren, moeten nu al een aantal tijdskritische interventies voorbereid worden (de snelheid waarmee die uitgevoerd worden hangt wel af van de proactief/geleidelijk keuze):

- Toetsen toekomstbestendigheid van OV investeringen en parkeerstrategie aan de hand van ZV scenario's
- Ism SRA onderzoeken welke type OV concessie straks optimaal is, en hoe zelfrijdend busje te stimuleren
- Uitzoeken waar verkeersinfrastructuur aan te passen: vereenvoudigen van complexe verkeerssituaties, openstellen OV banen voor ZV, en ombouwen van parkeerplaatsen naar rijbanen
- Invoeren ritbeprijzing ism met de rijksoverheid
- Aanpassen van taxi licentie (ZT mogelijk te maken en concurrentie te waarborgen)

## Onder brengen in programma

Het lijkt verstandig het managen van de implicaties van het ZV onder te brengen in een programma, ivm grote RVE overstijgende veranderingen met veel onzekerheden

- Een klein centraal team in de meest betrokken RVE tbv bewaken coördinatie, voortgang, het schakelen bij veranderingen, het op tijd opstarten van tijdskritieke acties
- Het meeste werk onderbrengen in de relevante RVE's en stadsregio, maar met een helder aanspreekpunt in de programma organisatie
- De afdeling financiën betrekken om de impact op kosten/baten/investeringen in het oog te houden
- Het ZV programma zal in goede samenhang moeten gebeuren met het programma smart mobility

# Disclaimer

The services and materials provided by The Boston Consulting Group (BCG) are subject to BCG's Standard Terms (a copy of which is available upon request) or such other agreement as may have been previously executed by BCG. BCG does not provide legal, accounting, or tax advice. The Client is responsible for obtaining independent advice concerning these matters. This advice may affect the guidance given by BCG. Further, BCG has made no undertaking to update these materials after the date hereof, notwithstanding that such information may become outdated or inaccurate.

The materials contained in this presentation are designed for the sole use by the board of directors or senior management of the Client and solely for the limited purposes described in the presentation. The materials shall not be copied or given to any person or entity other than the Client ("Third Party") without the prior written consent of BCG. These materials serve only as the focus for discussion; they are incomplete without the accompanying oral commentary and may not be relied on as a stand-alone document. Further, Third Parties may not, and it is unreasonable for any Third Party to, rely on these materials for any purpose whatsoever. To the fullest extent permitted by law (and except to the extent otherwise agreed in a signed writing by BCG), BCG shall have no liability whatsoever to any Third Party, and any Third Party hereby waives any rights and claims it may have at any time against BCG with regard to the services, this presentation, or other materials, including the accuracy or completeness thereof. Receipt and review of this document shall be deemed agreement with and consideration for the foregoing.

BCG does not provide fairness opinions or valuations of market transactions, and these materials should not be relied on or construed as such. Further, the financial evaluations, projected market and financial information, and conclusions contained in these materials are based upon standard valuation methodologies, are not definitive forecasts, and are not guaranteed by BCG. BCG has used public and/or confidential data and assumptions provided to BCG by the Client. BCG has not independently verified the data and assumptions used in these analyses. Changes in the underlying data or operating assumptions will clearly impact the analyses and conclusions.



Thank you

[bcg.com](http://bcg.com) | [bcgperspectives.com](http://bcgperspectives.com)