



Ministry of Infrastructure and the  
Environment

# Paden naar een zelfrijdende toekomst

Vijf transitiestappen in beeld



# Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

- **Kort iets over het KiM**
- **Paden naar een zelfrijdende toekomst**





# Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

- **Zelfstandig onderzoeksinstituut** binnen het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM)
- **Opgericht in 2006** vanuit behoefte aan versterking van strategische kennisbasis mobiliteitsbeleid





## Producten en diensten

- **Vraaggestuurd** onderzoek naar strategische beleidsvragen

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

- **'Kennis-aan-tafel'**



- Interne **signaleringsnotities** op eigen initiatief







## KiM is onderdeel van het ministerie, maar...

- Inhoud is **vrij** van politieke sturing



- Alle onderzoeken worden **wetenschappelijk gereviewed**
- Alle publicaties zijn **openbaar**



# Organisatie KiM

## **Medewerkers**

- Ca. 30 mensen
- Grote variëteit aan onderzoeksdisciplines



# KiM-project: IenM en de zelfrijdende auto

## **1. Beelden vervoersysteem van de toekomst met automatische voertuigen**

- Visie ontwikkelen, interacties doordenken
- Omgaan met onzekerheden en implicaties daarvan

2. Schetsen van transitiepaden naar toekomstbeelden (backcasting)

3. Mogelijke handelingsperspectieven van IenM



# KiM-project: IenM en de zelfrijdende auto

## 1. 'Chauffeur aan het stuur?'

- Beelden vervoersysteem van de toekomst met automatische voertuigen (4 scenario's)



## 2. Paths to a self-driving future

- Transitiepaden naar scenario's toe (fore- & backcasting)
- Aangrijpingspunten beleid







## Uitgangspunten scenariostudie

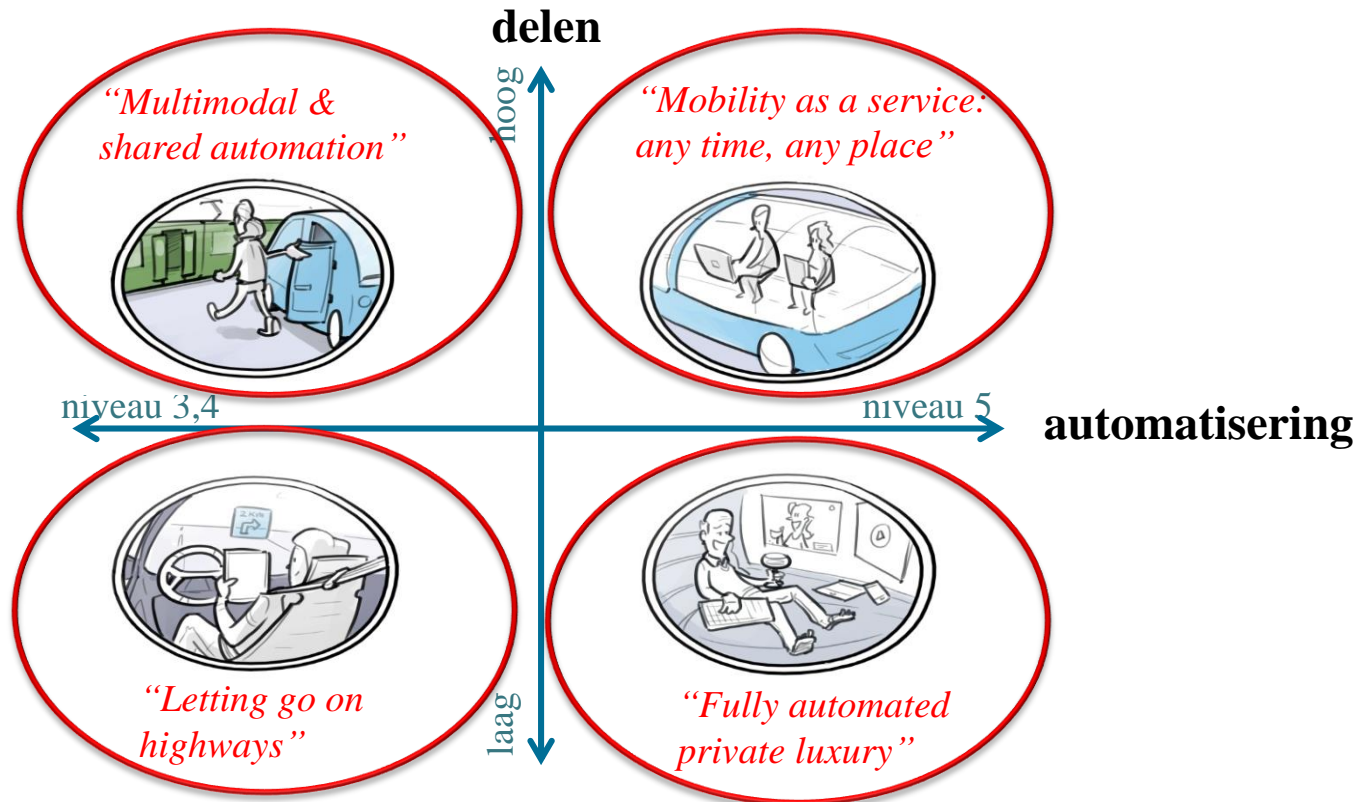
- Expliciet oog voor bredere maatschappelijke effecten
  - Effecten op verschillende vervoerwijzen
  - Sociale, ruimtelijke en economische implicaties
- Geen specifieke tijdshorizon. Redeneren vanuit (eind)fasen.



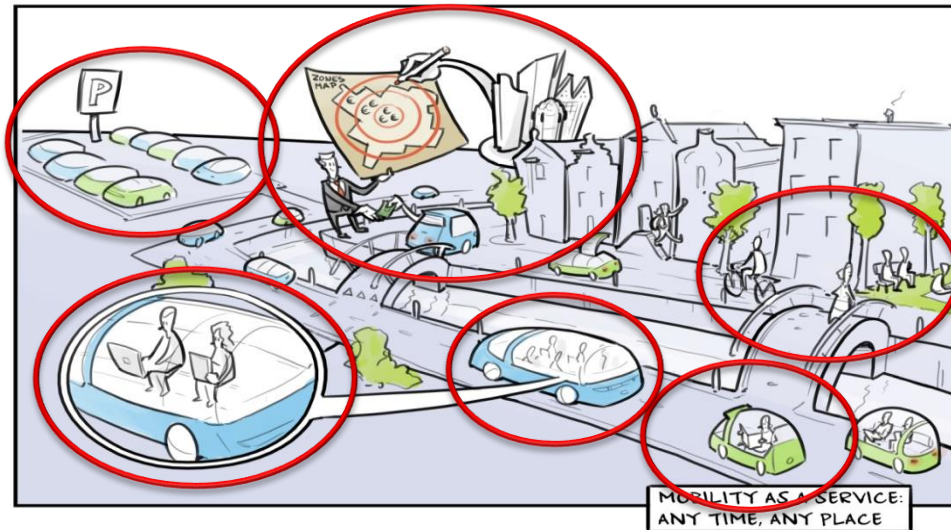
# Definitie: SAE-niveaus van automatisering

Niveau	Aanduiding	Voorbeeld	Rol bestuurder
<i>Menselijke bestuurder monitort de rijomgeving</i>			
0	No automation	Lane Departure Warning	Bestuurder voert alle taken zelf uit. Mogelijk wel bestuurderondersteunende systemen.
1	Driver assistance	Adaptive Cruise Control	Auto kan sommige rijtaken zelf uitvoeren (bijvoorbeeld afstand houden). Bestuurder houdt daarbij toezicht en voert andere rijtaken zelf uit.
2	Partial automation	Parking Assistance	Auto kan zelf navigeren (bijvoorbeeld op de snelweg). Bestuurder houdt continu toezicht.
<i>Het automatische systeem monitort de rijomgeving</i>			
3	Conditional automation	Highway Chauffeur	Bestuurder kan in bepaalde situaties (bijvoorbeeld op de snelweg) andere dingen doen (lezen, skypen), maar moet kunnen ingrijpen/overnemen als het systeem daarom vraagt ('fallback-ready user').
4	High automation	Highway Chauffeur, Parking Garage Pilot	Bestuurder kan in bepaalde situaties (bijvoorbeeld op de snelweg) andere dingen doen, zelfs slapen.
5	Full automation	Robot Taxi	Geen bestuurder nodig.

# Scenario's

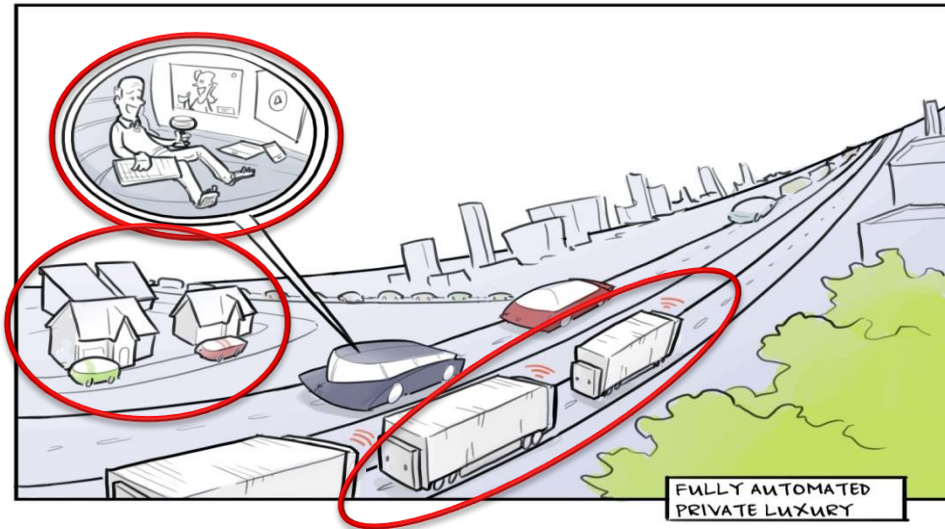


## Mobility as a service: Any time, Any place



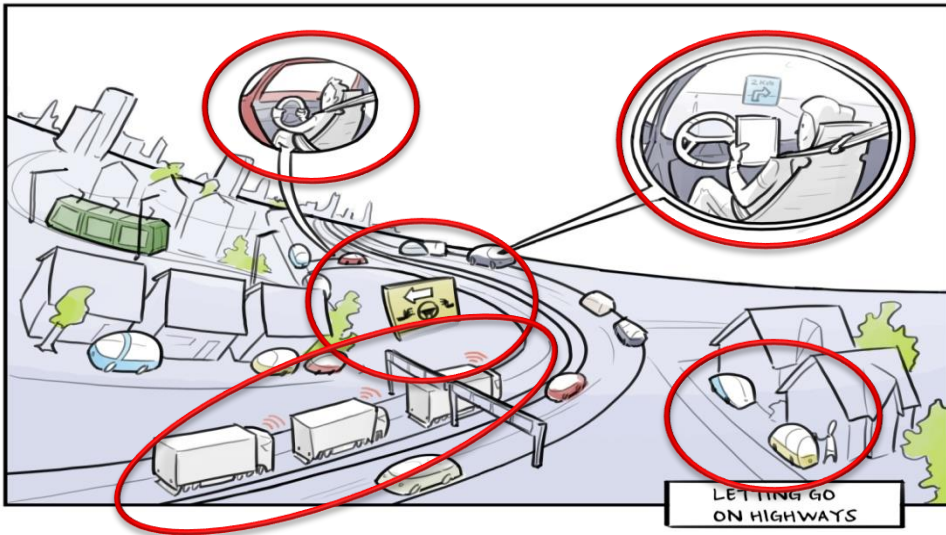
- Deur-tot-deur reizen via automatische taxibots
- De deeleconomie floreert: bezit en ritten
- Traditioneel OV grotendeels verdwenen
- Voertuigen parkeren zelf buiten stad
- Fietsen en lopen populair
- Prijs/km binnen stad neemt toe

## Fully automated private luxury



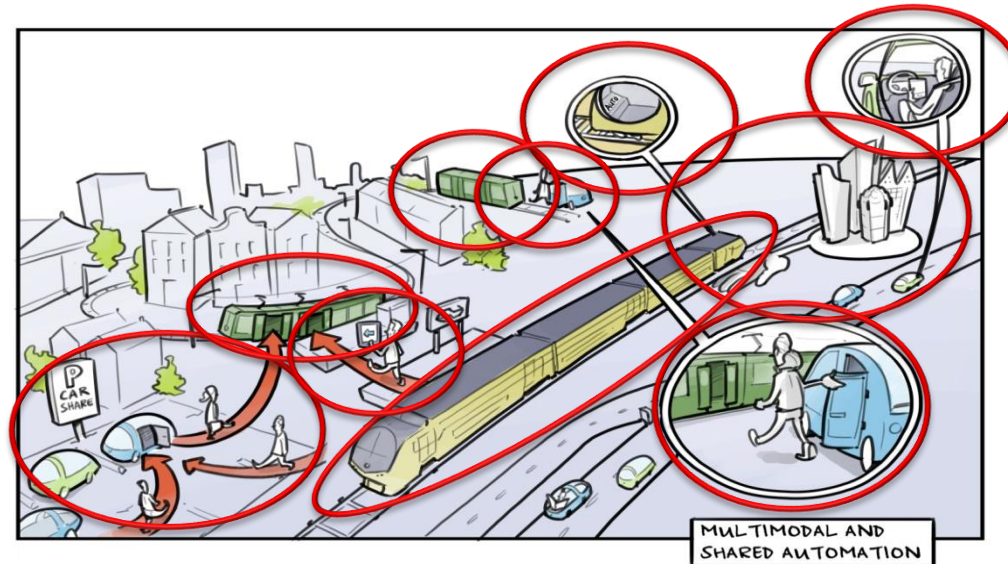
- 'Fully connected' cocon, zonder stuur
- Delen alleen binnen huishouden
- Traditioneel OV grotendeels verdwenen
- Uber-achtig systeem voor mensen zonder auto
- Auto's staan voor de deur
- Mensen kopen hun auto's bij autodealers
- Platoons op snelweg; geen cabine/chauffeur

## Letting go on highways



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

## Multimodal & shared automation



- 'Handen los' op snelweg (level 3/4)
- Hoge mate van delen (autobezit en ritten)
- OV is populair
- Treinen/trams/metro's zonder bestuurder en hoge frequentie
- Overheid stimuleert grootschalig OV in stad
- Efficiënte multimodale ritten en overstappen
- Digitale reisassistent ondersteunt rit

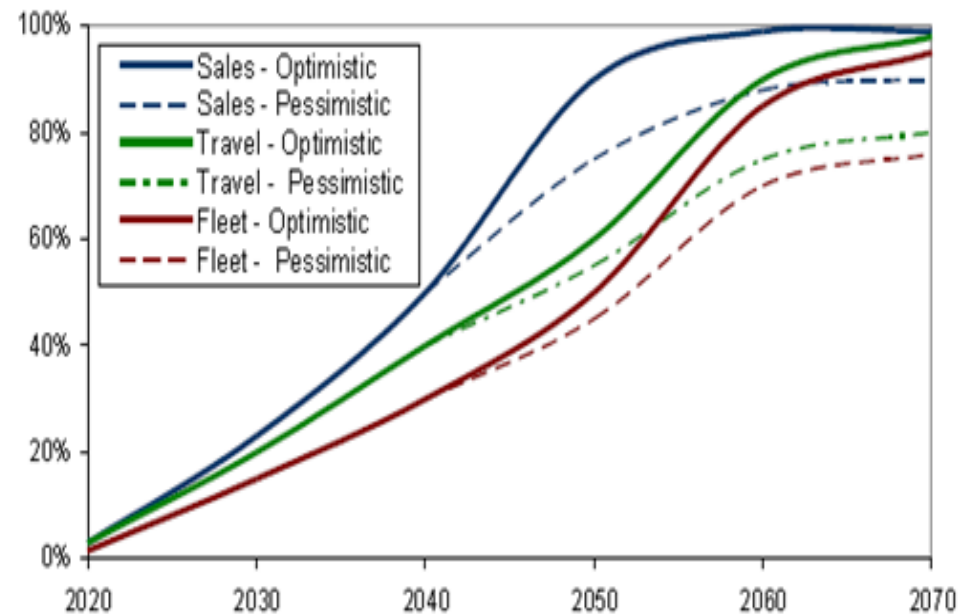
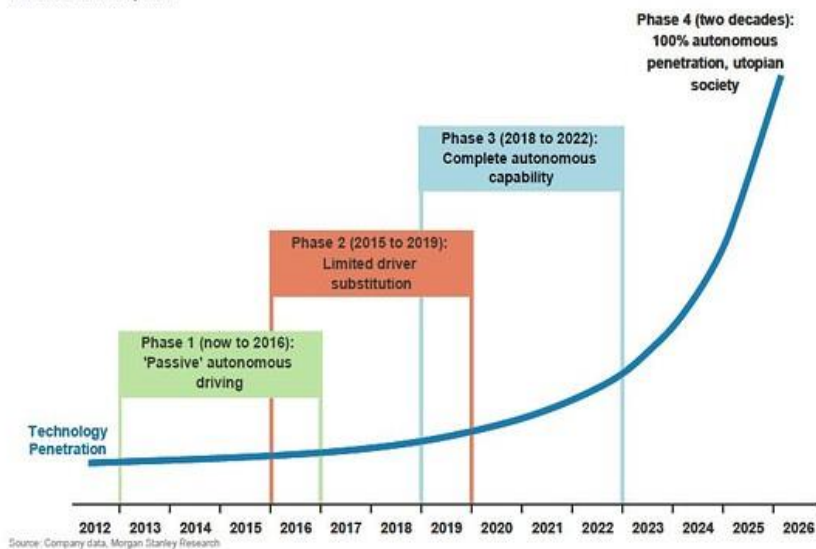




# Transitie in perspectief

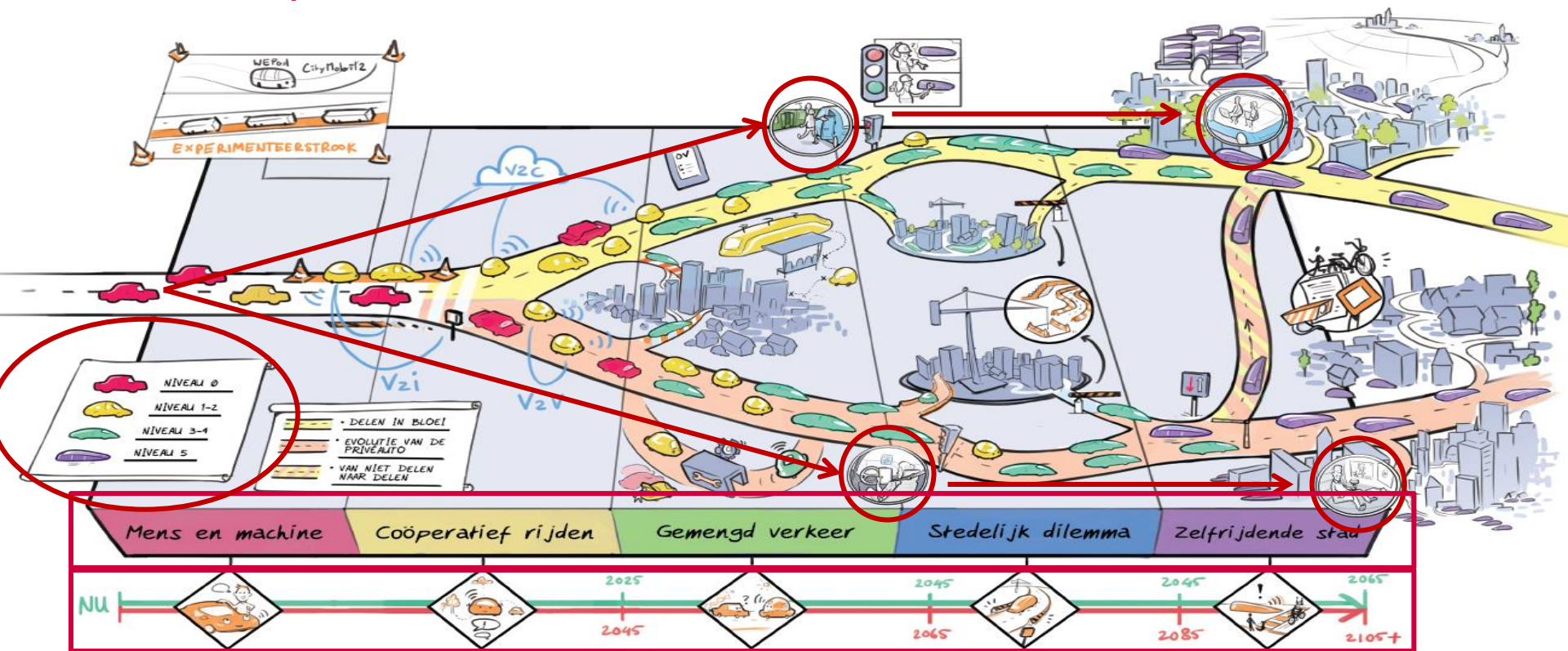
- Twee perspectieven: technisch mogelijk / 'nieuw' transport systeem

Exhibit 20  
Timeline for Adoption

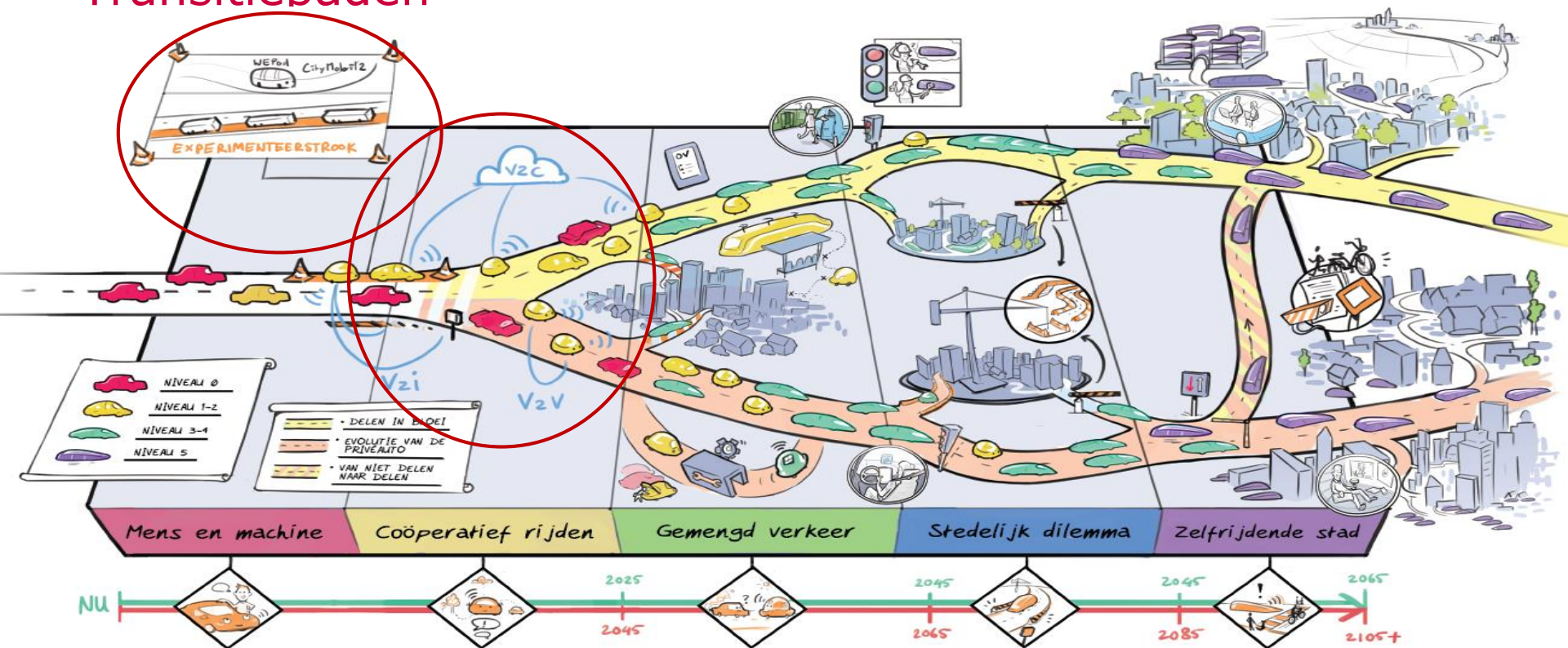


- Transitie: 'vloeiende' curve? Evolutie, revolutie of een paar goed gekozen 'sprongen'?

# Transitiepaden

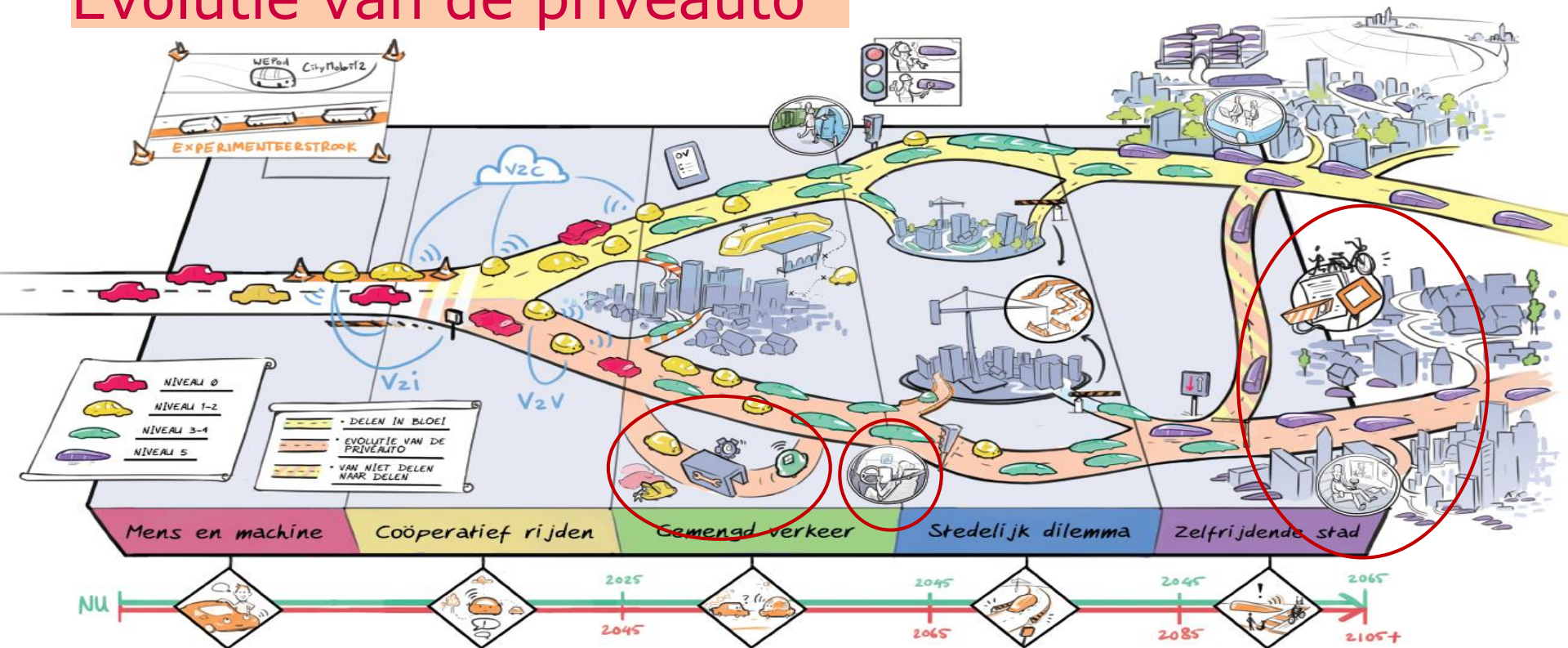


# Transitiepaden

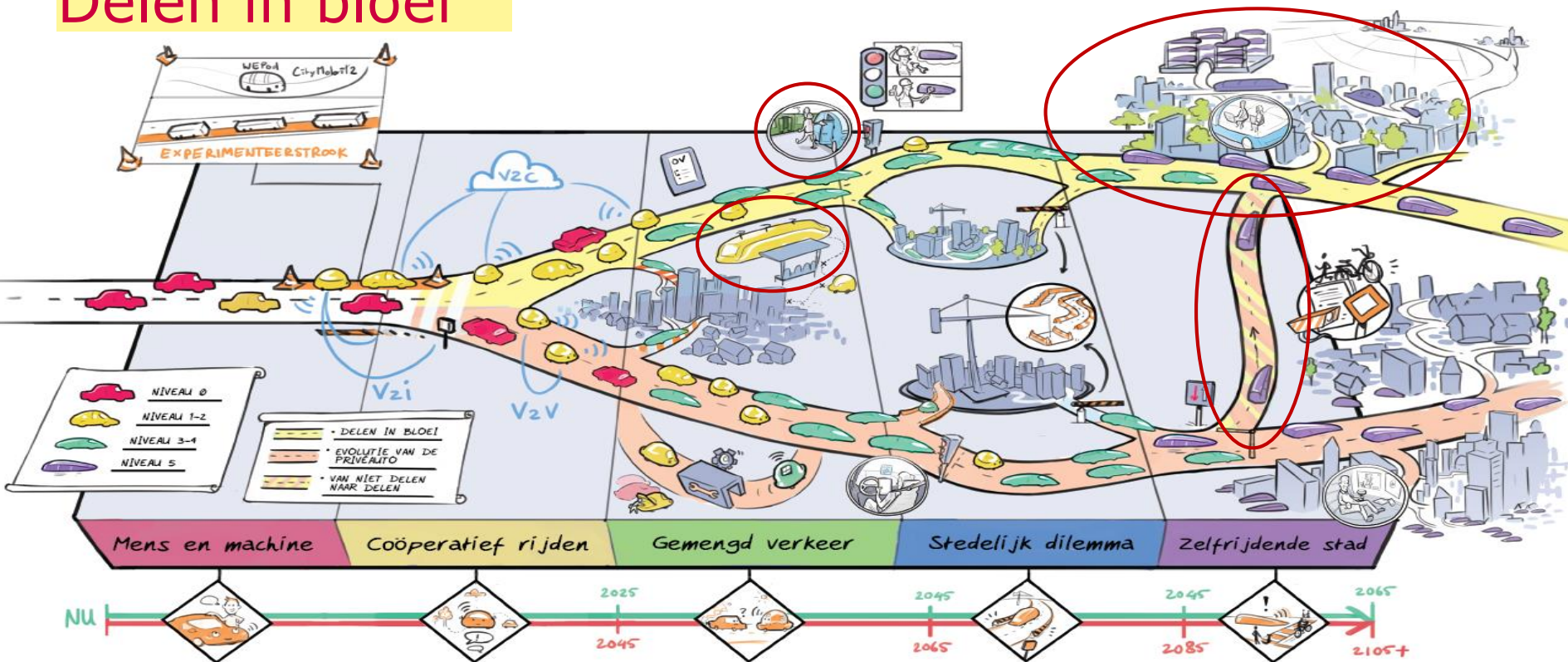




# Evolutie van de privéauto



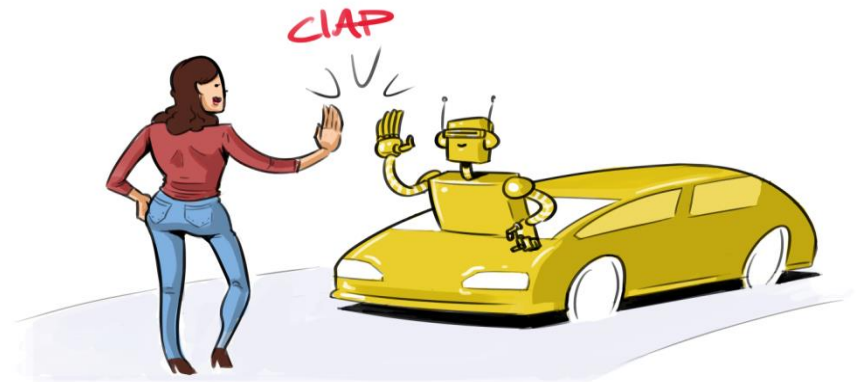
# Delen in bloei



## Mens en Machine (niveau 1-2)

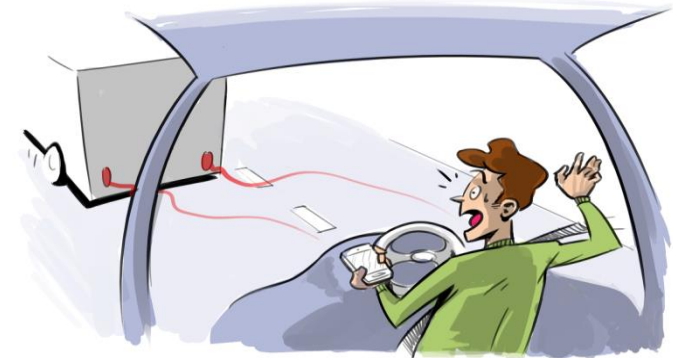
- **Beste van beide werelden?**

- Mens kan goed omgaan met complexe onverwachte omstandigheden
- Technologie goed in ondersteuning
- Hogere verkeersveiligheid
- Betere doorstroming



- **Of niet?**

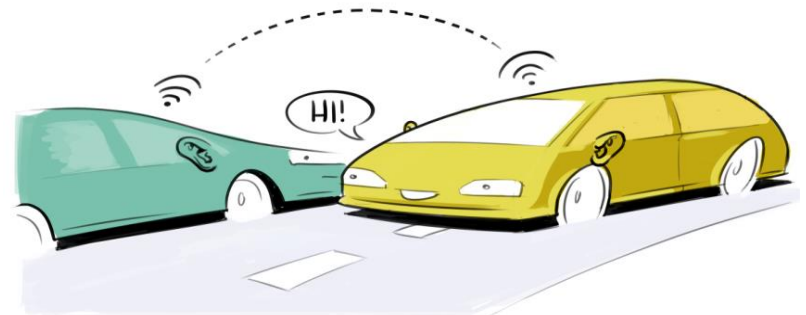
- Aandacht van bestuurder verslapt
- Ondermijning van vertrouwen in techniek door mogelijke ongevallen





## Coöperatief rijden (niveau 1-2)

- **Heilige graal?**
  - Efficiënt gebruik van de weg
  - Hogere verkeersveiligheid
  - Minder files
  - Afname CO<sub>2</sub>
- **Of brug te ver?**
  - Betrouwbaarheid sensoren en software
  - Cyber security: hacks en privacy





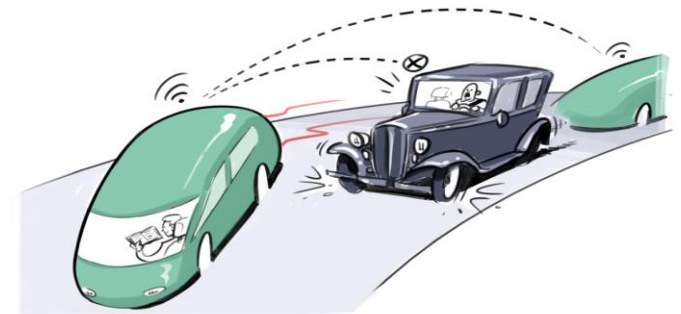
## Gemengd verkeer op de snelweg (niveau 3-4)

- **Zelfplossend vermogen?**

- Consument waardeert veiliger verkeer en efficiënt gebruik van de weg
- Investerings in transitiezones tussen snelweg en stad

- **Of showstopper?**

- Consument wil graag de controle hebben
- Gevaarlijke interactie



## Stedelijk dilemma (niveau 3-4)

- **Ontvlechten van stromen?**
  - Niveau 5 ver weg
  - Aanpassen stedelijke infrastructuur: niveau 3-4 in de stad
- **Of niets doen?**
  - Niveau 5 dichtbij
  - Scheiden van stromen te duur



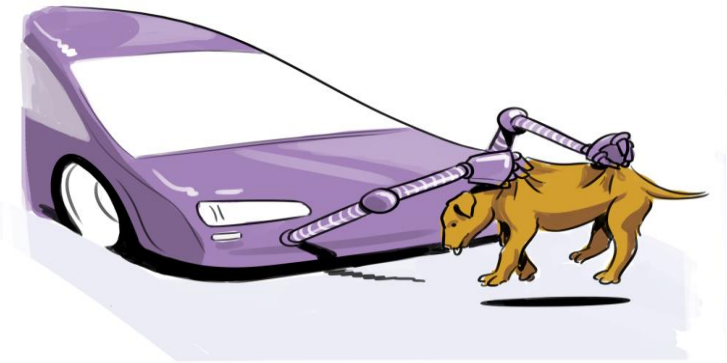
## Zelfrijdende stad

- **Harmonische interactie?**

- Slimme camera's en sensoren
- Lage snelheid in de stad
- 'Dwingende' voertuigen
- Fysieke scheiding
- Cultuur

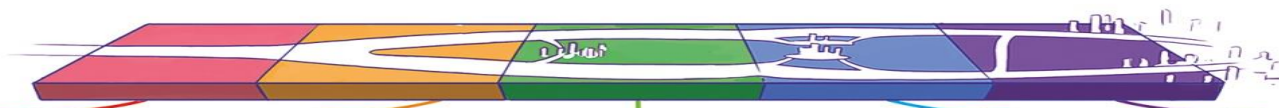
- **Of betwiste ruimte?**

- Fietsers en voetgangers grijpen de macht
- Autoverkeer komt stil te staan
- Betrouwbaarheid sensoren en software



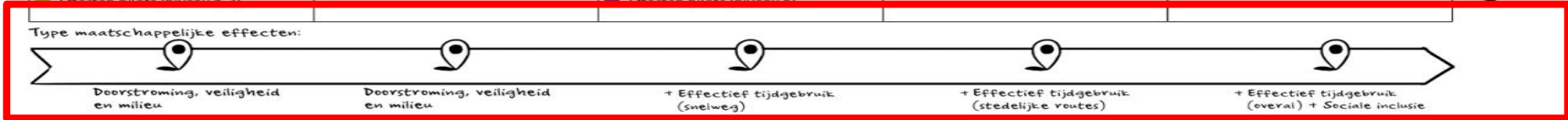


# Aangrijpingspunten beleid



Mens en machine	Coöperatief rijden	Gemengd verkeer	Stedelijk dilemma	Zelfrijdende stad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aanpassen Verdrag van Wenen</li> <li>Toelating voertuigen niveau 1-2</li> <li>Aansprakelijkheid en verzekeraarbaarheid</li> <li>Vereisten rijbewijs</li> <li>Human-machine interface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data &amp; privacy</li> <li>Toelating coöperatieve voertuigen</li> <li>Internationale coördinatie coöperatief rijden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethische issues zelfrijdende voertuigen</li> <li>Toelating voertuigen van niveau 3-4</li> <li>Internationale coördinatie niveau 3-4</li> <li>Minimale volgfstanden</li> <li>Regelgeving in-/uitvoegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regelgeving en handhaving voor veilig en vlot rijden niveau 3-4 in stad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toelating voertuigen niveau 5</li> <li>Regelgeving voor veilig en vlot rijden niveau 5 in stad</li> <li>Internationale coördinatie (niveau 5)</li> <li>Regelgeving eerlijke concurrentie (bij delen)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wegbelijning en bebording op orde</li> <li>Adaptieve planning en contracten (innovaties)</li> <li>Pilots coöperatief en niveau 3-4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investeren in V2I, V2C</li> <li>Opschalen pilots niveau 3-4 op snelweg</li> <li>Testen veiligheid in gemengd verkeer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wel/niet niveau 3-4 op aparte rijstroken</li> <li>Wel/niet breedte rijstrook aanpassen</li> <li>Pilots niveau 5 stad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Routes in steden voor niveau 3-4 aanpassen</li> <li>Wegbelijning en bebording op orde in stad</li> <li>Opschalen niveau 5 stad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concrete maatregelen voor niveau 5 in stad</li> <li>Benodigde parkeerruimte (als delen een vlucht neemt)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Human-machine interface</li> <li>Criteria rijbewijs</li> <li>Veiligheid coöperatieve systemen</li> <li>Attitudes consument coöperatief rijden</li> <li>Benodigde digitale infrastructuur (V2I, V2C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethische issues zelfrijdende voertuigen</li> <li>Veilige volgfstanden gemengd verkeer</li> <li>Benodigde breedte rijstroken</li> <li>Niveau 3-4: comfort en wagenziekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wens consument om binnen stad automatisch te rijden</li> <li>Benodigde ingrepen en kosten niveau 4 in stad</li> <li>Wanneer niveau 5?</li> </ul>	<p>Maatregelen niveau 5 in stad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fysieke scheiding vervoerwijzen</li> <li>Slimme camera's en sensoren</li> <li>Lage snelheid in stad</li> <li>'Dwingende' voertuigen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkeling delen: naar 'Delen in bloei'?</li> <li>Verkoop en penetratie niveau 1-2-systemen</li> <li>Houding en acceptatie burger (niveau 1-2)</li> <li>Maatschappelijke effecten niveau 1-2 buiten stad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkoop en penetratie niveau 1-2 (coöperatieve) systemen</li> <li>Houding en acceptatie burger (coöperatief rijden)</li> <li>Snelheid ontwikkeling niveau 3-4-technologie</li> <li>Effecten pilots opschaling (niveau 3-4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkoop en penetratie niveau 3-4-systemen</li> <li>Houding en acceptatie burger (niveau 3-4)</li> <li>Maatschappelijke effecten niveau 3-4 in de praktijk</li> <li>Snelheid ontwikkeling niveau 5-technologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Houding en acceptatie burger (niveau 3-4 stad)</li> <li>Maatschappelijke effecten niveau 3-4 in de stad</li> <li>Snelheid ontwikkeling niveau 5-technologie</li> <li>Effecten pilots en opschaling (niveau 5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkeling delen: naar 'Delen in bloei'?</li> <li>Verkoop en penetratie niveau 5-systemen</li> <li>Houding en acceptatie burger (niveau 5)</li> <li>Maatschappelijke effecten niveau 5 (vooral in stad)</li> </ul>

REGULEREN & COÖRDINEREN  
 FACILITEREN & BEGROUWEN  
 ONDERZOEK & EXPERIMENTEREN  
 MONITOREN & EVALUEREN





# Transitie en evolutie van maatschappelijke effecten



Mens en machine      Coöperatief rijden      Gemengd verkeer      Stedelijk dilemma      Zelfrijdende stad

Type maatschappelijke effecten:



Doorstroming, veiligheid en milieu

Doorstroming, veiligheid en milieu

+ Effectief tijdgebruik (snelweg)

+ Effectief tijdgebruik (stedelijke routes)

+ Effectief tijdgebruik (overal) + Sociale inclusie



## Conclusies

- Zelfrijdende voertuigen: op lange termijn veel mogelijke positieve maatschappelijke effecten
- Beeld van snelwegen en steden vol met zelfrijdende vtg'n is nog ver weg
  - Maar eerste stappen worden wel gezet
- Pad naar delen vraagt grote verandering op korte en middenlange termijn
  - Mogelijk ook op de lange termijn
- Transitie is cruciaal en bepaalt hoe de toekomst eruit ziet
  - Grote verschillen in maatschappelijke implicaties tussen paden
- Transitie bevat 5 belangrijke stappen:
  - Mens en machine, cooperatief rijden, gemengd verkeer, stedelijk dilemma, zelfrijdende stad
- Transitie in elke stap kan soepel maar ook 'hobbelig' verlopen
- Adaptief beleid is in elke stap belangrijk



Publicaties op:

[WWW.KIMNET.NL](http://WWW.KIMNET.NL)

