



Innovaties in het openbaar vervoer

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM



Inhoud

Samenvatting	3	Bijlage 1 – Innovaties en hun onderlinge samenhang	46
1 Doel van het onderzoek	4	Bijlage 2 – Effecten innovaties voor reizigers	48
2 Innovatie in het ov: definities	5	Bijlage 3 – Effecten innovaties voor vervoerders	50
3 Innovatie als ontwikkelproces	6	Bijlage 4 – Externe effecten en infrastructuurkosten van innovaties	53
4 Soorten innovaties	9		
5 Effecten van innovaties op de markt	17	Literatuur	56
6 Innovatie en toekomstscenario's voor het ov	26	Colofon	58
7 De innovatietop-twaalf nader bezien	28		
8 Aanknopingspunten voor beleid	41		
9 Conclusies	43		
Summary	44		

Samenvatting

Doel en status van het onderzoek

- In deze studie brengt het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) innovaties en technieken in kaart die mogelijk ingrijpen in het openbaarvervoerssysteem.
- Dit gebeurt op verzoek van de directie Openbaar Vervoer en Spoor (OVS) van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM).

Onderzoeksvragen

- Welke (technologische) innovaties komen er aan of zijn al in gang gezet?
- Wat betekenen deze innovaties voor de openbaarvervoersmarkt?
- Wat zijn aanknopingspunten voor beleid om met deze ontwikkelingen om te kunnen gaan?

Definitie van innovatie

- Bij innovatie gaat het om nieuwe of verbeterde producten, diensten, ideeën of processen.
- Innovaties in het openbaar vervoer (ov) zijn vaak technisch van aard, zoals een nieuw type voertuig. Hiernaast kan het om niet-technische innovaties gaan, zoals een nieuw marketingidee of een nieuwe ov-dienst binnen een bestaande concessie.
- Bij innovaties in het ov gaat het vaak om kleine kwaliteitsverbeteringen en zelden om grote schaalessprongen in het ov-systeem.
- Er bestaat geen scherpe grens tussen wat wel en wat geen innovatie is: vrije busbanen of het reizen zonder kaartje bestaan al lang (dus geen innovatie), maar kunnen wellicht breed worden uitgerold (wél innovatie).

Conclusies van het onderzoek

- Lang niet alle innovaties veroveren succesvol een plek in de markt. Er is sprake van een proces met hindernissen. Nieuwe producten bereiken daardoor vaak de markt niet.
- In de literatuur over ov-innovaties ligt de nadruk op voertuigtechniek, betaal- en informatiesystemen en vraagafhankelijk vervoer.

- Op dit moment hebben innovaties vooral betrekking op een verbetering en uitrol van wat al in gang is gezet.
- Innovaties die de reistijd (zowel de 'kloktijd' als de reistijdbeleving) van deur tot deur substantieel verbeteren, zijn voor de reiziger het meest aantrekkelijk.
- Bij de introductie van een innovatie maakt het uit of de vervoerder die de nieuwe ov-dienst introduceert, zelf al de exploitant is van meer traditioneel ov of juist niet. Gaat het om een nieuwe exploitant, dan kan deze met de nieuwe diensten bestaande reizigers afromen van het klantpotentieel van de 'zittende vervoerder'. Dat beperkt de verdienmogelijkheden met de oude vervoerdiensten.
- Vaak is onbekend of de innovatie op langere termijn een positieve businesscase oplevert. Bijvoorbeeld bij vraagafhankelijke systemen die vervoer van deur tot deur bieden, blijken de kosten later op te lopen en de opbrengsten tegen te vallen.
- Er zijn innovaties die de reiziger geen specifieke voordelen bieden, maar wel voordelen hebben vanuit een breder perspectief. Zo leveren innovaties op het gebied van elektrische bussen, inzet van waterstof als transportbrandstof en magneetzweeftreinen voordelen op het gebied van milieu, met name luchtkwaliteit en CO₂-uitstoot.
- Innovaties die nieuwe infrastructuur nodig hebben, leiden veelal tot extra ruimtebeslag en/of tot de noodzaak van grote overheidsinvesteringen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de hyperloop. Dergelijke innovaties achten wij voorsnog dan ook weinig realistisch.

Aanknopingspunten voor beleid

- Beleidsopties om innovaties in het ov te stimuleren liggen op het vlak van kennisontwikkeling en -deling, subsidies, fiscale maatregelen, open data en een beter gebruik van de mogelijkheden die de huidige ov-concessiesystematiek al biedt.
- Om innovaties te stimuleren biedt meer marktinitiatief en deregulering op langere termijn mogelijk voordelen ten opzichte van monopolies, overheidsplanning of aanbestede concessies vanwege het voordeel van meer ondernemerschap en betere marketing die direct op de reiziger is gericht en niet op de politiek.

1 Doel van het onderzoek

Doel en status van dit KiM-onderzoek

- In deze studie brengt het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) innovaties en technieken in kaart die mogelijk ingrijpen in het openbaarvervoerssysteem.
- Dit gebeurt op verzoek van de directie Openbaar Vervoer en Spoor (OVS) van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM).

Onderzoeksvragen

- Welke (technologische) innovaties komen er aan of zijn al in gang gezet?
- Wat betekenen deze innovaties voor de openbaarvervoersmarkt?
- Wat zijn aanknopingspunten voor beleid om met deze ontwikkelingen om te kunnen gaan?

2 Innovatie in het ov: definities

Definitie van innovatie

- Bij innovatie gaat het om nieuwe of verbeterde producten, diensten, ideeën of processen.
- Innovaties in het openbaar vervoer (ov) zijn vaak technisch van aard. Hiernaast bestaan er niet-technische innovaties, zoals een nieuw marketingidee of een nieuwe ov-dienst binnen een bestaande concessie.
- Vaak gaat een innovatie gepaard met kleine verbeteringen in ov-systeem, niet altijd met grote schaa sprongen.
- Er is geen scherpe grens tussen wat wel en wat geen innovatie is. Zo bestaan vrije busbanen of het reizen zonder kaartje al lang (dus geen innovatie), maar ze worden vaak nog niet breed toegepast (wél innovatie).

Doel van innovatie

- Het verbeteren van de productkwaliteit;
- De verlaging van productkosten.

Definitie van ov

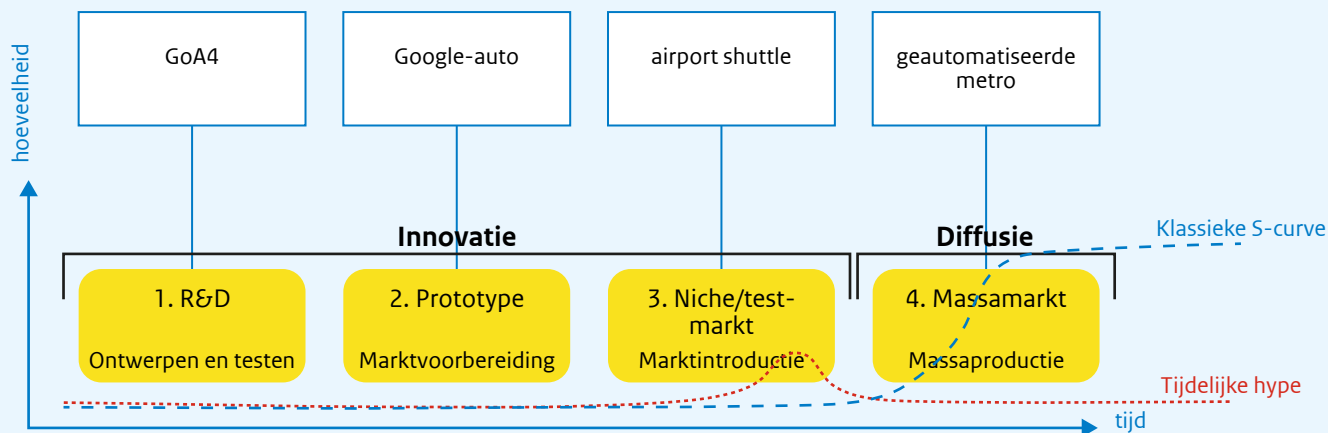
- Klassiek ov: grote voertuigen die veel mensen tegelijk vervoeren volgens een dienstregeling.
- Toekomstig ov: veel meer kleinschaligheid en maatwerk.
- Klassiek ov en het autosysteem groeien naar elkaar toe, zeker als steeds meer automobilisten geneigd zijn tot voertuigdelen.

3 Innovatie als ontwikkelproces

Twee ontwikkelfasen

- Voordat een uitvinding marktrijp is en zich kan meten met bestaande technieken, maakt ze een ontwikkelproces door. We onderscheiden twee ontwikkelfasen die geleidelijk in elkaar overgaan: innovatie en diffusie (zie figuur 3.1).
- Innovatie betekent dat een nieuwe vinding in stapjes wordt ontwikkeld en rijp wordt gemaakt voor de (massa)markt (EEA, 2011).
- De innovatiefase is onder te verdelen in drie subfasen, die elkaar opvolgen: onderzoek en ontwikkeling (R&D), prototype, nichemarkt. Nichemarkten zijn specifieke deelmarkten, waar gebruikers andere wensen en eisen hebben dan een gemiddelde gebruiker. Hierdoor is deze markt als het ware afgeschermd van de massamarkt en de competitie tussen merken en soorten vindt plaats op andere gronden dan bij de massamarkt. Een voorbeeld is een shuttleservice op het afgeschermd parkeerterrein van een vliegveld.
- Bij diffusie gaat het om de adoptie en grootschalige toepassing van een uitvinding, dus breder dan alleen in nichemarkten en demonstratieprojecten. Ten opzichte van de innovatiefase is er bij diffusie sprake van een verdere opschaling van het product.

Figuur 3.1 Innovatie als ontwikkelproces. Bron: KiM, 2013

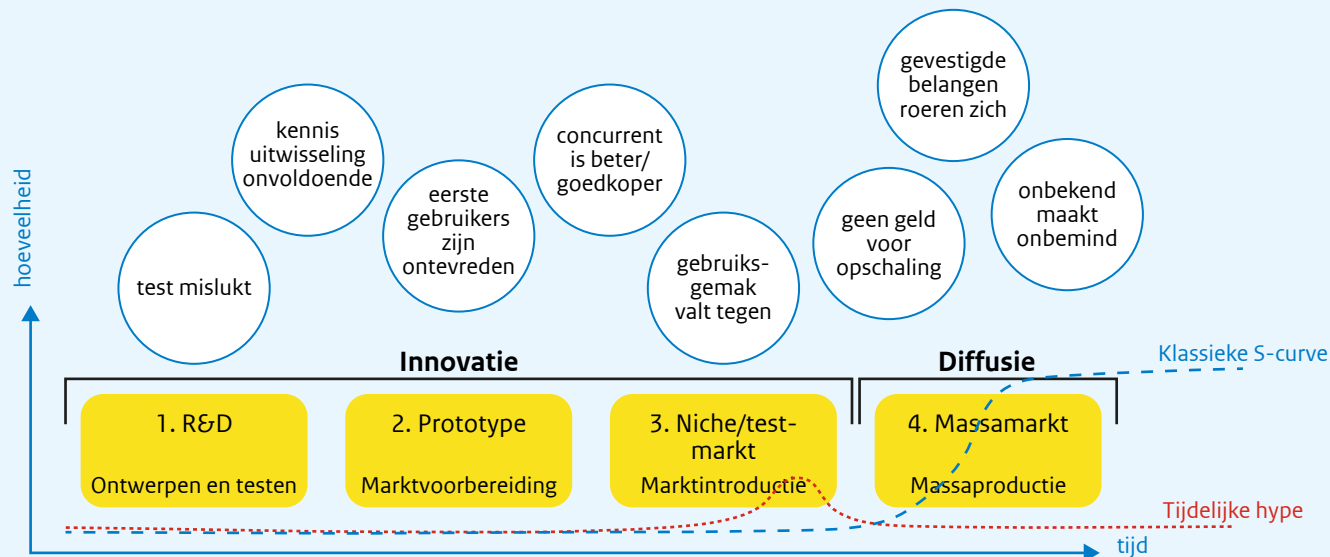


Leren als sleutelbegrip

- Elke deelfase van het innovatieproces wordt gekenmerkt door haar eigen soort leren: learning-by-research (R&D), learning-by-doing (prototypes, demonstratieprojecten) en learning-by-using (nichemarkten). Tijdens deze subfasen wordt bijvoorbeeld duidelijk op welke punten het product verbeteringen behoeft, aan welke randvoorwaarden (bijvoorbeeld juridisch) ze nog niet goed voldoet, waar in het productieproces kostenbesparing mogelijk is, enzovoort.
- Een deel van het leren komt voort uit opschaling (upsizing) en schaalvoordelen door massaproductie (economies of scale) (Junginger et al., 2006). Ook leerervaringen van gebruikers zijn een noodzakelijke voorbereiding op de massamarkt: de eerste gebruikers laten aan toekomstige gebruikers zien wat mogelijk is met het product. Idealiter wordt ook de prijs-prestatieverhouding van het product sterk verbeterd, zodat het van een imperfect alternatief voor een bestaande technologie verandert in een gelijkwaardige of zelfs sterkere concurrent.

- Vaak is er sprake van meerdere innovatieprocessen tegelijk. Zo zijn bij een geautomatiseerd voertuig tegelijkertijd innovatieprocessen op het gebied van het voertuig, de infrastructuur, de beveiliging en dergelijke aan de orde.
- Als het innovatieproces goed verloopt, wordt het product rijp voor de diffusiefase. Tijdens deze fase kan het product de massamarkt bereiken (grootschalige penetratie; verdringing van bestaande technologie). Echter, knelpunten in één of meer deelfasen van het innovatieproces kunnen ertoe leiden dat het product zich niet verder ontwikkelt en onderweg blijft steken (zie figuur 3.2). Ook kan het product een 'hype' doormaken. Het lijkt dan alsof de stap naar massamarkt al wordt gezet, terwijl dit door bijvoorbeeld tegenvallers of te hooggespannen verwachtingen (nog) niet lukt.
- Het innovatieproces is een samenspel van veel actoren. Hoe (snel) het proces verloopt, is bovendien afhankelijk van veel factoren en niet goed voorspelbaar. Beleidsmaatregelen kunnen het innovatieproces op twee manieren beïnvloeden. Ze kunnen het soepeler laten verlopen en/of versnellen in het geval van een kansrijke innovatie, ze kunnen ook het tegendeel doen en het proces afremmen.

Figuur 3.2 Knelpunten in het innovatieproces. Bron: KiM, 2013



Knelpunten

- Innovatie en diffusie zijn moeilijke processen voor alle nieuwe producten die een markt-positie willen veroveren. Niet voor niets bereiken de meeste uitvindingen nooit de markt, maar blijven ze onderweg steken (figuur 3.2). Voorbeelden daarvan zijn de magneetzweefbaan en de ov-scooter.
- Knelpunten worden vaak veroorzaakt door psychologische en sociale factoren, zoals weerstand, angst voor verandering, behoefte aan veiligheid, blikvernaauwing en moeite om out-of-the-box te denken. Een bekend voorbeeld is dat mensen uit gewoontegedrag altijd hetzelfde merk of type auto kopen. Hekkert en Ossebaard (2010, p.29 e.v.) noemen drie specifieke redenen voor het ontstaan van knelpunten bij (radicale) innovaties:
 1. Innoveren is in grote mate padafhankelijk, en incrementeel ten opzichte van bestaande kennis. Mensen gebruiken niet hun maximale denkkraft om nieuwe oplossingen te bedenken, maar zijn geneigd te denken binnen de hokjes van bestaande oplossingsrichtingen.
 2. Mensen beoordelen een nieuwe innovatieve techniek vaak op haar prestaties op dat moment (met nog veel mankementen) en niet op de in de toekomst te verwachten prestaties. De innovatie is te kenmerken als een 'hopeful monstrosity'. Ze is daardoor sterk in het nadeel ten opzichte van het bestaande aanbod aan technieken, die door grote productieaantallen al een lange leercurve hebben kunnen doorlopen.
 3. Radicale innovaties, die sterk afwijken van de bestaande technologie, zijn meestal ontwikkeld door bedrijven die nieuw zijn op de betreffende markt. Deze nieuwkomers zijn zeer bedreigend voor de gevestigde bedrijven, omdat ze hen dwingen zich ook in de nieuwe technologie te verdiepen en omdat de radicale vernieuwing bestaande kennis in één keer irrelevant (verouderd) kan maken. Een voorbeeld is de komst van de Google-auto. Bestaande bedrijven zullen zich over het algemeen dan ook hevig verzetten tegen nieuwkomers, de negatieve kanten van de nieuwe techniek uitvergroten en proberen beleidsmakers op een voor hen gunstige wijze te beïnvloeden. Een bekende benaming voor het proces waarbij innovaties nieuwe mogelijkheden openen en oude vernietigen, is 'disruptive technology'.

4 Soorten innovaties

- We onderscheiden 33 innovaties in het openbaar vervoer, onderverdeeld in zeven categorieën zoals hiernaast weergegeven. In figuren 4.1 tot en met 4.7 zijn de innovaties toegelicht.
- Verschillende (soorten) innovaties hangen vaak met elkaar samen. Dat geldt bijvoorbeeld voor innovaties op het gebied van reisgemak en reizigersinformatie. Maar ook bij andere combinaties is de samenhang groot. Bijlage 1 geeft een overzicht van alle geïnventariseerde innovaties en hun onderlinge samenhang.

Innovaties in zeven categorieën

-
- 4.1** geautomatiseerde voertuigen over de weg

 - 4.2** geautomatiseerde voertuigen over rails

 - 4.3** nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen

 - 4.4** betaal- en reisgemak

 - 4.5** reizigersinformatie

 - 4.6** vraagafhankelijke systemen

 - 4.7** organisatorische innovaties

Figuur 4.1

Geautomatiseerde voertuigen over de weg

1. Voertuigen voor de 'first and last mile'

Automatisch vervoer over eerste of de laatste kilometers van de reis, veelal vanaf of naar een treinstation. Voorbeelden zijn de Parkshuttle (Wikipedia, 2016) in Rotterdam of de WePod (Wepod, 2015) in Wageningen.

2. Voertuigen van instappunt tot uitstappunt

Automatisch vervoer dat de hele reis afdekt, met vaste of flexibele in- en uitstappunten.

3. Voertuigen van deur tot deur

Automatisch vervoer dat de hele reis van deur tot deur afdekt, als vorm van collectief taxivervoer.

4. Hightechbussen

Meerdere gradaties in automatisering zijn mogelijk. De meest vrgaande is die zonder bestuurder (Citylab, 2015).



Figuur 4.2

Geautomatiseerde voertuigen over rails

5. Metro's of trams

Bestuurderloze metro's en trams.

6. Treinen

Vier gradaties in automatisering zijn mogelijk. De meest vérgaande is die zonder machinist.



Figuur 4.3

Nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen

7. Voertuigen op een eigen baan

Voorbeelden zijn een vrije busbaan (Zuidtangent) of geleide bussen.

8. European Rail Traffic Management System (ERTMS)

Een nieuw systeem voor de beheersing en beveiliging van het treinverkeer, als opvolger van ATB (Automatische Treinbeïnvloeding).

9. Hogesnelheidslijnen en -voertuigen

Snelle voertuigen zoals een hogesnelheidstrein of superbuss op eigen, speciale infrastructuur.

10. Hyperloop

Supersnel vervoer (ca. 1.000 km/u) door een bijna vacuümbuis, met cabines voor ongeveer 20 reizigers (Crowdstorm, 2014).

11. Magneet zweeftrein op speciale baan (MAGLEV)

Trein die door middel van een magneetveld boven de baan zweeft.

12. Magneet zweeftrein op klassieke rails (A-train)

Trein met luchtlagering en magnetische voorstuwing op bestaande rails.

13. Bussen op elektriciteit

Batterij-elektrische bussen.

14. Bussen of treinen op waterstof

Bussen en treinen met brandstofcellen die waterstof omzetten in elektriciteit voor de elektromotor.

15. Voertuigen door de lucht

Vervoer door de lucht met meerpersoonsvoertuigen.



Figuur 4.4

Betaal- en reisgemak

16. Betalen met bankpas of smartphone

17. Automatische persoonsherkenning

Automatische persoonsherkenning door contactloze systemen zoals irisscan of GPS-trackers.

18. Comfortverbeteringen

Zaken die de reis veraangenamen, zoals wifi, comfortabele stoelen, aansluitmogelijkheden voor apparaten.

19. Rij wijzer

Hulpmiddel voor een nieuwe rijstijl van buschauffeurs (geleidelijk optrekken, minder pompend remmen, uitrollen) waardoor brandstof wordt bespaard en de passagier comfortabeler reist.

20. Sociale veiligheid

Verbetering van de sociale veiligheid voor reizigers en personeel (camera's, spuugkit, bodycam).



Figuur 4.5

Reizigersinformatie

21. Ov-planner (dienstregeling)

Reisplanner voor de hele reisketen op basis van de vaste dienstregeling.

22. Ov-planner (real time)

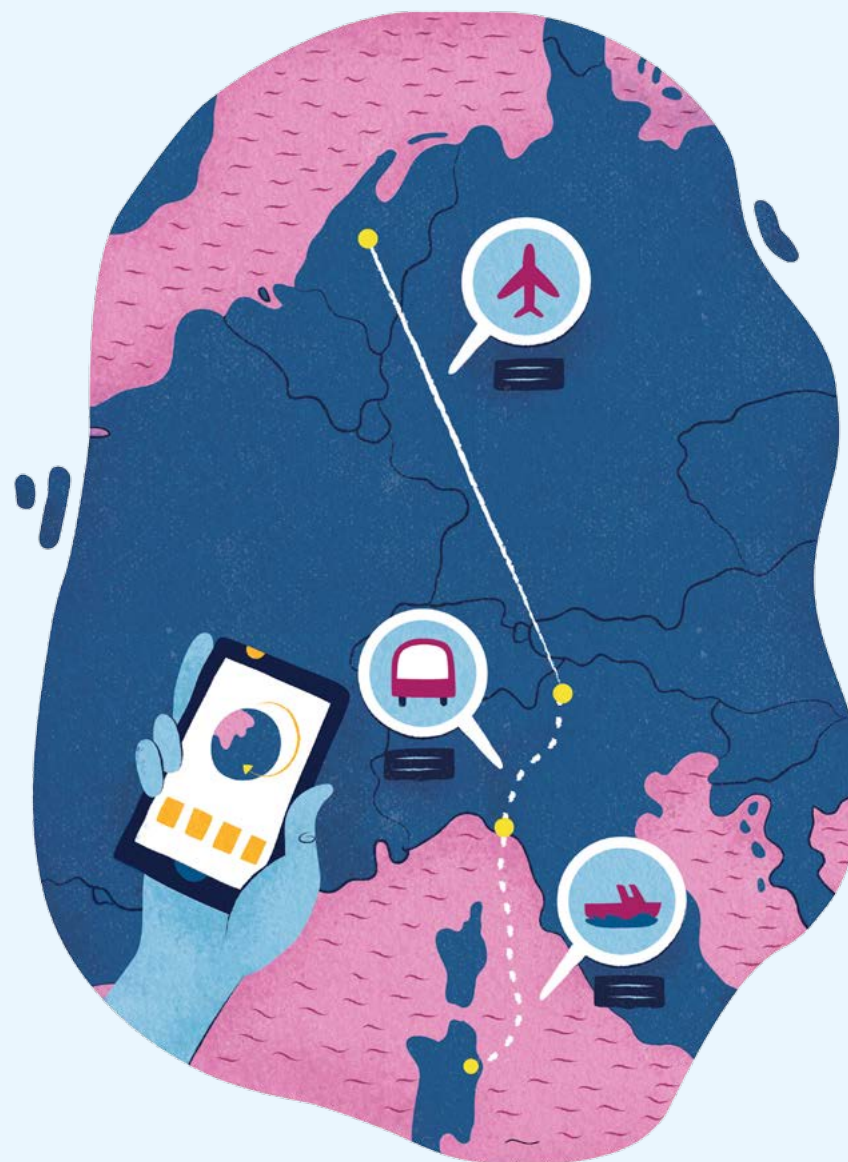
Reisplanner voor de hele reisketen die rekening houdt met vertragingen en die alternatieve reisopties biedt.

23. Ov-planner (voorspellend)

Reisplanner voor de hele reisketen die rekening houdt met mogelijke verstoringen in de nabije toekomst (etmaal).

24. Rome2Rio

Integrale internationale reisplanner voor alle modaliteiten, met aanverwante diensten zoals hotel- of taxiboeking.



Figuur 4.6

Vraagafhankelijke systemen

25. Van instappunt tot uitstappunt

Vervoer op afroep tussen vast of flexibel in- en uitstappunt.

26. Van deur tot deur

Vervoer op afroep van deur tot deur.

27. Integratie met Wmo-vervoer

(Wet maatschappelijke ondersteuning)

Gecombineerd vervoer van Wmo-gerechtigden met andere reizigersgroepen.



Figuur 4.7

Organisatorische innovaties

28. Langeafstandsbusdiensten

Langeafstandsbus als aanvulling op bestaande intercitytreindiensten.

29. Netwerk en dienstregeling vanuit reizigersperspectief

Optimalisatie van de lijnvoering en dienstregeling die beter aansluit bij reizigerswensen.

30. Mobility as a Service (MAAS)

'Mobiliteit als dienst' brengt elke vorm van vervoer samen in één app die vervoeropties van verschillende aanbieders combineert, van planning tot betaling (Hietanen, 2013).

31. Internationale samenwerking op het gebied van voertuigontwerp

Internationale samenwerking van voertuigontwerpers ten behoeve van efficiëntere en innovatievere voertuigen.

32. Open data

Nieuwe diensten die voortvloeien uit beschikbaarheid en delen van data.

33. Ketenoptimalisatie

Optimaliseren van de reis door betere fietsparkeerfaciliteiten (automatische stallingen) bij bus- en treinstations en de mogelijkheid om skateboards, one wheels, enzovoort mee te nemen of te stallen.



5 Effecten van innovaties op de markt

5.1 Toetsingskader

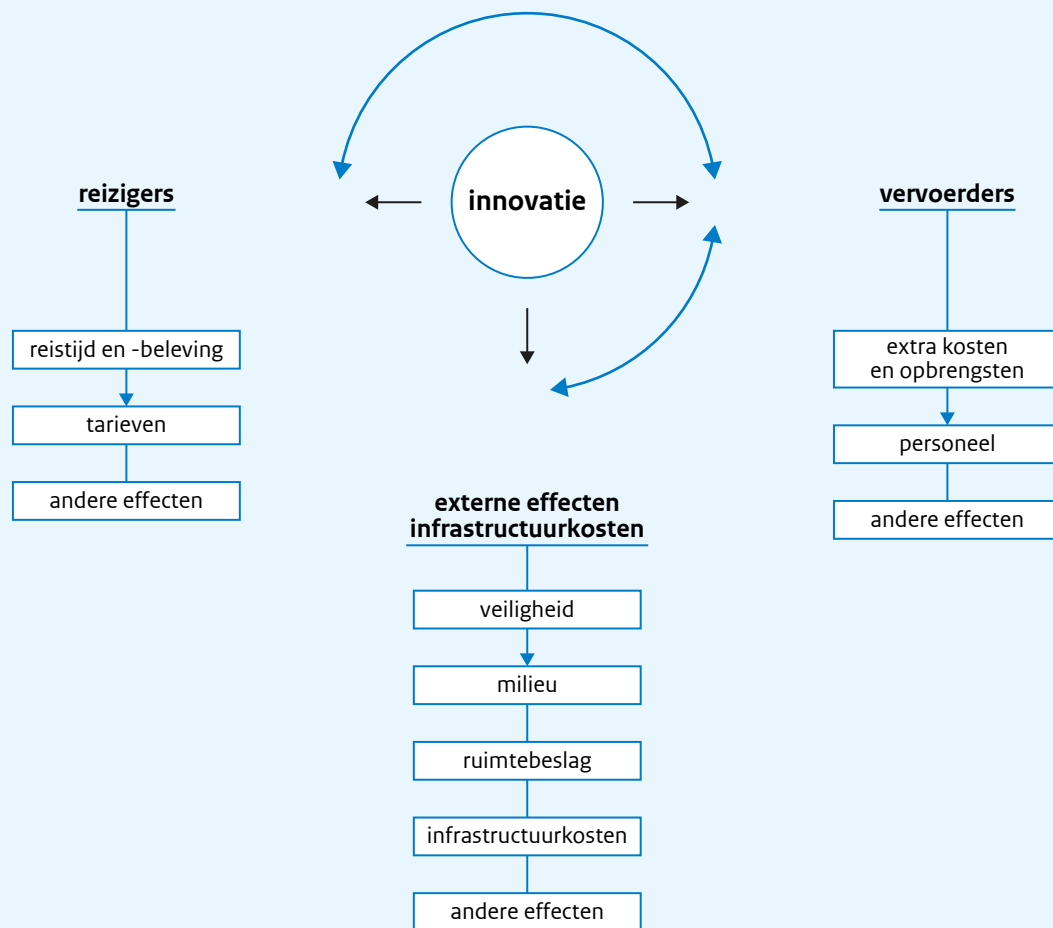
- Innovaties in het openbaar vervoer (ov) leiden tot nieuwe producten en diensten die de markt gaan beïnvloeden. Met ‘de markt’ bedoelen we in deze studie drie partijen: reizigers, vervoerders en de maatschappij als geheel (externe effecten en infrastructuurkosten). Zie figuur 5.1.
- In eerste instantie richten wij het toetsingskader op de ov-reizigers. Dankzij innovaties krijgen zij te maken met verbeteringen in de kwaliteit zoals zij die ervaren (paragraaf 5.2). In tweede instantie beschouwen wij de effecten voor vervoerders (paragraaf 5.3) en tot slot de externe effecten en de infrastructuurkosten (paragraaf 5.4).
- Veel voorbeelden van innovaties zijn afkomstig uit het buitenland. Bij de toepassing van het toetsingskader hebben wij zo goed mogelijk rekening gehouden met de ‘overdraagbaarheid’ van innovaties op de Nederlandse context. Een voorbeeld is een nieuw type railvoertuig waarmee afstanden van meer dan 500 kilometer aanzienlijk sneller kunnen worden overbrugd. Een dergelijke innovatie biedt voor Nederland naar verhouding minder perspectief.

5.2 Effecten van innovaties voor reizigers

- De reistijd en de daaraan verbonden kwaliteitsaspecten zijn de belangrijkste factoren die het keuzegedrag van ov-reizigers bepalen (Harms et al., 2007; Groenendijk, 2015; Olde Kalter et al., 2015; KIM, 2016). Het gaat daarbij niet alleen om de pure ‘kloktijd’ die de ov-reis duurt, maar ook om de beleving van die tijd en de moeite die de reiziger moet doen om vooraf zijn reis te plannen (zie figuur 5.2).

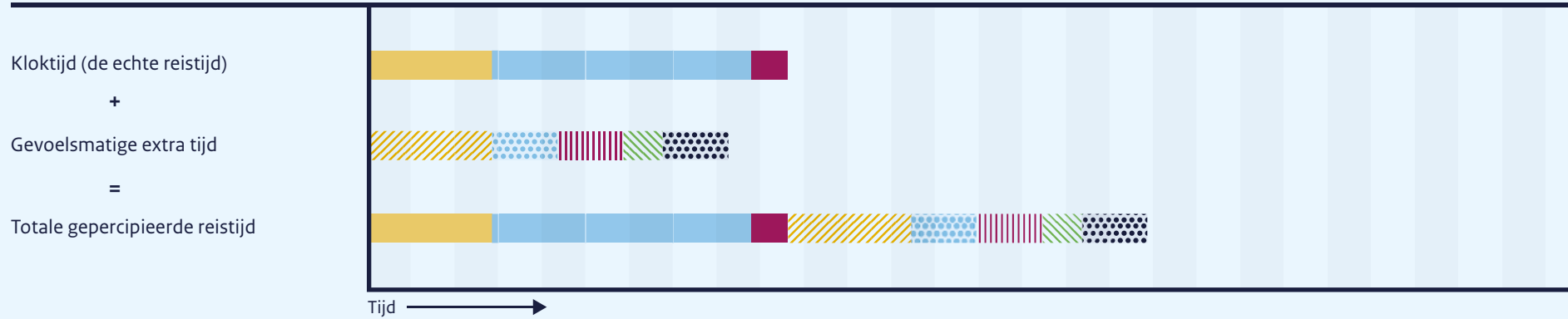
- De kloktijden zijn onderscheiden in voor- en natransporttijd (1), de tijd die de reiziger doorbrengt in het hoofdtransportmiddel (2) en de wachttijd op het perron of bij de halte (3).
- In de perceptie van de reiziger wegen het voor- en natransport en het wachten twee respectievelijk driemaal zo zwaar (Warffemius, 2015; Anderson et al., 2014; Wardman, 2014). De reistijd neemt virtueel toe met deze factoren (blokjes 4 en 5 in figuur 5.2). Ook het pure feit dat hij moet overstappen, ervaart de reiziger als een extra weerstand (6).
- We houden rekening met nog twee andere componenten. Ten eerste de zogeheten zoekweerstand: veel mensen die niet zo vaak reizen, zoeken vooraf uit hoe hun reis verloopt en wat zij daarvoor moeten. De (gepercipieerde) tijd en moeite die hiermee gepaard gaan, zijn moeilijk in een getal uit te drukken (7). Ten tweede de wijze waarop iemand de reis in het hoofdtransportmiddel beleeft. Deze kan positief zijn, bijvoorbeeld als het comfort goed is (wifi in de trein, gemakkelijke stoelen, airco, catering, enzovoort), en negatief, bijvoorbeeld als de reiziger moet staan (8).
- In figuur 5.2 zijn enkele voorbeeldreizen opgenomen die laten zien hoe verschillend al deze componenten bij elkaar kunnen uitpakken.
- Behalve de reistijd en de daaraan verbonden kwaliteitsaspecten zijn er ook nog andere aspecten zoals reiskosten die de keuze van de reiziger bepalen. Deze zijn in dit onderzoek niet meegenomen. Zie ook paragraaf 5.3.

Figuur 5.1 Toetsingskader voor innovaties. Bron: KiM

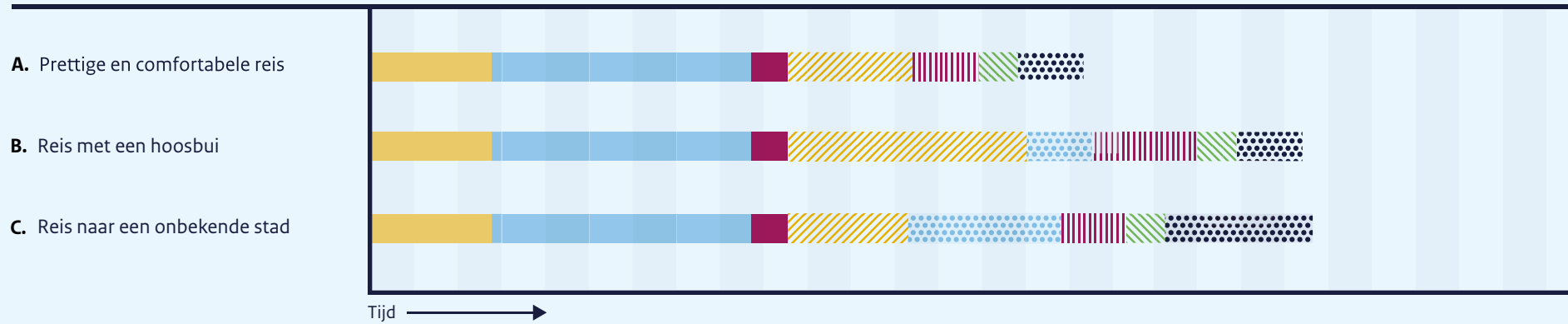


Figuur 5.2 Opbouw totale, gepercipieerde reistijd ter bepaling van effecten van innovaties. Bron: KiM

• OPBOUW GEPERCIPIEERDE REISTIJD



• VOORBEELDSITUATIES



Kloktijd (de echte reistijd)

- 1 ■ Voor- en natransport
- 2 ■ Hoofdtransportmiddel
- 3 ■ Wachten

Gevoelsmatige extra reistijd

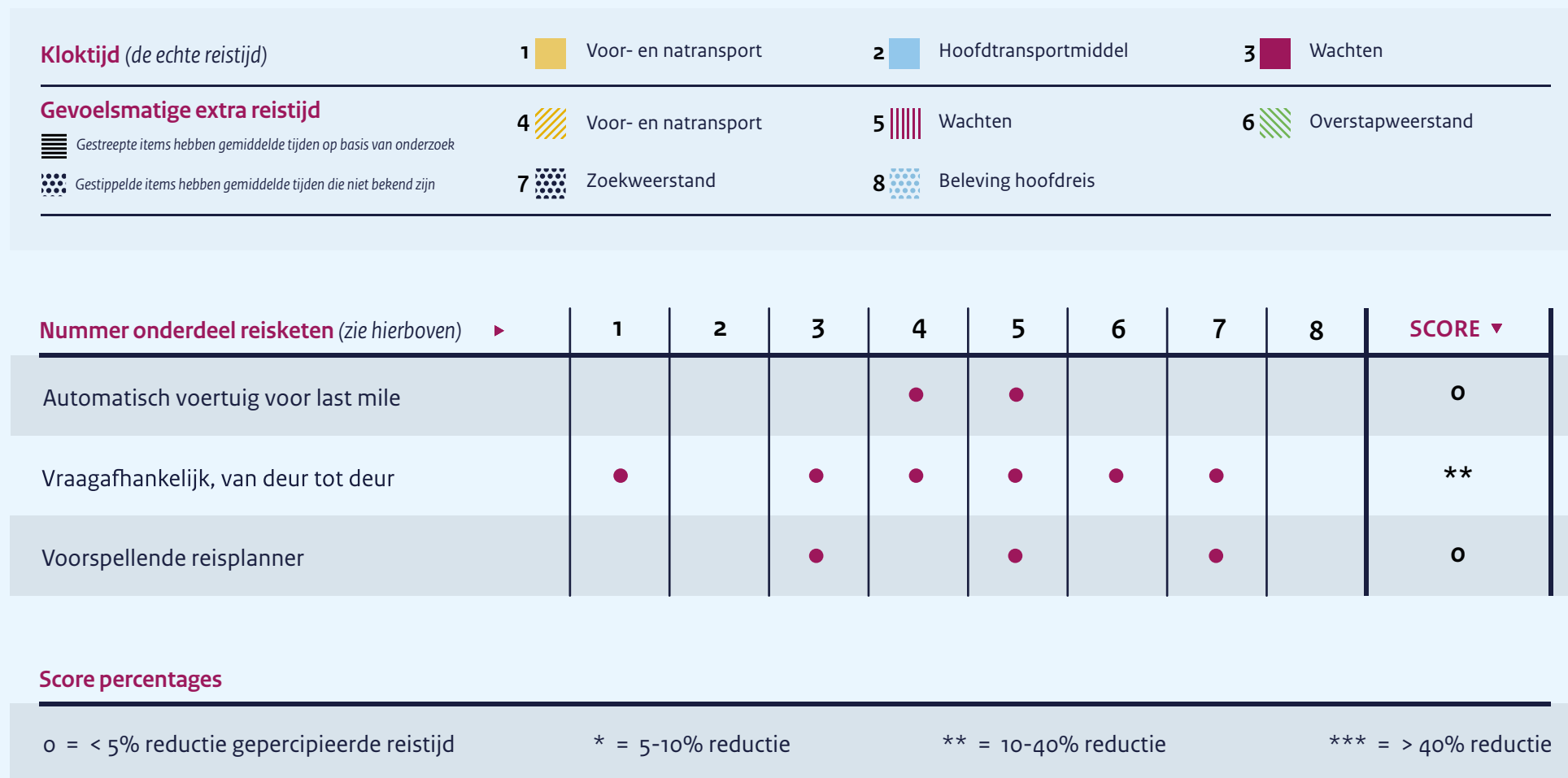
Gestreepte items hebben gemiddelde tijden op basis van onderzoek

Gestippelde items hebben gemiddelde tijden die niet bekend zijn

- 4 ▨ Voor- en natransport
- 5 ▨ Wachten
- 6 ▨ Overstapweerstand
- 7 ▨ Zoekweerstand
- 8 ▨ Beleving hoofdreis

- Voor alle voor deze studie geselecteerde innovaties uit hoofdstuk 4 hebben we een inschatting gemaakt van het effect dat ze hebben op de totale gepercipieerde reistijd. Naast de pure kloktijd is daarbij ook rekening gehouden met de belangrijkste belevings- en comfortaspecten.
- Figuur 5.3 brengt de werkwijze in beeld aan de hand van drie voorbeelden. Per innovatie is met een stip aangegeven op welk van de acht reistijdcomponenten deze aangrijpt en in de kolom 'score' staat de orde grootte van het totale effect.
- Als referentiesituatie zijn we uitgegaan van het huidige kwaliteitsniveau van het ov, met de verbeteringen die in de nieuwe WLO-toekomstscenario's (Manders & Kool, 2015) zijn verondersteld.

Figuur 5.3 Werkwijze om verwachte effecten van innovaties bij grootschalige uitrol in beeld te brengen en te scoren. Bron: KiM



- Tabel 5.1 laat zien welke van de in hoofdstuk 4 geïnventariseerde innovaties er vanuit reizigersperspectief echt toe doen. Deze hebben een substantiële invloed (van 5 tot 40% reductie) op de reistijden, met inbegrip van belevings- en comfortaspecten. In hoofdstuk 7 gaan we uitgebreider op deze selectie in.
- De referentie ten opzichte waarvan de scores gelden, bestaat uit de huidige stand van zaken in techniek en aanbodkwaliteit.
- We veronderstellen dat de innovaties uit deze top-twaalf ook de meeste nieuwe reizigers zal trekken. In het bijzonder zullen verbeteringen in de reistijd van deur tot deur – dus zonder dat overgestapt hoeft te worden – nieuwe doelgroepen (bijvoorbeeld ouderen) aantrekken.
- In bijlage 2 staan de scores voor alle 33 innovaties uit hoofdstuk 4.

Legenda

8 onderdelen reisketen	
Kloktijd	
1	voor- en natransporttijd
2	tijd in hoofdtransportmiddel
3	wachttijd
Gevoelsmatige extra reistijd	
4	voor- en natransport
5	wachten
6	overstapweerstand
7	zoekweerstand
8	beleving hoofdreis
Score	
o	= minder dan 5% reductie van de 'gepercipieerde reistijd'
*	= tussen 5 en 10% reductie
**	= tussen 10 en 40% reductie
***	= meer dan 40% reductie

Tabel 5.1 Top-twaalf van innovaties vanuit reizigersperspectief. Bron: KiM

	Nummer onderdeel reisketen								Score	Toelichting bij score	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Geautomatiseerde voertuigen over de weg											
1					o	o			o	*	
2	o		o	o	o	o	o	o	o	**	
3			o		o				o	*	A
Geautomatiseerde voertuigen over rails											
4			o		o					*	A
5			o		o					*	A
Nieuwe infrastructuur, eventueel i.c.m. nieuwe voertuigen											
6	o	o		o					o	*	B
7		o							o	*	C
8		o			o	o				*	
Vraagafhankelijke systemen											
9	o		o	o	o	o	o			**	D
10			o		o	o				*	E
Organisatorische innovaties											
11		o	o		o	o			o	**	F
12	o	o	o	o	o	o				*	

Toelichting bij tabelscores:

- A** De redenering luidt dat deze innovaties leiden tot aanzienlijke besparingen op de personeelskosten en dat de exploitant dit voordeel (deels) teruggeeft aan de reiziger in de vorm van hogere frequenties en dus tijdwinsten
- B** Saldo-effect van korte rijtijden en langer voor- en natransport
- C** In geval van lange, internationale reizen is de score **
- D** Het verschil in score ten opzichte van geautomatiseerde voertuigen van deur tot deur (nummer 2) heeft te maken met onze veronderstelling dat van het rijden in een geautomatiseerd systeem een positieve beleving uitgaat
- E** Het verschil in score ten opzichte van geautomatiseerde voertuigen van instappunt tot uitstappunt (nummer 1) heeft te maken met onze veronderstelling dat vraagafhankelijke systemen van instappunt tot uitstappunt de wachttijden verkleinen en dat van het rijden in een geautomatiseerd systeem een positieve beleving uitgaat
- F** Mits geen overstap nodig is

5.3 Effecten van innovaties voor vervoerders

- Bij de introductie van nieuwe diensten maakt het uit of degene die een nieuwe ov-dienst introduceert, zelf al exploitant is van meer traditioneel ov (bijvoorbeeld dienstregeling gebonden lijndienstvervoer) of niet.
- Gaat het om een nieuwe exploitant, dan kan deze met de nieuw te introduceren diensten bestaande reizigers afromen van het klantpotentieel van de 'zittende vervoerder'. Hoewel de verdienmogelijkheden met de oude vervoerdiensten hierdoor afnemen, kan dat in specifieke gevallen voor die vervoerder toch winst zijn. Bijvoorbeeld bij verlieslatende reizen in een al veel te drukke spits, of juist verlieslatende diensten aan de zogeheten onderkant van het stads- en streekvervoer. De beschikbaarheid van een alternatief kan dan een reden zijn voor de overheid om de eis los te laten dat al dit vervoer wordt bediend. In deze specifieke situaties heeft dat per saldo een gunstig effect op de verdienmogelijkheden.
- Is het de al zittende vervoerder die de nieuwe dienst introduceert, dan speelt vooral de afweging of de dienst een productievare inzet betekent van middelen om de vervoervraag te bedienen.
- Vaak is onbekend of de innovatie op langere termijn een positieve businesscase oplevert. Zo nam het zogeheten collectief vraagafhankelijk vervoer (cvv) bij de introductie eind jaren negentig snel een grote vlucht (Bakker & Van der Maas, 2000; Appelman & De Waal, 2001), totdat het bekostigingsmodel werd aangepast (geen opbrengstsuppletie meer voor iedere extra reiziger). Het aantal reizigers dat in een voertuig kan worden vervoerd, is beperkt, terwijl de kosten van een voertuig min of meer vast liggen. Zo bleek ook de opzet van de zogeheten Kutsuplus in Finland (een innovatief vervoersysteem waarbij de reiziger met een app een rit van deur tot deur kon boeken) uiteindelijk financieel niet haalbaar (Rissanen, 2016).
- Andere innovaties hebben een meer eenduidig effect op de businesscase. Innovaties die de productiviteit van een vervoerder verhogen (bijvoorbeeld minder mensinzet door onbemand rijden of minder brandstofkosten door lager energieverbruik) lijken op de lange termijn altijd gunstig te zijn. Dit is zeker het geval als de rekening van de voor de innovatie benodigde investering bij andere partijen kan worden gelegd. Is het laatste niet het geval, dan is de vraag wat de terugverdientermin is.

- Innovaties op het gebied van betaalgemak of reisinformatie zullen zich veelal niet uit zichzelf terugverdienen. Het chipkaartsysteem maakt weliswaar tariefdifferentiaties mogelijk naar plaats, tijd en modaliteit, maar niet naar extra gemak of comfort. De vraag is ook of de reiziger wel bereid is daarvoor extra te betalen. Informatie en reisgemak zal hij eerder als randvoorwaardelijk beschouwen bij de geleverde vervoerdienst. Het businessmodel voor de reisinformatie verloopt daarom zoals dat van vele internetdiensten en hangt samen met advertentiemogelijkheden of de mogelijkheden om door te linken met revenuen uit click-per-view.
- Zou een ov-informatieportaal doorgroeien naar een boekingsite, dan kan dit een bedreiging inhouden voor de revenuen van een vervoerder. Neem bijvoorbeeld de hotelboekingsite booking.com. Deze ontvangt voor iedere boeking een honorarium, en hoteliers kunnen nauwelijks om dit webportaal heen zonder substantieel in bezetting achteruit te gaan.
- Anderzijds betekent de opkomst van goede informatie- en betaalfuncties van andere partijen dat vervoerders hiervoor zelf geen kosten meer hoeven te maken (NOVB, 2014).

In bijlage 3 bespreken we per innovatie wat deze betekent voor nieuwe dan wel zittende vervoerders.

5.4 Externe effecten en infrastructuurkosten

- Het gaat in deze paragraaf om de vraag of de geïnventariseerde innovaties effecten hebben die niet rechtstreeks betrekking hebben op de reiziger en/of de vervoerder. We beperken ons daarbij tot de externe effecten (CO₂, luchtkwaliteit, extra ruimtebeslag en verkeersveiligheid) en de benodigde infrastructuurkosten. Deze laatste zijn over het algemeen geen kosten voor de vervoerder, maar voor de overheid.
- De verschillende externe effecten hebben elk hun eigen aangrijpingspunt, ofwel: ze worden op een andere manier 'getriggerd'.
 - Voor CO₂ is het fossiele brandstofgebruik de 'trigger'. Om positief te scoren moet de innovatie ten opzichte van de referentie
 - hetzij fossiele brandstof besparen (de innovatie is zuiniger),
 - hetzij een alternatieve brandstof (ten opzichte van diesel/benzine) gebruiken die leidt tot minder CO₂-uitstoot, zoals biobrandstof, elektriciteit of waterstof. Dit is het geval bij de bussen op elektriciteit en de bussen en treinen op waterstof.
 - Bij luchtkwaliteit gaat het om de uitstoot van bijvoorbeeld NO_x en fijnstof. Hier is de trigger voor verandering een ander motormanagement en het managen van uitlaatgassen van voertuigen met katalysatoren. Er is niet per se kruisbestuiving met CO₂-uitstoot of energiegebruik: een CO₂-arm voertuig kan vuil zijn en een CO₂-rijk voertuig schoon in termen van NO_x en fijnstof.
 - Extra ruimtebeslag treedt vooral op als er voor het voertuig nieuwe infrastructuur moet worden aangelegd. In dat geval is er ook sprake van overheidskosten voor infrastructuur.
- Wat de effecten zijn op het gebied van CO₂ en/of luchtkwaliteit, is bij de geautomatiseerde voertuigen over de weg en over rails niet eenduidig te zeggen. In principe kan elk ov-voertuig, of het geautomatiseerd is of niet, in een CO₂-arme en in een CO₂-rijke versie worden uitgevoerd, en in een vuile of een schone.
- Een aantal innovaties in de categorie 'nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen' breekt zo radicaal met de bestaande principes van voortbeweging dat ze inherent zuiniger of schoner zijn dan de alternatieve technologie. Dit geldt met name voor de magneet-zweef trein. Deze mist immers de wrijvingsverliezen die voertuigen die glijden over klas-sieke rails wel hebben.

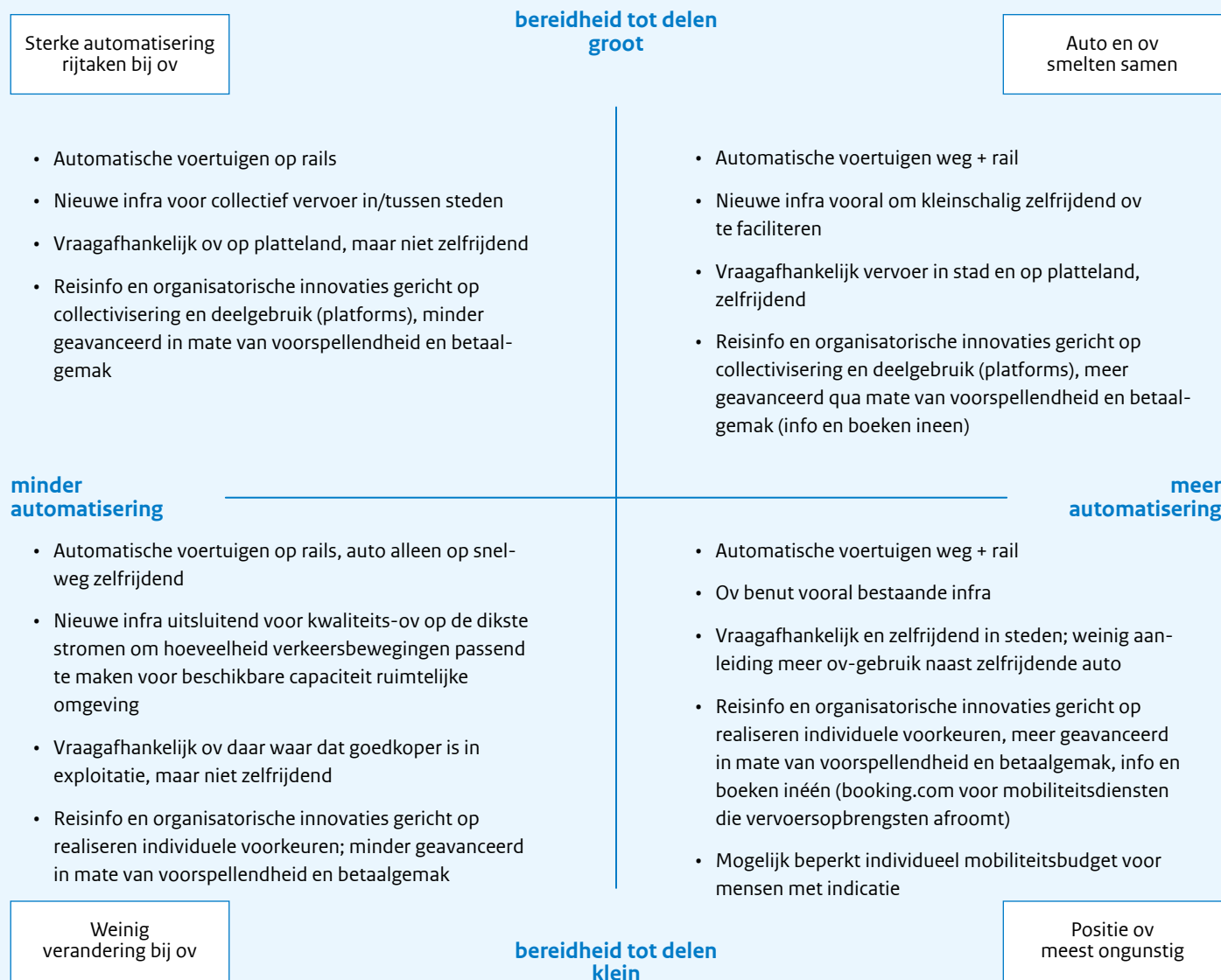
- Een ander voorbeeld zijn de bussen en treinen op waterstof en elektriciteit. Deze rijden op een elektromotor (al dan niet gecombineerd met een brandstofcel) en produceren daardoor geen uitlaatgassen ('zero-emissie'). Echter, over het gehele productieproces bezien zijn ze meestal niet zero-emissie.
- Innovaties kunnen ook inherent minder zuinig of schoner zijn. Dit geldt met name voor vervoer door de lucht. Hier moet (veel) energie worden ingezet om het voertuig tegen de zwaartekracht in van de grond te tillen.
- De innovaties in de categorieën 'betaal- en reisgemak', 'reizigersinformatie' en 'vraagafhankelijk' hebben grosso modo geen externe effecten. Dit geldt ook voor de meeste 'organisatorische innovaties'.
- De meeste van de in deze studie geselecteerde ov-innovaties hebben geen nieuwe infrastructuur nodig. Bij de innovaties waar dit wel het geval is, zoals de hogesnelheidslijnen en -voertuigen, de Maglev en de Hyperloop, zijn de overheidsinvesteringen voor die nieuwe infrastructuur hoog.

In bijlage 4 bespreken we per innovatie wat de externe effecten en infrastructuurkosten zijn.

6 Innovatie en toekomstscenario's voor het ov

- De toekomst van het openbaar vervoer (ov) wordt mede bepaald door de mate waarin innovaties tot ontwikkeling komen. In een beleidsvisie op de toekomst van het ov spelen innovaties dus een belangrijke rol.
- In een recente studie naar de toekomst van de zelfrijdende auto (zra) heeft het KiM vier mogelijke scenario's ontwikkeld langs de assen meer/minder delen (een verdere opkomst van de deeleconomie) en meer/minder automatisering van rijtaken bij de auto (KiM, 2015). Met 'delen' doelen we hier op de bereidheid tot het delen van mobiliteitsvoorzieningen, bijvoorbeeld het collectief bezit en gedeeld gebruik van een vervoermiddel.
- In elk van deze vier scenario's is de positie van het ov verschillend. In het voor het ov meest ongunstige scenario (hoge mate van automatisering van rijtaken van de auto en weinig bereidheid tot het delen van mobiliteitsvoorzieningen) is de rol van het ov beperkt tot de drukke trajecten in de grote steden en tot het vervoer over lange afstanden. Daartegenover staat het scenario waarbij automatisering van rijtaken nog niet zo ver is doorgezet, het meest nog bij het ov. Daarnaast is de bereidheid tot delen groot. De positie van het ov blijft in dit scenario het meest overeind.
- De beide andere scenario's zitten voor wat betreft de positie van het ov tussen de vorige scenario's in. In het scenario waarin een grote mate van automatisering gecombineerd is met een grote bereidheid tot het delen van mobiliteitsvoorzieningen zijn auto en openbaar vervoer nagenoeg samengesmolten.
- Om het proces van visievorming op de toekomst van het ov te faciliteren, zijn wij nagegaan hoe de geselecteerde ov-innovaties zouden kunnen passen in de vier kwadranten van de verschillende toekomstscenario's, zie figuur 6.1.

Figuur 6.1 Positie ov-innovaties in vier toekomstscenario's. Bron: KiM



7 De innovatietop-twaalf nader bezien

Vooraf

- Op basis van 'pure' reistijd, beleving van de reistijd en een aantal comfortaspecten lijken de twaalf voor deze studie geselecteerde innovaties in het openbaar vervoer (ov) het meest aantrekkelijk voor reizigers. Dit wil niet automatisch zeggen dat deze ook allemaal succesvol in de markt kunnen worden gezet. Zie hoofdstuk 3 voor de knelpunten waardoor innovaties vroegtijdig kunnen sneuvelen en hoofdstuk 5 voor de effecten van deze innovaties voor reizigers, vervoerders en maatschappij.
- Harde conclusies over de haalbaarheid van innovaties in het ov zijn nauwelijks te trekken. Daar zijn de onzekerheden te groot voor. Situationele factoren en de condities waaronder innovaties zich ontwikkelen (vraag- en kostenontwikkelingen, acceptatie, wet- en regelgeving, enzovoort), zijn in belangrijke mate bepalend voor het succes van innovaties.
- Voor elk van de twaalf innovaties die vanuit reizigersperspectief aantrekkelijk zijn, volgt hieronder een beschouwing over de haalbaarheid ervan die rekening houdt met mogelijke knelpunten op weg naar succesvolle implementatie.

7.1 Geautomatiseerde voertuigen over de weg van instappunt tot uitstappunt

- Deze innovatie geeft de reiziger de beschikking over automatisch vervoer via één vervoerswijze, met vaste of flexibele in- en uitstappunten. Het voor- en natransport kan hij zelf optimaliseren. De totale reistijd neemt af, doordat er minder wachttijd en overstappen zijn. De beleving van de reistijd neemt hierdoor sterk toe.
- De exploitant moet investeren in voertuigen (meer en kleiner, dus effectiever), maar kan besparen op personeelskosten. De technische en commerciële haalbaarheid van zelfrijdende kleinschalige voertuigen moet zich nog bewijzen: wat voegt deze innovatie, als die bestaat naast een systeem van zelfrijdende auto's die tot in de haarvaten rijden, nog toe? De vervoerders van traditionele lijnen zien hun klanten wegvallen als ze niet zelf de exploitatie van deze geautomatiseerde voertuigen oppakken.
- Een risico voor de vervoerder is hiernaast de aansprakelijkheid voor zowel de veiligheid van reizigers als die van personen buiten het voertuig.
- Onduidelijk is welke effecten deze innovatie heeft op milieu, ruimtebeslag en verkeersveiligheid.
- Geautomatiseerde voertuigen zullen gefaseerd op de markt komen. Een mogelijk knelpunt is het vertrouwen van de reiziger in dit vervoermiddel en zijn acceptatie ervan. Bij de al bestaande onbemande metro's die rijden op een afgeschermd baan, blijkt de acceptatie onder reizigers overigens geen probleem te zijn. Hieraan verbonden is de vraag of potentiële vervoerders de stap naar automatisering durven te maken. Mogelijk kan overheidsstimulering in de vorm van pilots hierbij een rol spelen. Dit gebeurt bijvoorbeeld al bij de WePod in Wageningen.
- Op de korte termijn valt er niet veel te verwachten van de geautomatiseerde voertuigen, behalve op vrije banen, zoals bij de Parkshuttle in Capelle aan den IJssel. Mogelijk ontstaan er op de middellange termijn wel mogelijkheden om geautomatiseerde voertuigen op vaste lijnen waar nog sprake is van een bepaalde mate van voertuiggeleiding, toe te passen in gemengd verkeer.

Van Parkshuttle tot CityMobil2

In Nederland kennen we sinds 1999 de Parkshuttle die het Rotterdamse metrostation Kralingse Zoom verbindt met het nabije bedrijventerrein Rivium in Capelle aan de IJssel. De shuttle rijdt over een eigen baan, op werkdagen tijdens de spits om de 2,5 minuut en daarbuiten op afroep met een maximale wachttijd van 6 minuten. In Wageningen is in 2015 een test gestart met de zogeheten WePod, een automatisch voertuig dat zich mengt met het overige wegverkeer en dat de Universiteit gaat verbinden met het station Ede-Wageningen. Met sensoren en lasers bepalen de WePods hun route. Een ritje met de WePod is via een mobiele app te bestellen.

In Europa loopt een aantal experimenten met automatische wegvoertuigen in het kader van het CityMobil2-project. In dit door de EU gesponsord project werken onderzoeksinstituten, vervoersautoriteiten, vervoerbedrijven en voertuigfabrikanten samen om in enkele stedelijke regio's een geautomatiseerd systeem op te zetten in samenhang met het al bestaande openbaar vervoer. De experimenten gaan gepaard met onderzoek naar de technische, financiële, culturele en gedragsmatige aspecten die met deze nieuwe vorm van ov samengaan. In middelgrote steden als La Rochelle, San Sebastian en Lausanne zijn al proefprojecten gestart, Brussel en Milaan zijn grote steden met ambities op dit vlak.

Bronnen:

[Horizon 2020, The EU Framework Programme for Research and Innovation](#)
citymobil2.eu



7.2 Geautomatiseerde voertuigen over de weg van deur tot deur

- Deze innovatie brengt de reiziger van deur tot deur, als een vorm van collectief taxivervoer. Andere reizigers moeten mogelijk op de 'route' worden opgepakt of afgezet. De reiziger krijgt wel, indien gewenst, een gegarandeerde aankomsttijd, zij het met aangepast reizigerstarief.
- Het voordeel voor reizigers ten opzichte van regulier ov is een duidelijke verkorting van de reistijd. Immers, voor- en natransport en wachttijden vervallen. Wel kan er extra tijd gemoeid zijn met het ophalen van andere reizigers. De beleving van de reistijd zal daarom nog verder verbeteren dan bij de voorgaande innovatie. Ook bij deze innovatie is het de vraag wat ze toevoegt aan het al bestaande systeem van zelfrijdende auto's tot in de haarkvaten. Mogelijk ontwikkelen het ov en de automotieve sector zich in de richting van eenzelfde aanbod: mobiliteitsdiensten door exploitatie van een systeem met zelfrijdende auto's.
- Ook bij deze innovatie zien de vervoerders van traditionele ov-lijnen hun klanten wegvallen als ze niet zelf de exploitatie van de geautomatiseerde voertuigen oppakken. Op de middellange termijn valt niet te verwachten dat de zelfrijdende auto massaal op de markt verschijnt, ook niet als deze 'geautomatiseerd ov-voertuig van deur tot deur' heet.

7.3 Hightechbussen

- Hightechbussen bieden de reiziger verschillende faciliteiten. Denk bijvoorbeeld aan ICT-mogelijkheden in de bus, zoals realtimereisinformatie, overstapinformatie en slimme incheck- en uitstapsystemen. Hiernaast zijn comfortverbeteringen denkbaar ten opzichte van de traditionele bus, zoals comfortabele stoelen en inklapbare stoelen om de capaciteit te vergroten (meer staanplaatsen). De overstaptijden tussen bussen kunnen worden geoptimaliseerd.
- De bussen kennen verschillende gradaties van automatisering. Rijden de bussen – in hun uiterste vorm van automatisering – zonder chauffeur, dan kan de kostenbesparing die hiermee gepaard gaat, worden aangewend om de frequentie waarmee ze rijden te verhogen. Dit zal de reistijd voor de passagier positief beïnvloeden, evenals de beleving van de reistijd.
- De externe effecten en knelpunten zijn vergelijkbaar met die van geautomatiseerde voertuigen van deur tot deur. Het stimuleren van internationale samenwerking op het gebied van voertuigontwerp zou de automatisering kunnen versnellen. De ontwikkeling moet wel passen binnen de businessmodellen van de vervoerders. Voor bijvoorbeeld pilots of samenwerking bij voertuigontwikkeling kan een rol voor de overheid zijn weggelegd.
- De automatisering zal zich naar verwachting gefaseerd ontwikkelen. De bus zonder bestuurder zal niet op middellange termijn worden gerealiseerd.

Hightechbus in bedrijf

In de Chinese stad Zhengzhou rijdt sinds 2015 een zelfrijdende bus over een afstand van 30 kilometer dwars door de stad, temidden van het reguliere verkeer. De bus heeft een topsnelheid van 68 kilometer per uur, is in staat om van rijstrook te veranderen en stopt automatisch bij de halte. Er is wel een bestuurder aanwezig die in voorkomende gevallen de besturing kan overnemen. Vanaf 2018 zullen op het vliegveld van Brussel zelfrijdende shuttlebussen gaan rijden tussen de parkeerplaatsen en de luchthaven. Het gaat om een proefproject, over een afstand van maximaal 5 kilometer. De snelheid bedraagt 15 tot 20 kilometer per uur. De bus zal niet over een eigen baan rijden en dus deelnemen aan het reguliere verkeer. In juli 2016 heeft op de busbaan tussen Schiphol en Haarlem de eerste operationele test plaatsgevonden met een zelfrijdende bus van Daimler. Op een aantal stukken van het traject, met name kruispunten, komt de bus op de openbare weg. Zonder ingrijpen van een chauffeur, kan de bus gas geven, remmen voor andere weggebruikers en stoppen bij de bushaltes. Andere innovaties in bussen die over de hele wereld steeds meer toepassing vinden betreffen reizigersinformatie, slimme in- en uitstapmogelijkheden (zoals deuren aan beide kanten) en automatische betaalsystemen.

Bron: Daimler Buses



7.4 Automatische metro's of trams

- Er zijn vier niveau's van automatisering (UITP, 2013; zie tekstbox). Bij het hoogste niveau is geen personeel meer aan boord. Dit wordt al toegepast in metro's en trams in ruim dertig steden ter wereld.
- De automatisering op zichzelf levert geen voordeel op voor de reiziger. In eerste instantie spaart de vervoerder personeelskosten uit. Dat kan verschillende effecten hebben: extra-winst voor de vervoerder of verlaging van de overheidsbijdrage in de exploitatie. Van voordelen voor de reiziger is pas sprake bij een tariefsverlaging of wanneer de frequenties van rijden worden verhoogd. Het laatste is bij de introductie van automatische metro's vrijwel overal gebeurd. Hierdoor vermindert de wachttijd voor de reiziger. De operationele kosten kunnen omlaag door besparing op energie en personeelskosten. Soms wordt een deel van de overbodige bestuurders ingezet voor servicetaken.
- De effecten voor de vervoerder kunnen in principe positief zijn, doordat een aantrekkelijker product meer reizigers trekt.
- We verwachten geen positieve milieu-effecten van deze optie. Een eventuele energiebesparing door zuinig (automatisch) optrekken en remmen zal worden gecompenseerd door de hogere frequentie waarmee de metro's of trams rijden.
- Deze optie is feitelijk al marktrijp. Een substantieel knelpunt voor verdere invoering zijn de hoge materieelkosten en eventuele afschrijvingskosten van bestaand materieel. Indien de rails nog moeten worden aangelegd, zijn er ook hoge infrastructuurkosten. Mogelijk zijn deze infrastructuurkosten lager dan bij klassieke trams en metro's, omdat de automatische voertuigen lichter zijn en de infrastructuur dus minder belasten. Er zijn in Nederland maar weinig plekken waar de vervoersstromen groot genoeg zijn om die kosten te rechtvaardigen. Het zal eerder gaan om ombouw of vervanging van bestaande metro's en trams.
- Additioneel moeten de regeltechnieken bij tramkruisingen verder worden ontwikkeld. Een betere boortunneltechniek zou de bouwkosten van de infrastructuur sterk kunnen reduceren. Een ander mogelijk knelpunt is het gebrek aan draagvlak bij het ov-personeel.

Automatische metro's al breed toegepast

De automatisering van metro's en trams kent vier niveau's (Grade of Automation, afgekort GoA) (UITP, 2013). Bij GoA1 rijdt de bestuurder, maar grijpt de apparatuur in als er bijvoorbeeld te hard wordt gereden. Dit systeem is nu in gebruik bij de Amsterdamse en Rotterdamse metro en is redelijk vergelijkbaar met het systeem van de trein. De Londense Victorialijn was in 1967 de eerste automatische metro ter wereld met een zogeheten GoA2. Dat houdt in dat het voertuig wel automatisch rijdt, maar dat nog wel een bestuurder aanwezig is om de deuren te sluiten, te letten op obstakels vóór de trein en om in noodsituaties de besturing over te nemen.

GoA3 wordt maar weinig toegepast, omdat dit systeem duur is en ten opzichte van andere systemen weinig extra voordelen heeft. Er zit geen bestuurder meer voorin, maar er loopt wel servicepersoneel door het voertuig dat onder meer zorgt voor het sluiten van de deuren. De Docklands Light Railway in Londen werkt met dit systeem. GoA4 is het hoogste niveau van automatisering en wordt steeds vaker toegepast ondanks de hoge aanlegkosten. De metro wordt volledig automatisch aangestuurd inclusief de deuren. Er is geen personeel meer aan boord. GoA4 wordt al toegepast in metro's en trams in tientallen steden ter wereld, onder andere in Parijs, Neurenberg, Kopenhagen, Seoul, Vancouver, São Paulo en Dubai (UITP, 2013).

Automatische metro's rijden zeker niet alleen in miljoenensteden. Voorbeelden van kleinere steden met dergelijke systemen zijn Rennes, Toulouse en Lille in Frankrijk, Lausanne in Zwitserland en Kopenhagen in Denemarken. Bij de Amsterdamse metro wordt automatisch rijden de komende jaren stapsgewijs ingevoerd.

Bronnen: UITP (2013) / en.wikipedia.org/wijnenemenjemeel.nl

Niveau van automatisering	Type besturing	Start rijden	stoppen	Sluiten deuren	Ingrijpen bij verstoring
GoA 1	 ATP met bestuurder	Bestuurder	Bestuurder	Bestuurder	Bestuurder
GoA 2	 ATP/ATO met bestuurder	Automatisch	Automatisch	Bestuurder	Bestuurder
GoA 3	 Zonder bestuurder	Automatisch	Automatisch	Service-personeel	Service-personeel
GoA 4	 UTO	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch

ATP Automatic Train Protection: automatische treinbeveiliging

ATO Automatic Train Operation: automatische treinbesturing

UTO Unattended Train Operation: onbemanste treinbesturing

7.5 Automatische treinen

- Net als bij trams en metro's levert de automatisering op zichzelf geen voordeel op voor de reiziger. Dat voordeel is er pas als de tarieven omlaag gaan of wanneer de automatische treinen met een hogere frequentie gaan rijden, en de wachttijd dus afneemt. Deze frequentieverhoging is mogelijk wanneer de vervoerder (een deel van) de uitgespaarde personeelskosten gebruikt voor de inzet van meer voertuigen.
- De effecten voor de vervoerder kunnen in principe positief zijn. De hogere frequentie waarmee de treinen rijden, zorgt ervoor dat de aantrekkelijkheid van het product voor de reiziger toeneemt. Het gaat om maatwerk. Ergens zal er een omslagpunt zijn waarboven de hogere frequentie geen effect meer heeft op het aantal reizigers.
- We verwachten geen positieve milieu-effecten van deze optie. Eventuele energiebesparing door zuinig (automatisch) optrekken en remmen zal worden gecompenseerd door de hogere frequentie.
- Ook hier kent de automatisering vier verschillende niveau's. Omdat er bij treinen, anders dan bij metro's en trams, sprake is van een verknoopt netwerk en gemengd verkeer (snel/stop, reizigers/goederen), is de automatisering hier complexer dan bij de vorige innovatie. Momenteel gaat de automatiseringsgraad van treinen in de richting van GoA2, het niveau waarbij de trein automatisch optrekt en tot stilstand komt en een machinist alle overige handelingen uitvoert. Het hoogste niveau van automatisering, GoA4, is nog verre toekomstmuziek.

De automatische (goederen)trein komt er aan

Nederland krijgt in 2016 de Europese primeur met een proef met een zelfrijdende trein. De Duitse spoorvervoerder DB Cargo heeft ProRail gevraagd de proef in Nederland voor te bereiden. De Betuweroute is uitgekozen om een goederentrein op de 'automatische piloot' te laten rijden, omdat deze is uitgerust met beveiligingssysteem ERTMS. Het is een van de meest moderne spoorlijnen van Europa en leent zich daarom uitstekend voor deze test. Net als in een vliegtuig blijft altijd een machinist aanwezig, maar deze wordt bijna al het werk uit handen genomen. In Duitsland is men van plan om vanaf 2020 zowel met goederen- als met passagierstreinen met een automatische piloot te gaan rijden.

Bron: SpoorPRO.nl



7.6 Voertuigen op eigen baan

- De meest bekende vorm, de vrije busbaan, bestaat al enkele decennia, maar de toepassing ervan is vaak nog beperkt. Ten opzichte van een autoreis in een stedelijk gebied met veel congestie kan deze optie de reiziger aanzienlijke tijdswinst opleveren, ten opzichte van een fietsreis is dit minder het geval. Bij langere afstanden kan de rijtijdswinst worden opgevoerd door de afstanden tussen de haltes te vergroten. Hoewel dit ten koste gaat van de voor- en natransporttijd naar die haltes toe, is per saldo de totale deur-tot-deur-reistijd veelal gunstiger.
- Voorbeelden zijn te vinden in Curitiba in Brazilië, Caracas (Venezuela) en, dichterbij huis, de Zuidtangent door de regio Haarlem-Schiphol-Amsterdam/Zuidoost. In de toekomst komen mogelijk ook andere vormen van vrije baan verder tot ontwikkeling, zoals geleide bussystemen. Voorbeelden daarvan zijn de O-Bahn Busway in Adelaide of de bandentram in Clermont-Ferrand.
- Door de kortere omlooptijden van materieel en personeel is deze innovatie meestal gunstig voor de vervoerder. Niet duidelijk is in hoeverre dit voordeel opweegt tegen de investeringen in infrastructuur en de ruimtelijke inpasbaarheid.
- Deze innovatie lijkt kansrijk bij grote te verwachten vervoersstromen die nu nog niet goed worden bediend. In Nederland, met zijn al dichte ov-netwerken, lijken niet veel gebieden meer aan deze criteria te voldoen.

Zuid-Amerika aan top

We kennen natuurlijk allang de bus op een vrije baan. De eerste busbaan in Europa werd in 1963 geopend in Hamburg. In Nederland viel die eer in 1972 ten deel aan de Ommoordse busbaan. Almere heeft een uitgebreid busbaanennetwerk waar alle stadsbuslijnen gebruik van maken. De Zuidtangent in Noord-Holland maakt gebruik van een 25 kilometer lange busbaan tussen Schiphol-Noord, via Hoofddorp naar Haarlem-Schalkwijk.

Steden met een vrije busbaan ('bus lane' of 'free bus lane') zijn er legio in de wereld. Een extreem lange vrije busbaan is de Gyeongbu Expressway in Zuid-Korea, die over 416 kilometer het land doorkruist van noordwest naar zuidoost. Een voorbeeld voor veel andere steden is de Braziliaanse stad Curitiba, waar vanaf 1974 een netwerk van vrije busbanen werd gecreëerd, het eerste in de wereld. Curitiba had op dat moment zo'n 360.000 inwoners (nu 1,8 miljoen). Inmiddels is het systeem, genaamd Bus Rapid Transit (BRT), overgenomen in veel Zuid-Amerikaanse steden, waaronder Bogotá, en heeft het zich verder over de wereld verspreid. In Curitiba zelf hebben de bushaltes sinds 1991 een vernieuwd, futuristisch ontwerp gekregen in de vorm van een glazen buis ("tube"). Het aantal "tube stations" bedraagt inmiddels 357.

Bronnen:

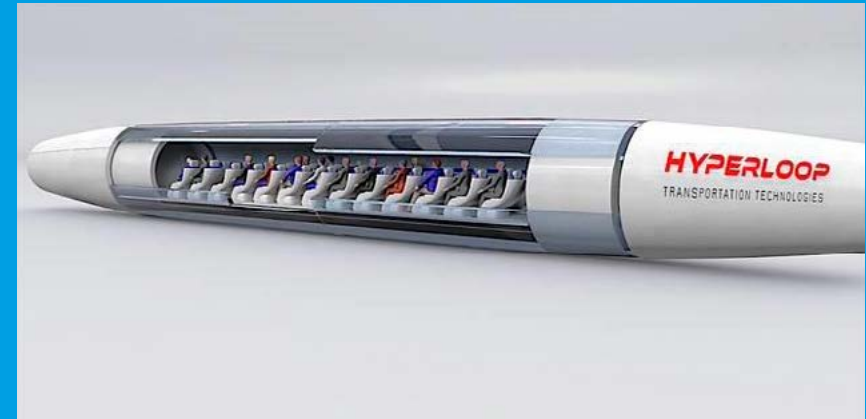
Wikipedia, 2016b / The Guardian, 2015



7.7 Hyperloop

- De hyperloop (Crowdstorm, 2014) is een buizensysteem op palen waarin capsules met reizigers zich pijlsnel voortbewegen. Door de lage luchtdruk in de buizen is de luchtweerstand zo gering dat de capsules met zo'n 1.200 kilometer per uur bijna de snelheid van het geluid halen. De enorme snelheid is binnen Nederland wellicht niet zo efficiënt vanwege de beperkte marktvraag naar lange reisafstanden, maar voor langere internationale reizen is de tijdwinst enorm: van Amsterdam naar Parijs of Berlijn in ongeveer een half uur. Ook als de voor- en natransporttijden naar en van de hyperloopstations lang zijn, blijft de tijdwinst voor reizigers over dergelijke afstanden aanzienlijk.
- Voor vervoerders lijkt deze innovatie aantrekkelijk. Onzekere factor is de concurrentiepositie ten opzichte van alternatieven over langere afstanden, zoals hogesnelheidstrein en vliegtuig.
- Het idee van de hyperloop verkeert nog in een prille fase van verkenning en testen. Het is de vraag in hoeverre reizigers deze vorm van vervoer zullen accepteren: wél over land reizen, maar met de beleving van een vliegreis. Aan de andere kant zou deze vorm van vervoer voor veel mensen juist een positief 'Eftelinggevoel' kunnen opleveren. In Californië wordt aan een proefbaan gewerkt. Ongetwijfeld gaan de hoge investeringskosten en de ruimtelijke inpassing een grote uitdaging vormen.
- Al lijkt deze innovatie in de Nederlandse context de komende decennia weinig realistisch.

Buizenpost voor mensen



Bron: Hyperloop Transportation Technologies

7.8 Voertuigen door de lucht

- Bij voertuigen door de lucht gaat het om bijvoorbeeld helikopters, drones voor vier tot tien personen, vliegende auto's of eenpersoonsdrones. Omdat het in dit onderzoek alleen om collectief vervoer gaat, laten we de laatste buiten beschouwing. Het voordeel voor de reiziger van deze optie is de snelle, directe reis door de lucht. Veelal, maar waarschijnlijk niet altijd, zal overstappen niet nodig zijn; dat hangt af van de exploitatievorm en de commerciële mogelijkheden voor exploitanten. Wel zal voor- en natransport nodig zijn, bijvoorbeeld vanaf een speciale plek iets buiten de bebouwde kom of vanaf een parkeerplek/-dek binnen de bebouwde kom.
- De mogelijkheden voor een positieve businesscase zijn wellicht vergelijkbaar met die van het kleinschalig zakelijk vliegverkeer dat we allang kennen. Tot op heden is dat slechts een nichemarkt, dus voor een klein deel van het zakelijk verkeer. Voor grootschalige toepassing moeten knelpunten worden opgelost op het gebied van veiligheid en milieubelasting. Ook zullen investeringen nodig zijn voor start- en landingsinfrastructuur en verkeersleiding.

Veilig door de lucht?

Voertuigen voor vervoer door de lucht bevinden zich, anders dan in de gangbare luchtvaart, nog volledig in het experimentele stadium. Een recente ontwikkeling op het gebied van vliegende meerpersoonsvoertuigen is het concept, bedacht door het Amerikaanse bedrijf Terrafugia, de "TF-X™", een vierpersoons semi-autonome hybride elektrische auto, die zowel kan rijden als vliegen. De website van het bedrijf meldt dat het voertuig zich in de eerste stadia van ontwikkeling bevindt en dat de eerste productie over 8 à 12 jaar wordt verwacht. Het zal dan qua prijs moeten gaan concurreren met 'high-end luxury cars'. Een voorbeeld uit Europa is het Slowaakse Aeromobil uit Slowakije, dat plannen heeft om vanaf 2017 de zogenaamde "AeroMobil 3.0" te gaan verkopen. Volgens de website kan dit voertuig in een tijdsbestek van seconden transformeren van een auto in een vliegtuig. Het voertuig gebruikt gas als brandstof en heeft opvouwbare vleugels, waardoor het als een normale auto kan parkeren.

Bij voertuigen door de lucht is veiligheid een belangrijke kwestie. Het vooruitzicht dat vele kleine voertuigen, al dan niet met bestuurder, oncontroleerbaar door het luchtruim vliegen heeft NASA ertoe gebracht te starten met de ontwikkeling van een computersysteem dat de hoogte waarop gevlogen wordt kan managen. Het systeem wordt 'The Highway in the Sky' genoemd. Overigens werden in het verleden al vaker plannen voor vliegende voertuigen aangekondigd, waarvan later niets meer werd vernomen. Een voorbeeld is de AirScooter uit een studie in opdracht van de Europese Commissie naar radicale voertuigconcepten die mogelijk tot CO₂-reductie zouden kunnen leiden. Het ging om een ultralicht eenpersoonsvliegtuigje.

Bronnen:

Terrafugia, 2015 / CNN, 2015 / Wynn & Hill, 2010 / Wikipedia (2015) / Cisco, 2015



7.9 Vraagafhankelijke systemen van instappunt tot uitstappunt

- Bij het vraagafhankelijk vervoer met vast of flexibel in- en uitstappunt heeft de reiziger het voordeel dat de wachttijd afneemt en de wachttijd bij overstappen vervalt. Tot de doelgroep behoren mensen die problemen hebben met lopen, bijvoorbeeld door een handicap, koffers, kinderen. Voor hen is de noodzaak van enig voor- en natransport wellicht problematisch. In de VS bestaat een dergelijk systeem, BRIDJ geheten (Bridj, 2016), al in Boston, Washington DC en Kansas City.
- Voor de vervoerders kan deze innovatie rendabeler zijn dan de traditionele vraagafhankelijke systemen doordat er mogelijk sprake is van grotere stromen.
- Deze innovatie kan 'vandaag' worden geïmplementeerd, in combinatie met goede apps. Zie bijvoorbeeld het experiment van Abel door Connexion in Amsterdam (Abel, 2016). Technisch werkt het, maar het moet nog wel blijken of het ook commercieel over langere tijd haalbaar is.
- Er zijn geen duidelijke effecten ten aanzien van milieu, ruimtebeslag en verkeersveiligheid.

Bridj als bridge tussen Uber en ov

Bridj is een modern vraagafhankelijk vervoerssysteem dat sinds 2014 functioneert in een aantal Amerikaanse steden als Boston en Washington. In Kansas wordt sinds kort samengewerkt met het lokale openbaar vervoersbedrijf. Het systeem combineert het gemak van een app zoals Uber die heeft ontwikkeld met het efficiencyoordeel van een klassieke bus. De voertuigen hebben plaats voor maximaal 12 passagiers. Vervoer van deur-tot-deur is voor een dergelijk aantal passagiers niet zo efficiënt, dus de optimale route en opstapplaatsen worden berekend aan de hand van de actuele boekingen. Dat betekent dat sommige passagiers een stukje moeten lopen naar opstappunt of eindbestemming. Real time data over de verkeersdrukte bepalen mede de optimale route van de voertuigen. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar het gebruik van deze systemen en naar de vraag in hoeverre het mobiliteitsgedrag (effecten op het traditionele ov of op auto- of fietsgebruik) erdoor verandert.

Bron: Smithsonian, 2015 / Autoblog, 2015 / Martin di Caro, 2015



7.10 Vraagafhankelijke systemen van deur tot deur

- Vergeleken met de vorige innovatie is deze optie nog aantrekkelijker voor de reiziger. Immers, ook het voor- en natransport vervalt. Deze vorm van vervoer bestaat al enkele decennia, vooral voor kleine vervoerstromen, veelal op het platteland. Knelpunten die tot voor kort een doorbraak belemmerden, waren de noodzaak tot reserveren, de gebrekkige informatievoorziening voorafgaand aan de reis, de onvoorspelbaarheid van het verloop van de reis en de lange reisduur. Dankzij ICT worden vraagafhankelijke systemen voor de toekomst wél kansrijk geacht (OECD, 2014).
- Ontwikkelingen zoals apps (Citylab), mobiele en digitale hulpmiddelen (Van Hagen & Krumm, 2014) kunnen dergelijke systemen beter dan voorheen ondersteunen. Deze technieken zorgen voor verbetering en vereenvoudiging van zowel de planning als de informatievoorziening. Ook tijdens de reis kan eventueel worden bijgestuurd. Door deze mogelijkheden kunnen lastmile-opties zoals shuttles, busjes, taxi's, fietsen en lopen beter worden geïntegreerd.
- Of deze innovatie voor de zittende vervoerder voordelen heeft doordat deze het doelgroepenvervoer (Wmo, scholieren, enzovoort) kan combineren, is niet duidelijk. Voorzover de reizigersstromen op het huidige ov-netwerk worden afgeroomd, is er mogelijk een negatief effect op de exploitatie van het ov-bedrijf. Of juist niet als dat vervoer verlieslatend is.
- Er zijn geen duidelijke effecten ten aanzien van milieu, ruimtebeslag en verkeersveiligheid.

7.11 Langeafstandsbusdiensten

- Langeafstandsbusdiensten vervangen een busreis met meerdere overstappen door een busreis zonder overstap. Het niet meer overstappen is een voordeel voor de reiziger. Een ander voordeel is dat de wachttijd hierdoor afneemt. Daarnaast vinden sommige mensen een (comfortabele) busreis prettiger dan een treinreis. Het grote voordeel hier is dat de reiziger een keuze heeft.
- De effecten voor de vervoerder die deze busdienst aanbiedt, kunnen positief zijn doordat deze optie aantrekkingskracht heeft voor reizigers, hetzij afkomstig van de bestaande ov-netwerk, hetzij nieuwe reizigers. Voor de zittende vervoerders op het bestaande ov-netwerk is er waarschijnlijk een licht omzetverlies.
- We verwachten geen positieve milieu-effecten van deze optie, eerder licht negatieve. Treinvervoer is bij een gemiddelde bezettingsgraad per reizigerskilometer energie-efficiënter dan busvervoer (Otten et al., 2015); dat geldt zeker voor het intercity-vervoer over langere afstanden dat een gemiddeld hogere bezettingsgraad heeft en waar langeafstandsbussen vooral mee concurreren. Alleen bij een zeer hoge bezettingsgraad kan de bus de score ten opzichte van de trein verbeteren.
- Er zijn geen overheidsinvesteringen nodig voor deze innovatie.
- Knelpunten voor de verdere uitrol van deze optie zijn er niet. Deze optie is mogelijk als het busvervoer is vrijgegeven. Internationaal is dit al het geval. In steeds meer landen, waaronder ook Nederland, wordt nu ook het interregionale busvervoer vrijgegeven. In Duitsland bijvoorbeeld is het langeafstandsbusvervoer hierdoor sinds 2013 met 180 procent gestegen.

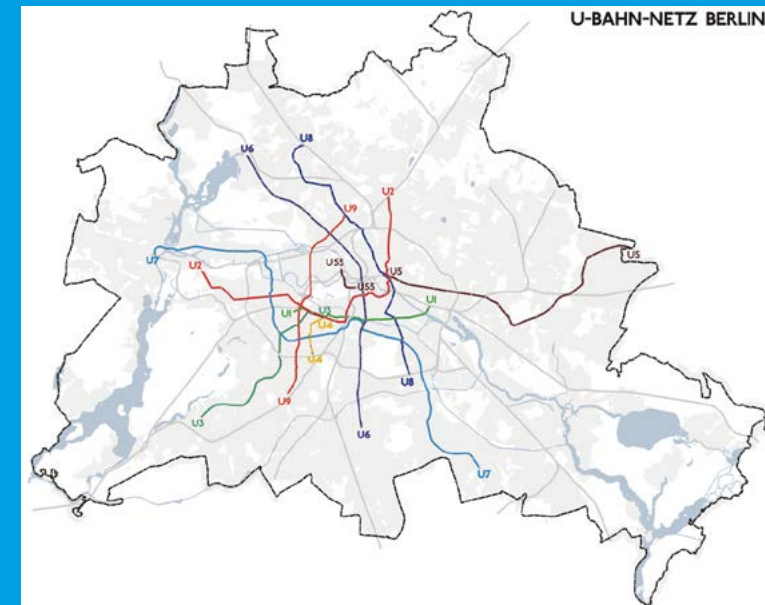
7.12 Netwerk en dienstregeling vanuit reizigersperspectief

- Bij deze innovatie werken spoorwegondernemingen en stadsvervoerders samen om de reis ‘van deur tot deur’ beter te faciliteren. Het gaat dan om de optimalisatie van keuzes over netwerkkenmerken zoals het stopregime, het verknopen of doorkoppelen van lijnen, de vertakking op uitlopers of het versterken op lijndelen. Deze innovatie levert verbeteringen voor de reiziger op het vlak van alle reisonderdelen. Alleen de zoekweerstand is er nog steeds: mensen moeten nog steeds uitzoeken hoe hun reis verloopt en wat zij daarvoor moeten.
- Per saldo zal de totale deur-tot-deur-reistijd verminderen, maar misschien niet voor iedere reiziger.
- We verwachten geen positieve milieu-effecten van deze optie. Deze gaat niet gepaard met overheidsinvesteringen. Mogelijke belemmeringen voor een grootschalige uitrol zijn dat de reizigersbelangen en de vervoerdersbelangen niet altijd gelijk opgaan. Wat vanuit reizigersperspectief optimaal is, hoeft dat vanuit de vervoerder niet te zijn.
- Praktijkvoorbeelden van locaties waar het netwerk en de dienstregeling zijn geoptimaliseerd vanuit reizigersperspectief zijn: Berlijn, waar een aantal sterke buslijnen zijn omgedoopt tot ‘metrobusen’ (Reinhold & Kearney, 2008), Amsterdam (Tiemersma & Govers, 2012) en Breda (Van Eijk & Govers, 2012).
- Tabel 7.1 geeft een globale indicatie van de termijn waarop de twaalf innovaties daadwerkelijk in de markt zouden kunnen zijn gezet. We hanteren daarbij de volgende driedeling:
 1. innovaties die al op korte termijn (binnen 10 jaar) in de markt kunnen staan, bijvoorbeeld omdat ze in concept of op beperkte schaal al met enig succes worden toegepast. Hieronder vallen de vraagafhankelijke systemen;
 2. innovaties die pas op lange termijn (na 2050) realiseerbaar zijn, bijvoorbeeld omdat er aanzienlijke inpassingsproblemen of infrastructuurkosten mee gemoeid zijn;
 3. innovaties tussen beide voorgaande categorieën in.

Voorbeeld: Berlijn

In de periode 2004-2006 hebben de Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) het hele ov-netwerk geherstructureerd als onderdeel van een geïntegreerde marketingstrategie. Met simulaties was aangetoond dat met verbetering van de frequentie op de hoofdlijnen de reisduur werd verkort en het ov veel nieuwe klanten zou trekken. Op de zwakkere lijnen buiten het core-netwerk konden de diensten worden ingekrompen met als gevolg aanzienlijke kostenbesparingen met slechts een lichte daling in het aantal passagiers. Nieuwe diensten, de MetroBus en MetroTram, werden geïntroduceerd met zeer hoge frequenties. Deze zijn zeer actief in de markt gezet en op dezelfde manier gepresenteerd als de metrolijnen. Op sommige lijnen nam het gebruik met meer dan 30 procent toe. De exploitatiekosten namen met bijna € 10 miljoen af. De inkomsten stegen met ruim 22 procent in drie jaar tijd.

Bron: Reinhold, 2008



Tabel 7.1 Inschatting haalbaarheidstermijn innovaties. Bron: KiM

	Korte termijn	Middellange termijn	Lange termijn
Geautomatiseerde voertuigen over de weg			
1			•
2			•
3	•		
Geautomatiseerde voertuigen over rails			
4	•		
5		•	
Nieuwe infrastructuur, eventueel in combinatie met nieuwe voertuigen			
6	•		
7			•
8			•
Vraagafhankelijke systemen			
9	•		
10	•		
Organisatorische innovaties			
11	•		
12	•		

8 Aanknopingspunten voor beleid

- Innovaties in het openbaar vervoer (ov) komen niet vanzelf tot stand. Investerings in nieuwe producten of diensten worden niet altijd gemakkelijk terugverdiend. Over het algemeen heeft de overheid enkele opties om innovaties te stimuleren (CPB, 2016):
 - Zorgen voor de juiste randvoorwaarden, bijvoorbeeld door het toekennen en beschermen van intellectueel eigendom. Door intellectuele-eigendomsrechten kan kennis worden gedeeld zonder dat dit ten koste gaat van de inkomsten voor de bedenker.
 - De overheid kan innovatie stimuleren met belastingvoordelen, subsidies en leningen. Als een bedrijf innoveert, dan hebben ook andere partijen hier voordeel van. Bijvoorbeeld omdat ze de kennis die in een innovatie besloten ligt, ook voor andere doeleinden kunnen gebruiken. Deze kennisspillovers zorgen ervoor dat bedrijven minder investeren dan maatschappelijk gezien optimaal is. De overheid kan de misgelopen inkomsten van bedrijven compenseren met subsidies en zo onderinvesteringen in innovatie beperken.
 - De overheid kan ook zelf kennisontwikkeling stimuleren bij universiteiten of instituten voor toegepast onderzoek (waaronder TNO). Aanbestedingen en innovatieprijsvragen zijn instrumenten waarmee de overheid innovatie kan (mede-)organiseren.
 - De overheid kan zorgen voor open data, zeker wanneer deze bekostigd of gegeneerd zijn voor de uitvoering van publieke taken zoals openbaar vervoer (Ministerie van BZK, 2015).
- Het is de vraag of de huidige concessiesystematiek en het financieringssysteem in het openbaar stads- en streekvervoer voldoende ruimte en stimulering biedt voor innovaties of dat die ruimte er wel degelijk is maar onvoldoende wordt benut. Evaluatie van de huidige systematiek geeft het volgende algemene beeld (KpVV, 2013; Twijnstra Gudde & MuConsult, 2005):
 - Sinds 2000 zijn aanzienlijke efficiëntieverbeteringen in het ov gerealiseerd. De klanttevredenheid van ov-reizigers is geleidelijk toegenomen van 7,2 in 2007 tot 7,5 in 2015. Het gebruik van het ov is tussen 2000 en 2011 licht toegenomen; daarna zijn geen goede cijfers meer beschikbaar.
 - Ondanks positieve resultaten is het beeld bij sommige betrokkenen dat de innovatiekracht in het ov is achtergebleven. Concessies en de wijze van financieren blijken te weinig prikkels voor innovatie te bevatten. Dit hangt samen met de toegenomen complexiteit van concessies, met het dichtgetimmerde karakter van contracten tussen overheden en vervoerders en met de juridificering van processen die weinig ruimte voor dynamiek en ondernemerschap overlaten.

Het stimuleren van innovaties heeft ook een tegenhanger: financiële steun vooraf voor een nieuw idee kan achteraf niet rendabel blijken. Voor de overheid is het zaak de goede balans te vinden tussen een kritische haalbaarheidstoets vooraf en het bewust accepteren van het risico dat een nieuw idee verkeerd kan uitpakken.

- Mogelijke maatregelen om binnen de huidige concessiesystematiek innovaties te stimuleren zijn (KpVV, 2013):
 - Suppletiecontracten tussen opdrachtgever en vervoerder in plaats van netto-kostencontracten. Bij een nettokostencontract worden zowel de productiekosten- als de opbrengstenrisico's aan de vervoerder toegewezen. De prijs voor de opdrachtgever is gelijk aan het door de vervoerder voorziene exploitatietekort. Suppletiecontracten kunnen een versterkte financiële prikkel vormen, omdat de uitkering aan de vervoerder een suppletie op de gerealiseerde opbrengsten bedraagt.
 - Een goede balans vinden bij financiële prikkels. Te zwakke prikkels hebben geen effect (behalve frustratie bij opdrachtgevende overheid). Een voorbeeld is als het boetebedrag voor de uitval van ritten niet opweegt tegen de kosten die de vervoerder moet maken om de uitval van ritten te voorkomen. Echter, te sterke prikkels, zoals boetes voor niet-haalbare doelen, leiden tot frustratie bij de vervoerder. Prikkels moeten worden gekoppeld aan haalbare en meetbare doelen.
 - De opdrachtgever geeft meer ruimte voor innovatie, flexibiliteit en het houden van experimenten. Dit kan bijvoorbeeld door niet langer allerlei technische eisen te stellen zoals het aantal lijnen of haltes of door meer tariefvrijheid aan de vervoerder te geven. Ook kan de opdrachtgever meer mogelijkheden aan de vervoerder geven voor flexibiliteit en productontwikkeling gaandeweg de looptijd van de concessie.
 - Scherper onderscheid maken naar grote en kleine vervoersstromen om daarmee de verschillende ov-doelen eenduidiger neer te zetten. Bij grote stromen in en om stedelijke gebieden krijgen vervoerders meer uitdaging om groei te realiseren. De overheid faciliteert in dat geval met investeringen in infrastructuur. Bij kleine stromen zorgen de ov-autoriteit en de gemeente samen voor een maatwerkoplossing met kleine, voor lokale partijen aantrekkelijke concessies. Resultaat is een grotere aandacht voor de wensen van reizigers.
- Binnen concessies niet langer een exclusief recht aan één vervoerder geven. Het loslaten van de exclusiviteit van een concessie kan nieuwe initiatieven van andere partijen stimuleren. Denk aan meer individuele systemen of vraagafhankelijke systemen in combinatie met ICT-toepassingen. Nadeel is dat de terugverdienmogelijkheden van investeringen in innovaties kunnen worden uitgehouden. Voorbeeld voor de langere afstanden zijn de nieuwe busverbindingen (Flixbus) die de gaten in het intercitynetwerk dichtent.
- Het opnemen in de concessie-eisen van 'open data' (over bijvoorbeeld voertuigposities, voertuigbezetting, reisgegevens etc.) waarmee marktpartijen nieuwe producten of diensten kunnen genereren.
- Mogelijke langetermijnontwikkeling: meer marktinitiatief.
 - De hypothese op basis van Europees onderzoek (Van de Velde & Augustin, 2014) is dat marktinitiatief en deregulering voordelen hebben ten opzichte van monopolies, overheidsplanning of aanbestede concessies (zoals in Nederland) vanwege het voordeel van meer ondernemerschap, innovatiekracht en betere marketing die direct op de reiziger is gericht en niet op de politiek.

9 Conclusies

1. Innovaties in het openbaar vervoer (ov) zijn vaak technisch van aard, zoals een nieuw type voertuig. Maar het kan ook om niet-technische innovaties gaan, zoals een nieuw marketingidee of een nieuwe ov-dienst binnen een bestaande concessie.
2. Bij innovaties gaat het vaak om kleine kwaliteitsverbeteringen en zelden om grote schaa sprongen in het ov-systeem.
3. Er bestaat geen scherpe grens tussen wat wel en wat geen innovatie is: producten als vrije busbanen of het reizen zonder kaartje bestaan al lang (dus geen innovatie), maar kunnen wellicht breed worden uitgerold (wél innovatie).
4. Lang niet alle innovaties veroveren op grote schaal en succesvol een plek in de markt. Er is sprake van een proces met de nodige hindernissen. Nieuwe producten bereiken daardoor vaak de markt niet.
5. In de literatuur over ov-innovaties ligt de nadruk op voertuigtechniek, betaal- en informatiesystemen en vraagafhankelijk vervoer.
6. Op dit moment hebben innovaties vooral betrekking op een verbetering en uitrol van wat al in gang is gezet.
7. Innovaties die de reistijd (zowel de 'kloktijd' als de reistijdbeleving) van deur tot deur substantieel verbeteren, zijn voor de reiziger het meest aantrekkelijk.
8. Bij de introductie van een innovatie maakt het uit of de vervoerder die de nieuwe ov-dienst introduceert, zelf al de exploitant is van meer traditioneel ov of juist niet. Gaat het om een nieuwe exploitant, dan kan deze met de nieuwe diensten bestaande reizigers afromen van het klantpotentieel van de 'zittende vervoerder'. Dat beperkt de verdienmogelijkheden met de oude vervoerdiensten.
9. Vaak is onbekend of de innovatie op langere termijn een positieve businesscase oplevert. Bijvoorbeeld bij vraagafhankelijke systemen die vervoer van deur tot deur bieden, blijken de kosten later op te lopen en de opbrengsten tegen te vallen. Zo was de zogeheten Kutsuplus in Finland in opzet interessant maar bleek deze financieel uiteindelijk niet haalbaar.
10. Er zijn innovaties die de reiziger geen specifieke voordelen bieden, maar wel voordelen hebben vanuit een breder perspectief. Zo leveren innovaties op het gebied van elektrische bussen, inzet van waterstof als transportbrandstof en magneetzweeftreinen voordelen op het gebied van milieu, met name luchtkwaliteit en CO₂-uitstoot.
11. Innovaties die nieuwe infrastructuur nodig hebben, leiden veelal tot extra ruimtebeslag en/of tot de noodzaak van grote overheidsinvesteringen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de hyperloop. Dergelijke innovaties achten wij de komende decennia dan ook weinig realistisch.
12. Beleidsopties om innovaties in het ov te stimuleren liggen op het vlak van kennisontwikkeling en -deling, subsidies, fiscale maatregelen, de zorg voor open data en een beter gebruik van de mogelijkheden die de huidige ov-concessiesystematiek al biedt.
13. Meer marktinitiatief en deregulering biedt mogelijk op langere termijn voordelen ten opzichte van monopolies, overheidsplanning of aanbestede concessies vanwege het voordeel van meer ondernemerschap en betere marketing die direct op de reiziger is gericht en niet op de politiek.

Summary

Objective and status of the research

- In this research study, the KiM Netherlands Institute for Transport Policy Analysis maps the innovations and technologies that could possibly be introduced in the public transport system.
- This study was commissioned by the Public Transport and Railways (OVS) directorate of the Ministry of Infrastructure and the Environment (IenM).

Research questions

- Which (technological) innovations are coming or are already underway?
- What do these innovations mean for the public transport market?
- What are the starting points for policy in order to engage with these developments?

Definition of innovation

- Innovation is defined as pertaining to new or improved products, services, concepts or processes.
- Innovations in public transport are often technological in nature, such as new types of vehicles. However, it may also pertain to non-technological innovations, such as new marketing concepts or new public transport services within the existing concession.
- Innovations in public transport usually involve minor improvements in quality, and rarely large-scale leaps within the public transport system.
- No sharp boundary exists between what is and what is not an innovation: bus only lanes or ticketless travelling are long established practices (thus, not an innovation), but they can however experience a wider rollout (hence, an innovation).

Research conclusions

- It is certainly not the case that all innovations successfully claim a market position. Rather, a process occurs, which includes the requisite obstacles. New products therefore often fail to reach the market.
- The focus in literature pertaining to public transportation innovations is on vehicle technology, payment and information systems, and demand-responsive transport.
- At present, innovations primarily pertain to improving and rolling out what is already underway.
- Innovations that substantially improve door-to-door travel times (both the 'clock time' and the perceived travel time) are the most attractive to travellers.
- When introducing an innovation, it matters whether or not the transport operator introducing the new public transport is already an operator of more traditional public transportation. If it concerns a new operator, they can subsequently use their new services to siphon off the potential customers of the 'incumbent operator'. This limits the income potential of the old transport services.
- It is often unknown whether an innovation will result in a positive business case over the long term. For example, regarding demand-responsive systems offering door-to-door transport, over time the costs increase and revenues stagnate.
- Certain innovations do not offer travellers any specific benefits, although they do offer benefits in a broader context. Consequently, the environment benefits from innovations pertaining to electric buses, the use of hydrogen as a transport fuel and magnetic-floating trains, specifically with regard to air quality and CO₂ emissions.
- Innovations that require new infrastructure commonly result in extra land use and/or the need for major government investments. This is the case with the Hyperloop, for example. We therefore deem such innovations to be less realistic for the time being.

Starting points for policy

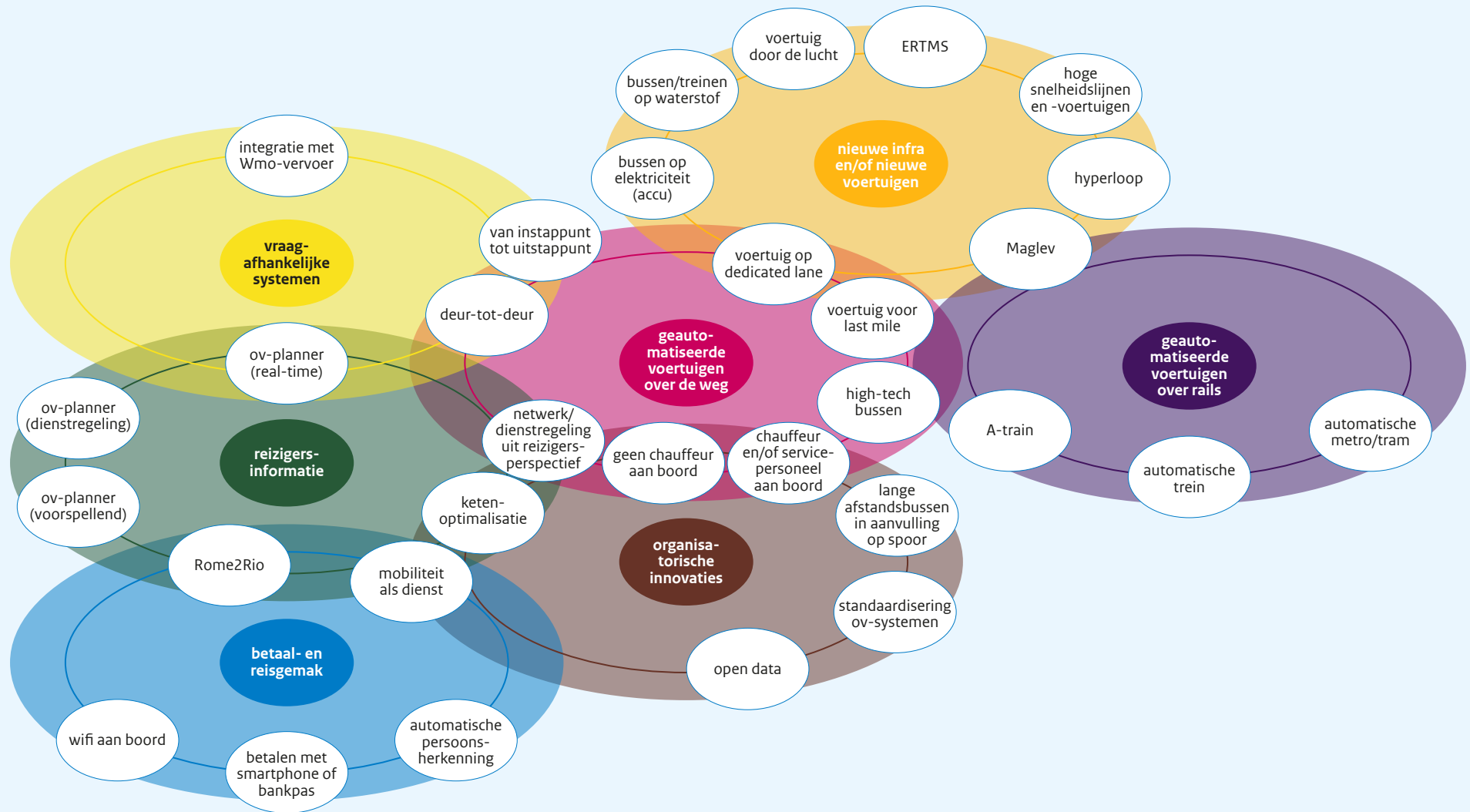
- Policy options for stimulating innovation in public transport are found in the development and sharing of knowledge, fiscal regulations, open data, and an improved use of the opportunities already afforded by the current public transportation concession system.
- In order to stimulate innovation, additional long term market initiatives and deregulation offer potential benefits as compared to monopolies, government planning or tendered concessions, owing to the benefits derived from increased entrepreneurship and improved marketing that is directly focused on the travelling public, rather than on politics.

Bijlage 1 – Innovaties en hun onderlinge samenhang

Toelichting

- De innovaties in deze rapportage zijn ingedeeld in de in hoofdstuk 4 onderscheiden zeven categorieën.
- De indeling suggereert een strakke afbakening, terwijl de grenzen tussen verschillende categorieën soms fluide zijn en een bepaalde innovatie net zo goed in de ene als in de andere categorie zou kunnen vallen.
- Een voorbeeld is een automatisch voertuig dat reizigers van ‘van deur tot deur’ brengt. Deze innovatie is ingedeeld in de categorie ‘geautomatiseerde voertuigen over de weg’, maar zou met evenveel recht in de categorie ‘vraagafhankelijk vervoer’ kunnen vallen. Immers, het ophalen bij de ene deur en afzetten bij de andere gebeurt op verzoek. Een ander voorbeeld is de categorie ‘reizigersinformatie’. Deze kent overlap met de categorieën ‘vraagafhankelijk’ (om vraagafhankelijk te kunnen opereren moet de reiziger beschikken over geschikte reisinformatie), ‘betaal- en reisgemak’ (beschikken over reizigersinformatie leidt tot reisgemak) en organisatorisch (het kunnen bieden van reizigersinformatie vergt organisatorische aanpassingen).
- Met figuur B1 willen we deze overlappen in beeld brengen, zodat recht wordt gedaan aan de veelzijdigheid en complexiteit van veel innovaties. Overigens hebben we niet de pretentie hiermee volledig te zijn. Zo kan de categorie ‘organisatorisch’ met alle andere categorieën in verband worden gebracht: overal is organisatie voor nodig. Maar dit is zo’n algemene waarheid dat ze weinig toevoegt. Het gaat dus nog steeds om een versimpeling.

Figuur B1 Onderverdeling van innovaties en hun samenhang



Bijlage 2 – Effecten innovaties voor reizigers

Legenda

8 onderdelen reisketen	
Kloktijd	
1	voor- en natransporttijd
2	tijd in hoofdtransportmiddel
3	wachttijd
Gevoelsmatige extra reistijd	
4	voor- en natransport
5	wachten
6	overstapweerstand
7	zoekweerstand
8	beleving hoofdreis
Score	
?	= onbekend
○	= minder dan 5% reductie van de 'gepercipieerde reistijd'
*	= tussen 5 en 10% reductie
**	= tussen 10 en 40% reductie
***	= meer dan 40% reductie

	Nummer onderdeel reisketen								Score	Opmerkingen	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Geautomatiseerde voertuigen over de weg											
Voertuigen voor de last mile				•						○	
Voertuigen van instappunt tot uitstappunt					•	•			•	*	
Voertuigen van deur tot deur	•		•	•	•	•	•	•	•	**	
Hightechbussen			•		•				•	*	Mits hogere frequenties
Geautomatiseerde voertuigen over rails											
Automatische metro's of trams			•		•					*	Mits hogere frequenties
Automatische treinen			•		•					*	Mits hogere frequenties
Nieuwe infrastructuur, eventueel i.c.m. nieuwe voertuigen											
Vrije busbaan met standaard-halteafstanden			•							○	
Vrije busbaan met minder haltes	•	•		•					•	*	Saldo-effect van korte rijtijden en langer voor- en natransport
ERTMS		•	•		•					○	
Hogesnelheidslijnen en -voertuigen		•							•	○	Lange, internationale reizen: *
Hyperloop		•							•	*	Lange, internationale reizen: **
Magneetweeftrein op nieuwe baan		•							•	○	Lange, internationale reizen: *

Legenda

8 onderdelen reisketen	
Kloktijd	
1	voor- en natransporttijd
2	tijd in hoofdtransportmiddel
3	wachttijd
Gevoelsmatige extra reistijd	
4	voor- en natransport
5	wachten
6	overstapweerstand
7	zoekweerstand
8	beleving hoofdreis
Score	
?	= onbekend
o	= minder dan 5% reductie van de 'gepercipieerde reistijd'
*	= tussen 5 en 10% reductie
**	= tussen 10 en 40% reductie
***	= meer dan 40% reductie

	Nummer onderdeel reisketen								Score	Opmerkingen	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Nieuwe infrastructuur, eventueel i.c.m. nieuwe voertuigen											
Magneetzweeftrein op klassieke rails		•							•	o	Lange, internationale reizen: *
Bussen op elektriciteit (accu)										o	
Bussen en treinen op waterstof										o	
Voertuigen door de lucht		•			•	•				*	
Betaal- en reisgemak											
Betalen met bankpassen en smartphones						•	•			?	
Automatische herkenning					•	•	•			?	
Smart mobility					•	•	•			?	
Comfortverbeteringen				•	•		•			?	
Rijwijzer								•		o	
Sociale veiligheid				•	•		•			?	
Reizigersinformatie											
Ov-planner (dienstregeling)								•		?	
Ov-planner (real-time)			•		•		•	•		?	
Ov-planner (voorspellend)			•		•		•	•		?	
Rome2Rio			•		•		•	•		?	
Vraagafhankelijke systemen											
Van deur tot deur	•		•	•	•	•	•	•		**	
Van instappunt tot uitstappunt			•		•	•				*	
Integratie met Wmo-voervoer										?	
Organisatorische innovaties											
Langeafstandsbussen in aanvulling op spoorconcessie		•	•		•	•		•		**	mits geen overstap
Netwerk en dienstregeling vanuit reizigersperspectief	•	•	•	•	•	•				*	
Mobiliteit als dienst (MAAS)					•	•	•			?	
Internationale standaardisering van ov-systemen										o	
Open data			•		•		•	•		?	
Ketenoptimalisatie	•		•	•	•					?	

Bijlage 3 – Effecten innovaties voor vervoerders

Inschating effecten op businesscase vervoerder

Score
? = effecten onbekend
+ = maakt businesscase beter
- = maakt businesscase slechter
+of- = afhankelijk van situatie

	Soorten innovaties	Perspectief exploitant betrokken dienst	Perspectief 'zittende' vervoerders
Geautomatiseerde voertuigen over de weg			
1	Voertuigen voor de last mile	+ (onder voorwaarden)	+ extra opbrengst uit extra aanvoer naar rest netwerk + indien nieuwe aanpak rendabeler dan oude 'haarvaten'-voorziening
2	Voertuigen van instappunt tot uitstappunt	+ (onder voorwaarden)	+ (zie vorige)
3	Voertuigen van deur tot deur	+ (onder voorwaarden; waarschijnlijk rendabeler dan 2)	- roomt klandizie af van bestaand netwerk
4	Hightechbussen	+	+ (ervan uitgaande dat zittende vervoerder deze zelf doorvoert)
Geautomatiseerde voertuigen over rails			
5	Metro's of trams	+	(ervan uitgaande dat zittende vervoerder exploitant is)
6	Treinen	+	
Nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen			We gaan er bij dit cluster vanuit dat zittende vervoerder exploitant is
7	Voertuigen op een eigen baan	++ (als infra gratis voor exploitant)	
8	ERTMS	+ (tenzij effecten op snelheid en extra capaciteit tegenvallen; verschuift wel deel van de kosten voor infrastructuur naar voertuig)	niet van toepassing
9	Hogesnelheidslijnen en -voertuigen	+ (onder voorwaarden)	- (indien HSL niet naar netwerk zittende vervoerder gaat)

Score
? = effecten onbekend
+ = maakt businesscase beter
- = maakt businesscase slechter
+of- = afhankelijk van situatie

	Soorten innovaties	Perspectief exploitant betrokken dienst	Perspectief 'zittende' vervoerders
	Nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen		We gaan er bij dit cluster vanuit dat zittende vervoerder exploitant is
10	Hyperloop	?	?
11	Magneet zweeftrein op speciale baan (MAGLEV)	+ (onder voorwaarden) ¹	- (afroming van bestaand ov-netwerk)
12	Magneet zweeftrein op klassieke rails (A-train)	+ (onder voorwaarden) ²	niet van toepassing
13	Bussen op elektriciteit	+ (onder voorwaarden)	niet van toepassing
14	Bussen of treinen op waterstof	+ (onder voorwaarden) ¹	niet van toepassing
15	Voertuigen door de lucht	+ (onder voorwaarden) ¹	- (ruimt klandizie af)
	Betaal- en reisgemak		ervan uitgaande dat zittende vervoerder dit invoert
16	Betalen met bankpas of smartphone	+ (indien opbrengst uit extra reizigers opweegt tegen de extra kosten van introductie)	niet van toepassing
17	Automatische persoonsherkenning	? (afhankelijk van resterende economische levensduur bestaande betaalsysteem)	niet van toepassing
18	Comfortverbeteringen		+ (indien seriematig, state-of-the-art in te kopen in reguliere bestellingen) - (indien achteraf extra inbouwen/aanpassen)
19	Rij wijzer		+
20	Sociale veiligheid		+ indien het zich terugverdient uit minder verzuim/uitval
	Reizigersinformatie		
21	Ov-planner (dienstregeling)		+ (kosten gering ten opzichte exploitatie- en infrastructuurkosten; de extra zoekkosten voor ov in vergelijking met auto nemen af)
22	Ov-planner (real-time)		+ Zie 21
23	Ov-planner (voorspellend)		+ Zie 21
24	Rome2Rio		+ Zie 21 (wel iets meer kans op wegtek naar alternatieve vervoervormen zoals liftcentrales, vliegen)

¹ Bijvoorbeeld de terugverdienmogelijkheid van extra dure voertuigen, duurder beheer en onderhoud etc.

² Bijvoorbeeld de terugverdienmogelijkheid van extra dure voertuigen; wellicht besparing op kosten beheer en onderhoud

Score
? = effecten onbekend
+ = maakt businesscase beter
- = maakt businesscase slechter
+of- = afhankelijk van situatie

Soorten innovaties	Perspectief exploitant betrokken dienst	Perspectief 'zittende' vervoerders
Vraagafhankelijke systemen		
25 Van instappunt tot uitstappunt	+ (waarschijnlijk eerder rendabel dan 27)	+ (indien goedkoper dan op klassieke manier fijnmazig) - (indien afoming uit bestaande netwerk te groot wordt)
26 Van deur tot deur	+ (onder voorwaarden)	+ (indien goedkoper dan op klassieke manier fijnmazig) - (indien afoming uit bestaande netwerk te groot wordt)
27 Integratie met Wmo-vervoer	+ of – (wegen schaalvoordelen wel tegen schaal-nadelen op. Schaalnadelen: logge grote contracten, weinig marktpartijen, ingewikkelde bestekken met veel opdrachtgevers, enzovoort)	+ of – als zittende vervoerder zelf kan blijven exploiteren (afhankelijk van schaalvoor- en -nadelen) - (als zittende vervoerder rendabel vervoer moet inleveren)
Organisatorische innovaties		
28 Langeafstandsbusdiensten	+ (onder voorwaarden)	- (waarschijnlijk licht omzetverlies bestaand netwerk)
29 Netwerk en dienstregeling vanuit reizigersperspectief	+	+
30 Mobiliteit als dienst (MAAS)	+ (onder voorwaarden)	- (ruimt opbrengst bestaande kaartformules af, beperkt mogelijkheden in eigen assortimentkeuze)
31 Internationale samenwerking op het gebied van voertuigontwerp		+ (op basis van positieve effecten 'Bus van de Toekomst' UITP; te lang vasthouden aan standaard kan innovatie ook in de weg gaan zitten: '12 meter geel')
32 Open data	Afhankelijk van de innovaties waar deze toe leiden	
33 Ketenoptimalisatie		? Wie krijgt rekening? One Wheels: + (extra mogelijkheid aan/afvoer naar ov-netwerk; afoming speelt geen rol, want zeer korte afstand is voor ov aantrekkelijke markt)

Bijlage 4 – Externe effecten en infrastructuurkosten van innovaties

Inschatting effecten op de externe effecten milieu (CO₂ en lucht), ruimtebeslag, verkeersveiligheid

Score
? = externe effecten geheel onbekend
+ = externe effecten positief
- = externe effecten negatief
+of- = afhankelijk van situatie
o = geen effect

Soorten innovaties	Milieu (CO ₂ /lucht)	Ruimtebeslag	Verkeersveiligheid	Overheidsinvesteringen in infrastructuur
Geautomatiseerde voertuigen over de weg	o	o	+ (mits voorzieningen getroffen)	o
1 Voertuigen voor de last mile				
2 Voertuigen van instappunt tot uitstappunt				
3 Voertuigen van deur tot deur				
4 Hightechbussen				
Geautomatiseerde voertuigen over rails	o	o indien infrastructuur er al ligt - als infrastructuur nog moet aangelegd	+	o indien infrastructuur er al ligt - als infrastructuur nog moet aangelegd
5 Metro's of trams				
6 Treinen				
Nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen				
7 Voertuigen op een eigen baan	o	o indien infrastructuur er al ligt - als infrastructuur nog moet aangelegd	+ (referentie = mengen met het verkeer)	o indien infrastructuur er al ligt - als infrastructuur nog moet aangelegd
8 ERTMS	o	o	+ (is één van de doelen met ERTMS)	??

Score
? = externe effecten geheel onbekend
+ = externe effecten positief
- = externe effecten negatief
+of- = afhankelijk van situatie
o = geen effect

Soorten innovaties	Milieu (CO ₂ /lucht)	Ruimtebeslag	Verkeersveiligheid	Overheidsinvesteringen in infrastructuur
Nieuwe infrastructuur en/of nieuwe voertuigen				
9 Hogesnelheidslijnen en -voertuigen	o	o indien infrastructuur er al ligt- als infrastructuur nog moet aangelegd		o indien infrastructuur er al ligt - als infrastructuur nog moet aangelegd
10 Hyperloop	o	o (indien ondergronds) of - (indien bovengronds)		-
11 Magneetzweeftrein op speciale baan (MAGLEV)	PM	-		-
12 Magneetzweeftrein op klassieke rails (A-train)	PM	o		o
13 Bussen op elektriciteit	+	o	o	- indien overheid investeert in oplaadpunten (energie-infrastructuur)
14 Bussen of treinen op waterstof	o of + (afhankelijk van productiewijze waterstof, en al dan niet meerekenen van emissies 'stroomopwaarts')	o	o of - (waterstof is explosief)	- indien overheid investeert in waterstof-infrastructuur (energie-infrastructuur)
15 Voertuigen door de lucht	-	+ of -	-	
Betaal- en reisgemak				
16 Betalen met bankpas of smartphone	o	o	o	
17 Automatische persoonsherkenning				
18 Comfortverbeteringen				
19 Rij wijzer	+	o	o	
20 Sociale veiligheid				
Reizigersinformatie				
21 Ov-planner (dienstregeling)	o	o	o	
22 Ov-planner (real-time)				
23 Ov-planner (voorspellend)				
24 Rome2Rio				

Score	
?	= externe effecten geheel onbekend
+	= externe effecten positief
-	= externe effecten negatief
+of-	= afhankelijk van situatie
o	= geen effect

Soorten innovaties	Milieu (CO ₂ /lucht)	Ruimtebeslag	Verkeersveiligheid	Overheidsinvesteringen in infrastructuur
Vraagafhankelijke systemen	o	o	o	
25	Van instappunt tot uitstappunt			
26	Van deur-tot-deur			
27	Integratie met Wmo-vervoer			
Organisatorische innovaties				
28	Langeafstandsbusdiensten	o	o (want geen vrije busbaan)	o
29	Netwerk en dienstregeling vanuit reizigersperspectief	o	o	o
30	Mobiliteit als dienst (MAAS)	o	o	o
31	Internationale samenwerking op het gebied van voertuigontwerp	o	o	o
32	Open data			
33	Ketenoptimalisatie	o	o	o

Literatuur

Abel (2016) rideabel.com

Anderson, R., Condry, B., Findlay, N., Brage-Ardao, R., & Li, H. (2014) Measuring and valuing convenience. A review of global practices and challenges from the public transport sector. In: Valuing convenience in Public Transport. OECD/ITF, 2014.

Appelman, F. & de Waal, R. (2001) Eindrapport Evaluatie CVV. Rotterdam, Berenschot en Tripconsult in opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Autoblog (2015) autoblog.com

Bakker, P. & van der Maas, C. (2000) Large-scale demand-responsive transit systems in the Netherlands: a rural mobility solution for the 21st century? Paper presented at the 14th TRB National Conference on Rural Public and Intercity Bus Transportation, 12-15 Nov. 2000 Stateline, NV (South Lake Tahoe).

Bridj (2016) bridj.com

Cisco (2015) newsroom.cisco.com

Citylab (2015) www.citylab.com

CPB (2016) Kansrijk innovatiebeleid. Den Haag: Centraal Planbureau.

CNN (2015) money.cnn.com

Crowdstorm (2014) Hyperloop. lintvkrqe.files.wordpress.com/2014/12/crowdstorm.pdf

Eijk, M. van & Govers, B. (2012) Heeft het openbaar vervoer in middelgrote steden nog toekomst? Amsterdam: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.

European Environment Agency (EEA) (2011) Environmental tax reform in Europe: opportunities for eco-innovation. EEA Technical report no 17/2011. Copenhagen: EEA.

Guardian, the (2015) theguardian.com

Goldwyn, E. (2014) The Most Important Transportation Innovation of the Decade Is the Smartphone. So why don't cities and transit agencies take more advantage of it? citylab.com

Groenendijk, L. (2015) Belevingswaarde kleurt de kwaliteit van openbaar vervoersknooppunten. Antwerpen: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.

Hagen, M. van & Krumm, P. (2014) De treinreis van de toekomst. Eindhoven: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.

Harms, L., Jorritsma, P & Kalfs, N. (2007) Beleving en beeldvorming van mobiliteit. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Hekker, M. & Ossebaard, M. (2010) De innovatiemotor. Het versnellen van baanbrekende innovatie. Assen: Van Gorcum.

Hietanen, S. (2013) Mobility as Service. Digital Revolution in Transport? ITS Finland.

Junginger, M., Visser, E. de, Hjort-Gregersen, K., Koornneef, J., Raven, R., Faaij, A. & Turkenburg, W. (2006) Technological learning in bioenergy systems. Energy Policy 34 (2006), 4024–4041.

KiM (2013) Beleidsopties voor vermindering van de CO₂-uitstoot van het wegverkeer. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KiM (2015) Chauffeur aan het stuur? Zelfrijdende voertuigen en het verkeer- en vervoersysteem van de toekomst. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KiM (2016) Animatiefilm De keuze van de reiziger Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KpVV (2013) Modelbestek van de toekomst. Op weg naar meer flexibiliteit en innovatie in de contractvormen. Ede: Kennisplatform Verkeer en Vervoer/CROW.

Manders, T. & Kool, C. (2015) Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's. Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau

Ministerie van BZK (2015) www.rijksoverheid.nl Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

NOVB (2014) Visie OV Betalen. Een verkenning naar de OV betaaltechnieken van de toekomst. NOVB Nationaal Openbaar Vervoer Beraad, december 2014.

OECD (2014) International experiences on Public Transport Provision in Rural Areas. Paris: International Transportforum.

Olde Kalter, M., Harms, L & Geurs, K. (2015) Elk vervoermiddel heeft zijn voordeel. En zijn nadeel. Over attitudes en voorkeuren ten aanzien van de auto, ov en fiets. Antwerpen: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.

Otten, M.B.J., Hoen, M.J.J. 't & Boer, L.C. den (2015) STREAM personenvervoer 2014, versie 1.1. Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten Emissiekentallen 2011. Delft: CE Delft.

Reinhold, T. (2008) More passengers and reduced costs - the optimization of the Berlin public transport network. Journal of Public Transportation, 11 (3), 57–76.

Rissanen, L. (2016) Kutsuplus – Final Report. Helsinki: Helsinki Regional Transport Authority (HSL).

Smithonian (2015) smithsonianmag.com

SpoorPRO (2016) spoorpro.nl

Terrafugia (2015) www.terrafugia.com

Tiemersma, D. & Govers, B. (2012) Plan 22. Investeren in openbaar vervoer. Rotterdam: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk.

Twijnstra Gudde en MuConsult (2005) Evaluatie Wp2000. Eindrapport functionele en doelmatigheidstoets. Amersfoort: Twijnstra Gudde en MuConsult.

UITP (2013) Metro automation Facts, figures and trends. A global bid for automation: UITP Observatory of Automated Metros confirms sustained growth rates for the coming years. Brussel: UITP.

Velde, van D. & Augustin, K. (2014) Workshop 4 Report: Governance, ownership and competition in deregulated public transport markets. Research in Transportation Economics 48, 237-244.

Wardman, M. (2014) Valuing convenience in Public Transport. Parijs, OECD/ITF.

Warffemius, P. (2015) Effecten van veranderingen in reistijd en daaraan gerelateerde kwaliteitsaspecten in het openbaar vervoer. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Wepod (2015) wepods.nl

Wikipedia (2015) en.wikipedia.org

Wikipedia (2016) nl.wikipedia.org

Wikipedia (2016b) en.wikipedia.org

Wynn, D. & Hill, N. (2010) Review of potential radical future transport technologies and concepts. Londen: AEA Technology plc.

Colofon

Dit is een uitgave van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

September 2016
ISBN 978 90 8902 146 5
KiM-16-A04

Auteurs

Fons Savelberg, Saeda Moorman, Harry Derriks, Peter Bakker

Vormgeving en opmaak

VormVijf, Den Haag

Illustraties

In60seconds, Amsterdam

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Telefoon 070 456 19 65
Fax 070 456 75 76

www.kimnet.nl
info@kimnet.nl

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website 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 KiM heeft datgene gedaan wat redelijkerwijs van haar kan worden gevergd om de rechten van de auteursrechthebbende op de beelden te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die menen rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot het KiM wenden.

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 en/ of de staatssecretaris van IenM weer te geven.



Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Dit is een uitgave van het

Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag
www.rijksoverheid.nl/ienm

www.kimnet.nl
info@kimnet.nl

ISBN/EAN: 978-90-8902-146-5

September 2016 | KiM-16-A04