



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Kansen voor Bus Rapid Transit in Nederland

Jan-Jelle Witte en Maarten Kansen

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM



Samenvatting

Bus Rapid Transit (BRT) is een internationaal steeds meer toegepast concept voor hoogwaardig busvervoer. BRT verwijst naar een bussysteem waarbij met hoge frequentie en snelheid gereden wordt, dat betrouwbare reistijden combineert met hoge corridorcapaciteit, dat comfort biedt, en goed herkenbaar is als hoogwaardig vervoerproduct. Met deze kenmerken kan de BRT-bus mogelijk een grotere rol spelen in het mobiliteitssysteem dan de reguliere bus. Deze studie onderzoekt aan de hand van het Bus Rapid Transit concept in hoeverre het kansrijk is om in Nederland de bus breder in te zetten dan voorheen, als aanvulling van spoorgebonden openbaar vervoer of als alternatief voor nieuw aan te leggen trein, lightrail of metroverbindingen.

Literatuurstudie en voorbeeldcases uit binnen- en buitenland laten zien dat BRT toepasbaar is in binnenstedelijk gebied, ingezet kan worden op korte interstedelijke lijnen die centrum en/of buitenwijk verbinden met andere kernen, en mogelijk ook op langere interstedelijke lijnen waar het verschillende (buitenwijken van) steden met elkaar verbindt. De bus kan in BRT-uitvoering vergelijkbare systeemkenmerken bieden als de tram en in bepaalde gevallen zelfs de kenmerken van metro en regionaal spoor benaderen. Hierbij valt te denken aan corridorcapaciteit, relatieve reistijd ten opzichte van spoorgebonden OV, reiscomfort en duurzaamheid. Ervaringen uit het recente verleden, zoals de Landelijke Pilot Snelbus, suggereren dat hoogwaardige busconcepten in staat zijn om automobilisten te verleiden de auto te laten staan, en op die manier een bijdrage aan het tegen gaan van congestie op het wegennet kunnen leveren. Of BRT ook de structurerende werking van spoorgebonden OV kan bieden is een vraag voor verder onderzoek.

BRT onderscheidt zich op een aantal aspecten van spoor. Het is flexibeler in aanleg en exploitatie, en past daardoor in een strategie van adaptief programmeren. BRT kan ook sneller geïmplementeerd worden, waardoor het eerder vervoerbaten genereert en (met name in een zeer dynamische omgeving) na voltooiing mogelijk ook beter aansluit op de vervoervraag. Des te complexer het BRT-systeem (denk aan kunstwerken, vrije busbanen en speciale voertuigen), des te langer het implementatieproces. BRT bereikt haar corridorcapaciteit door middel van een groter aantal voertuigen dan een vergelijkbaar spoorgebonden systeem, wat mogelijk voordelen (robuustheid en maximale ritfrequentie) maar ook nadelen (hinder voor kruisend verkeer, stallingsruimte en onderhoudskosten) mee kan brengen.

In principe is een BRT-verbinding goedkoper dan spoorgebonden OV, maar als de BRT qua systeemkenmerken het spoor moet benaderen nemen de investeringskosten en mogelijk ook de exploitatiekosten toe. Hiervoor is in veel gevallen namelijk een vrije busbaan en mogelijk ook andere speciale infrastructuur nodig, wat met name bij lange interstedelijke BRT-lijnen de kosten vermoedelijk sterk doet toenemen. Als de BRT-bus alleen als spitsbus wordt ingezet, om overvraag op het spoor af te vangen, zijn deze kosten waarschijnlijk een obstakel. Een optie kan zijn om de kosten van een vrije busbaan te delen met andere gebruiksdoelen zoals carpooling, nulmissievoertuigen en stadsdistributie. Dit vereist echter wel goede en langdurige afspraken om de doorstroming van de bus te waarborgen.

Per toepassingsgebied identificeert deze studie de belangrijkste factoren voor succesvolle implementatie. Tot slot wijst de studie vragen aan voor verder onderzoek. Hier onder zijn vragen met betrekking tot technische haalbaarheid (bijvoorbeeld van bussen met een maximumsnelheid boven de 100 km/uur), maar ook voor het afwegen van economische haalbaarheid. Verschillende onderscheidende aspecten van BRT zijn een uitdaging om in MKBA's volledig mee te nemen, en een kritische blik op het instrumentarium is gewenst om de welvaartseffecten van BRT goed in te kunnen schatten.

Inhoud

Samenvatting 2

1 Inleiding 4

- 1.1 Aanleiding KiM-onderzoek 4
- 1.2 Onderzoeksvragen 5
- 1.3 Methode 6
- 1.4 Wat is Bus Rapid Transit (BRT)? 6

2 Toepassingsgebieden van Bus Rapid Transit 8

- 2.1 Hoe en waar kan BRT ingezet worden? 8

3 Systeemkenmerken van BRT ten opzichte van rail 12

- 3.1 Wat zijn de systeemkenmerken van BRT, vanuit exploitant, passagier en overheid? 12
- 3.2 Verschillen de systeemkenmerken naar toepassingsgebied? 19

4 Succesfactoren bij implementatie van BRT 20

- 4.1 Algemene succesfactoren 20
- 4.2 Verschilt het relatief belang van succesfactoren tussen toepassingsgebieden? 25

5 Overige BRT vormen: lang interstedelijk en spooraanvullend 27

- 5.1 Lang-interstedelijke BRT 27
- 5.2 Spooraanvullende BRT 31

6 Conclusies 32

Summary 36

Bijlage A: Data BRT cases 37

Bijlage B: Gesprekspartners 39

Literatuur 40

1 Inleiding

1.1 Aanleiding KiM-onderzoek

Duurzame mobiliteit staat sterk in de belangstelling bij politiek en beleid. In het internationale vervoer staat de groei van de luchtvaart ter discussie, in het binnenlands vervoer gaat het met name om het faciliteren van alternatieven voor de eigen auto, vooral in, rond en tussen de steden. Daarbij wordt vooral op fiets en openbaar vervoer gewezen. Meer en beter openbaar vervoer worden door bestuurders en spoorvervoerders vaak geïnterpreteerd als meer spoor en meer treingebruik. Daarbij wordt gerefereerd aan de sterke punten van de trein: duurzaam en geschikt voor het vervoer van grote aantallen reizigers. Deze focus op de trein als enig duurzaam alternatief is echter langzamerhand aan het veranderen. Innovatieve vormen van busvervoer, bekend als Bus Rapid Transit (BRT), komen steeds meer in beeld als kansrijke optie naast spoorgebonden OV.

De rol van de bus krijgt steeds meer aandacht, zie bijvoorbeeld de recente onderzoeken ‘De bus over de grens’ naar de mogelijke betekenis van de bus in het grensoverschrijdend openbaar vervoer (KiM, 2019) en ‘Verkenning verbetering openbaar vervoer verbinding Breda-Gorinchem-Utrecht’ (BMC, 2019). Bussen zijn flexibeler qua inzet en routing en vragen minder investeringen in infrastructuur. In het langeafstandsvervoer zijn de externe kosten (verkeersonveiligheid, geluidshinder, klimaateffecten en luchtvervuiling) per reizigerskilometer gemiddeld genomen vrijwel gelijk aan die van het reizen per trein (CE Delft, 2015; CE Delft & VU, 2014; CE Delft, 2017). En ook op kortere afstanden kan de bus een interessante optie zijn naast of in plaats van tram, lightrail, metro en sprinter. Staatssecretaris van Veldhoven van Infrastructuur en Waterstaat noemde in verband met het ontstaan van knelpunten in het stedelijke OV hoogwaardige busverbindingen expliciet als kansrijke oplossing naast nieuwe Sprinterdiensten.

**Staatssecretaris van Veldhoven van Infrastructuur en Waterstaat
in een brief aan de Tweede Kamer (Min. van IenW, 2018):**

“Bij het verkennen van oplossingen kunnen alle soorten van stedelijk OV aan de orde komen, waaronder lightrail. Voor mij geldt echter dat bij besluitvorming met name kosteneffectiviteit, oplossend vermogen en toekomstvastheid leidend zijn. Bij de besluitvorming over stedelijk OV kijk ik daarom ook nadrukkelijk naar de mogelijkheden van hoogwaardige busverbindingen en sprinterdiensten.”

Achter de recente aandacht voor de bus schuilt een geleidelijke verschuiving van de beeldvorming rond de bus. Sinds het verdwijnen van het vooroorlogse stoomtramnetwerk werden bus en rail doorgaans in een hiërarchische rolverdeling geplaatst. Spoorgebonden modaliteiten (tram, lightrail, metro en trein) zijn hierbij verantwoordelijk voor corridors met grootschalige vervoersvraag, beginnend bij zo’n 5.000 reizigers per dag op de dikste doorsnede van een corridor (Goudappel Coffeng, 2013). De rol van de bus is in dit traditionele plaatje beperkt tot het voor- en natransport van railverplaatsingen, en het vervoer op de dunne lijnen met een vervoersvraag beneden de 5.000 reizigers per dag. In deze rolverdeling is er geen sprake van een afweging tussen bus en rail, omdat die keuze direct volgt uit de te verwachten vervoersvraag. Met de komst van hoogwaardige busconcepten die wij tegenwoordig kennen als Bus Rapid Transit (BRT) verandert dit beeld.

Volgens het BRT concept is de bus geschikt voor zware corridors met een vervoersvraag van 10.000 reizigers per dag, en soms nog een veelvoud daarvan. Ook kwaliteitseigenschappen zoals reiscomfort en snelle en betrouwbare reistijden, die vaak met rail geassocieerd worden, kunnen door middel van hoogwaardige bussystemen gerealiseerd worden. Currie (2018) ziet BRT als een voorbeeld van een bredere trend van transit fusion, oftewel het samensmelten van de verschillende OV-modaliteiten tot een nieuwe modaliteit die de sterke punten van iedere afzonderlijke modaliteit combineert. Ook gezien de schaa sprong in systeemkenmerken van reguliere bus naar BRT, kan BRT gezien worden als een nieuwe modaliteit binnen het openbaar vervoer in plaats van slechts een verbeterde bus. Het beoogt om waar mogelijk van de bus, in samenspel met andere OV-modaliteiten, een aantrekkelijk alternatief voor de auto te maken. Het BRT-concept begint inmiddels ook in Nederland ingeburgerd te raken, en krijgt bijvoorbeeld een prominente plaats in het visiedocument “OV20-30” van de Federatie Mobiliteitsbedrijven Nederland (FMN, 2020) en in “Klein land, grote keuzes” (DenkWerk, 2020).

Volgens de in het voorliggende rapport gehanteerde definitie van BRT (zie paragraaf 1.2) kan er in Nederland al gesproken worden van bestaande BRT-verbindingen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan R-net buslijn 300 (de lijn Amsterdam-Schiphol-Haarlem, ook bekend onder de naam Zuidtangent), de Q-liner (Groningen-Drenthe en Zuid-Holland) en het stedelijk busvervoer in Almere. **Het doel van deze studie is om aan de hand van het Bus Rapid Transit concept te onderzoeken in hoeverre het kansrijk is om in Nederland de bus breder in te zetten dan voorheen, als aanvulling of als vervanging van spoorgebonden openbaar vervoer.** Hierbij worden drie toepassingsvormen voor de BRT-bus onderscheiden, namelijk de bus als opstapje naar een later aan te leggen spoorverbinding, de bus als structurele oplossing (bijvoorbeeld op missing links in het spoorsysteem), en de bus als aanvulling op een bestaande spoorverbinding voor het opvangen van piekbelasting (spitsbus). De informatie die dit onderzoek oplevert is een invulling van het verdiepen van regionale ontwikkelrichtingen uit pijler 1 (‘Focus op de kracht van het OV’) uit ‘Contouren Toekomstbeeld OV 2040’ (Min IenW, 2019a).

1.2 Onderzoeksvragen

Het KiM heeft het doel van dit onderzoek vertaald in de volgende onderzoeksvragen:

1. Welke zijn de systeemkenmerken van de BRT-bus vanuit de drie perspectieven reiziger (voorbeelden: reissnelheid, kosten, comfort, imago, beleving), vervoerder (capaciteit, exploitatiekosten) en maatschappij (infrastructuurkosten, externe kosten, netwerkopbouw, ruimtegebruik)?
2. Hoe verschillen deze kenmerken met die van spoorgebonden OV?
3. Hoe verschillen deze kenmerken per schaalniveau (stedelijk of interstedelijk)?
4. Wat zijn voorbeelden van succesvolle binnen- en buitenlandse BRT-busconcepten in termen van vervoervraag, exploitatiesaldo en (maatschappelijke) kosten?
5. In hoeverre zijn de verklarende factoren voor dit succes te rubriceren naar aanpassingen in de infrastructuur, kenmerken van de voertuigen, de bus in de totale vervoersketen, locatie en inrichting van knooppunten en ‘zachte’ factoren als reisinformatie, comfort en marketing?
6. Waar liggen de mogelijkheden om bewezen succesvolle busconcepten elders in het Nederlandse mobiliteits-netwerk te implementeren?
7. Hoe kunnen deze mogelijkheden worden gekoppeld aan de drie eerder genoemde toepassingsvormen: de bus in een adaptief proces op weg naar spoorgebonden OV, de bus als alternatief voor spoor en de bus als opvang van piekbelastingen op het spoor?

1.3 Methode

Deze verkennende studie baseert zich op drie informatiebronnen. Ten eerste wordt aan de hand van een literatuurstudie onderzocht welke systeemkenmerken van belang zijn voor de bus in het algemeen, en Bus Rapid Transit in het bijzonder, en welke succesfactoren van belang zijn om deze systeemkenmerken in de praktijk te realiseren. Hierbij wordt steeds de vergelijking gezocht met relevante spoorgebonden alternatieven. Afhankelijk van het toepassingsgebied (zie hoofdstuk 2) kan dit slaan op tram, lightrail en metro, maar ook op de (Sprinter- of Intercity) trein. De bevindingen worden getoetst door middel van interviews met een selectie van experts op het gebied van openbaar vervoer. Tot slot worden de systeemkenmerken en succesfactoren waar mogelijk gekwantificeerd door indicatoren te verzamelen van internationale voorbeelden van BRT-lijnen. Zie appendix B voor een overzicht van de case studies, de belangrijkste indicatoren, en een uitleg van het selectieproces.

1.4 Wat is Bus Rapid Transit (BRT)?

In deze studie wordt Bus Rapid Transit als volgt gedefinieerd:

Bus Rapid Transit (BRT) is een bussysteem waarbij met een hoge frequentie en snelheid gereden wordt, dat betrouwbare reistijden combineert met hoge corridorcapaciteit, dat comfort biedt, en voor passagiers goed te onderscheiden is van regulier busvervoer.

Met een BRT-systeem wordt beoogd een vervoerproduct te bieden dat niet onder doet voor spoorgebonden alternatieven qua corridorcapaciteit en reiscomfort, maar wel sneller en tegen lagere kosten te realiseren valt. Op kansrijke vervoersrelaties moet een BRT voor substantiële doelgroepen een aantrekkelijk alternatief voor de auto zijn. Spoorgebonden alternatieven (trein, metro, tram) bieden de hoge corridorcapaciteit en reiscomfort uit de aard van hun technische kenmerken veelal als vanzelf. Bij BRT gaat het om verbindingen met dezelfde kenmerken, maar zonder dat altijd een aparte infrastructuur zoals een spoor of busbaan vereist is.

Het Bus Rapid Transit-concept, waarvoor nog geen algemeen erkende Nederlandse vertaling bestaat, stamt uit het in 1937 gepubliceerde verkeersplan voor Chicago (Harrington et al., 1937). In dit rapport wordt voorgesteld om bestaande verhoogde stadssporen in het centrum van de stad uit te breiden tot in de buitenwijken en om te bouwen naar verhoogde snelwegen gereserveerd voor busvervoer. Het plan werd overigens niet uitgevoerd (TRB, 2003). Het BRT-concept kreeg vervolgens internationale aandacht toen het in de jaren '70 succesvol en op grote schaal werd ingevoerd in Curitiba (Brazilië) als alternatief voor het aanleggen van een nieuw metrosysteem. De stad had namelijk wel de vervoersvraag voor een metro, maar niet de middelen om dit te financieren. Met BRT kon tegen lagere investeringskosten alsnog aan de vervoersvraag voldaan worden.

De BRT kreeg door deze en andere voorbeelden in ontwikkelingslanden de bijnaam van 'the poor man's subway'. Sinds deze vroege voorbeelden zijn BRT-systemen wereldwijd met wisselend succes geïmplementeerd, in zowel ontwikkelingslanden als hoge-inkomenslanden. Met de verspreiding van het BRT-concept ontstond ook een waaier aan verschillende definities, die van elkaar verschillen in de technische specificaties waar een BRT aan zou moeten voldoen. Hierbij staat de beschikbaarheid van een vrije busbaan centraal, maar daarnaast kunnen ook specificaties voor onder andere haltes, betaalsystemen, marketing en voertuigontwerp als vereisten gesteld worden (TRB, 2003).

Een in de VS veel gehanteerde definitie van BRT is: “a high-quality bus-based transit system that delivers fast, comfortable and cost-effective urban mobility through the provision of segregated right-of-way infrastructure, rapid and frequent operations, and excellence in marketing and customer service” (Wright en Hook, 2007). Hierbij bestaat BRT uit een mengeling van prestatiekenmerken (snel, comfortabel en kosteneffectief) en (technische) specificaties (vrije busbanen, excellente marketing en klantenservice). Het Amerikaanse Institute for Transportation & Development Policy (ITDP) voegt hier nog een veelheid aan technische eisen aan toe, aan de hand van een scorelijst van 68 kenmerken waar een BRT aan zou moeten voldoen. Zo moet een BRT corridor minimaal 3 km lang zijn en moet hij een instaphoogte hebben die gelijk is aan de hoogte van het perron, om slechts 2 voorbeelden te noemen (ITDP, 2016).

In Europa is aanvankelijk door CERTU (Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions) het concept Bus à Haute Niveau de Service (BHNS) geïntroduceerd als tegenhanger voor het concept BRT (zie bijvoorbeeld COST, 2011). In deze Europese variant zijn niet altijd overal vrije busbanen nodig, maar kan ook volstaan worden met VRI's, prioriteitsystemen en beschikbare capaciteit op de snelweg als dit voldoende is om filevrij te kunnen rijden. De focus ligt juist op kenmerken zoals ervaren door de reiziger, zoals hoge frequentie, ruime diensttijden (05:00-24:00), betrouwbare rijtijden, hoog comfort, uitstekende toegankelijkheid en een eenvoudig herkenbare structuur in de stad en op de kaart (zie bijvoorbeeld CERTU, 2009). Door het ontbreken van specifieke technische eisen geeft het BHNS concept meer ruimte voor lokale experimenten en aanpassing aan lokale omstandigheden (Veeneman en Borsje, 2020), bijvoorbeeld het al dan niet aanwezig zijn van spoorgebonden vervoer.

Tot slot is sinds de jaren '80 in Nederland het begrip Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV) in gebruik, oorspronkelijk alleen voor railvervoer maar sinds de eeuwwisseling ook toegepast op buslijnen. Het Centrum Vernieuwing Openbaar Vervoer (CVOV, 2002) heeft richtlijnen opgesteld voor het ontwikkelen van hoogwaardig openbaar vervoer, maar specifieke definities van HOV ontbreken. In de praktijk groeien de verschillende busconcepten (BRT, BHNS en HOV) steeds meer naar elkaar toe. Gezien het ontbreken van duidelijke conceptuele verschillen tussen BRT enerzijds en BHNS en HOV anderzijds wordt ook in Nederland recentelijk steeds vaker het begrip BRT gebruikt (Veeneman en Borsje, 2020). Met deze studie wordt hierbij aangesloten. Van der Bijl et al. (2019) stellen voor om het begrip BRT te hanteren, en daarbij in de definitie van BRT de technische specificaties tot een minimum te beperken. De middelen die benodigd zijn om de gewenste prestaties van BRT te bereiken verschillen namelijk afhankelijk van de lokale context. Zij stellen alleen als eis dat BRT-bussen in ieder geval op een groot deel van het traject op een vrije busbaan rijden.

Definities van BRT op basis van technische specificaties zijn te knellend voor deze studie. Het vermengt namelijk middelen (vrije baan, marketing) met uitkomsten (snel, frequent, comfortabel, kosteneffectief). Dit is vermoedelijk het geval omdat in de klassieke casus voor de BRT (megasteden in ontwikkelingslanden) uitkomsten en middelen moeilijk los van elkaar te zien zijn, met name de vrije busbaan is daar onmisbaar om de gewenste corridorcapaciteiten, frequenties en snelheid te behalen. Deze studie verkent echter andere toepassingsgebieden van BRT dan als metrovervangend systeem in megasteden, en hanteert daarom een definitie die alleen selecteert op gewenste uitkomsten, en de keuzes rond benodigde middelen (bijvoorbeeld vrije busbaan of niet) open houdt. In de praktijk zal onze definitie aansluiten met Van der Bijl et al. (2019), behalve voor gevallen waar een vrije busbaan door het ontbreken van congestie onnodig is om de gewenste BRT uitkomsten te realiseren. In termen van toepassingsgebieden vat deze studie de term BRT breed op. Het grootste deel van de literatuur kijkt alleen naar binnenstedelijke toepassingen van BRT. Van der Bijl et al. (2019) tellen zowel stedelijke als stadsregionale diensten mee. Voor onze studie zijn toepassingsvormen van hoogwaardige busconcepten op alle afstandsklassen relevant, waaronder ook interstedelijk vervoer (zie hoofdstuk 2).

2 Toepassingsgebieden van Bus Rapid Transit

Bus Rapid Transit kan in verschillende ruimtelijke contexten toegepast worden, namelijk op zowel stedelijke als interstedelijke routes. Daarnaast kan het ook verschillende rollen spelen ten opzichte van spoorgebonden modaliteiten. BRT kan een (tijdelijk of permanent) alternatief bieden voor spoor, maar kan ook spooraanvullend zijn door piekbelasting van het spoor af te vangen. Deze onderscheiden zijn van belang omdat de systeemkenmerken en succesfactoren van BRT verschillen tussen deze verschillende toepassingsgebieden.

2.1 Hoe en waar kan BRT ingezet worden?

De internationale literatuur had aanvankelijk vooral aandacht voor BRT in hoogstedelijk gebied, en dan met name in megasteden in ontwikkelingslanden zoals Curitiba (Brazilië) en Bogotá (Colombia). COST (2011:28) noemt echter een waaier aan toepassingen voor BRT (zij noemen het BHLS: Buses with High Level of Service), waaronder ook verbindingen tussen stadscentra en buitenwijken en zelfs buitenstedelijke kernen. In Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019b), een voorbereidend onderzoek in het kader van Toekomstbeeld OV, wordt een onderscheid gemaakt tussen intra-stedelijk, interstedelijk en internationaal BRT-vervoer, waarbij interstedelijk vervoer treinondersteunend of treinvervangend (bij ontbreken van bestaande railverbindingen) kan zijn. Met treinvervangend wordt overigens vooral gedacht aan situaties waar nog geen bestaande spoorverbinding bestaat, bijvoorbeeld op missing links in het systeem. BRT is dan een alternatief voor een nieuw aan te leggen spoorverbinding, maar op systeemniveau vult het de trein juist aan door het systeem completer te maken.

Het KiM kiest ervoor om de rollen los te trekken van het ruimtelijk schaalniveau, en de rol niet alleen ten opzichte van de trein maar ten opzichte van spoorgebonden modaliteiten in het algemeen te stellen. Op alle afstandsklassen kan BRT in theorie zowel spoorvervangend of spooraanvullend zijn. In stedelijk vervoer kan BRT een alternatief zijn voor een nieuwe tram of metroverbinding, en in interstedelijk vervoer ook voor light-rail of trein. Wanneer BRT spoorvervangend is, kan nog een verder onderscheid gemaakt worden tussen tijdelijke en permanente vervanging. Zo wordt in veel gevallen de bus voorgesteld als tijdelijke oplossing, met de ambitie om op termijn alsnog over te gaan naar een spoorgebonden modaliteit. BRT heeft echter een grote mate van doorgroeicapaciteit (zie volgend hoofdstuk), en kan in veel gevallen dus ook een structureel alternatief zijn voor een nieuwe spoorverbinding. Spooraanvullend interpreteren wij als het opvangen van piekbelasting in tram, metro of trein.

Wat betreft schaalniveau kunnen internationale verbindingen zowel kort als lang van afstand zijn, en worden in deze typologie dan ook samengevoegd met interstedelijk BRT. Het resultaat van deze onderverdeling is een matrix met negen cellen die ieder een potentieel toepassingsgebied van BRT vertegenwoordigen (figuur 1).

Figuur 1: Vormen van BRT

		Rol van BRT t.o.v. spoor		
		Tijdelijk vervangend (1)	Permanent vervangend (2)	Aanvullend bij piekbelasting (3)
Ruimtelijke scope	Stedelijk (A)	A-1	A-2	A-3
	Interstedelijk – kort (B)	B-1	B-2	B-3
	Interstedelijk – lang (C)	C-1	C-2	C-3

In welke mate deze negen toepassingsgebieden ook daadwerkelijk kansrijk zijn wordt in het vervolg van dit rapport verkend. De kleuren in de matrix geven hiervan al een eerste indicatie. Groen (cellen A-1 t/m B-2) geeft aan dat er een ruim aantal goed gedocumenteerde voorbeelden van deze toepassingsvormen bestaan, waardoor deze toepassingsgebieden in enig detail bestudeerd kunnen worden. Geel (C-1 en C-2) zijn vormen van BRT waar weliswaar praktijkvoorbeelden van bekend zijn, maar onvoldoende in aantal of mate van documentatie om algemene conclusies te kunnen trekken over systeemkenmerken en succesfactoren. Rode cellen (A-3 t/m C-3) zijn BRT-vormen waar nauwelijks praktijkvoorbeelden van te vinden zijn in de literatuur. Dit betekent niet dat deze toepassingsvormen niet kansrijk kunnen zijn, maar voor dit rapport betekent het wel dat ze in minder detail behandeld kunnen worden. De toepassingsgebieden van BRT worden hieronder kort toegelicht. Figuur 2 illustreert de drie ruimtelijke schaalniveaus met een ideaaltypisch voorbeeld.

Figuur 2: Ruimtelijke schaalniveaus van BRT



Het toepassingsgebied van binnenstedelijk (type A) spoorvervangend vervoer is de meest voorkomende vorm van BRT. Grote (mega)steden die niet de financiële middelen hadden om een metro aan te leggen ontdekten de BRT als alternatieve oplossing om corridors met grote aantallen reizigers te bedienen. Vervolgens bleken vormen van BRT ook geschikt voor middelgrote steden, ook als een metrosysteem daar gezien de lagere benodigde corridorcapaciteiten nooit overwogen is. BRT functioneert dan als alternatief voor de tram, en vormt de spil op de belangrijkste verbindende assen in de stad. Een Nederlandse voorbeeld hiervan zijn de Maxx buslijnen in Almere (sinds 2017 overgegaan in Allgo).

Figuur 2 stelt binnenstedelijke BRT voor als een lijn die aansluit op het centraal station, en als centrale as door het stadscentrum loopt. Bij enkele haltes is een verbinding voor voor/natransport ingetekend. Net als metro en tram verbindt de binnenstedelijke BRT alleen de belangrijkste bestemmingen, en sluit aan op treinstations en andere belangrijke OV-knooppunten indien aanwezig. Kernwaarden zijn korte reistijden en hoge frequenties zodat reizigers ‘spoorboekloos’ kunnen reizen, zoals zij dat bij een metro-systeem of zware tramverbinding mogelijk gewend zijn. De precieze vorm hangt af van de stedelijke structuur van de stad. Het BRT-systeem kan zich beperken tot enkel de hoofdassen, met bijvoorbeeld reguliere bussen of de fiets als voor- en natransport, of kan het voor- en natransport ook zelf verzorgen. Hiernaast bestaat nog een derde optie, namelijk een open systeem. Bij open systemen is vaak sprake van een gedeelde corridor met zeer hoge frequenties, met daarbuiten het uitwaaien van lijnen naar verschillende eindbestemmingen. Dit vermindert de noodzaak tot voor- en natransport (Cervero, 2013). In de genoemde voorbeelden gaat het bij binnenstedelijke BRT steeds om het alternatief voor railvervoer, namelijk als alternatief voor (stads)tram, lightrail of metro. Spooraanvullend vervoer is in theorie ook mogelijk, wat hier zou betekenen dat de bus vooral diensten aanbiedt op momenten dat tram en/of metro overbelast zijn. Desk research heeft hiervan echter geen voorbeelden opgeleverd.

Als een hoogwaardig bussysteem met substantiële corridorcapaciteit wordt ingezet om een stadskern te verbinden met buitenwijken of kleinere kernen buiten de stad, dan spreken we over een korte interstedelijke BRT (type B). Dit type BRT komt met name in de EU relatief veel voor (soms onder de naam BHLS). Een cruciale factor in dit toepassingsgebied is het strekken van de lijnen, wat betekent dat een zo direct mogelijke route gerealiseerd wordt voor de bus door aan de rand van kernen in plaats van in hun centra te halteren. In mobiliteitshubs stappen reizigers over op een last-milevervoermiddel om hun eindbestemming te bereiken, als die niet al binnen loopafstand te bereiken is. In deze toepassingsvorm legt de BRT-bus grotere afstanden af, waardoor ook hogere rijsnelheden nodig zijn. Hiervoor kan het nodig zijn om over de snelweg te rijden en bij congestie de vluchtstrook te gebruiken. Een bekend voorbeeld van dit type BRT in Nederland is R-netlijn 300 (Amsterdam Zuid-Schiphol-Haarlem). Bij kort-interstedelijk BRT gaat het in principe om een busalternatief voor lightrail of Sprinter, maar spooraanvullende spitsbussen zouden in principe ook mogelijk zijn in deze afstandsklasse.

Op de lange afstanden (meer dan 50km, type C) wordt BRT op dit moment minder toegepast (voorbeelden zijn Groningen-Emmen en Breda-Utrecht), maar in theorie zou dit ook breder geïmplementeerd kunnen worden. Figuur 2 stelt dit voor als een verbinding tussen (de buitenwijken van) grote steden, die niet of nauwelijks onderweg halteert. De bus rijdt op het plaatje op een eigen busbaan langs de snelweg, al kan het afhankelijk van de mate van congestie en het ontwerp van de snelweg ook mogelijk zijn om over de vluchtstrook of over de reguliere rijbanen te rijden (zie hoofdstuk 5). In het recente verleden kon Nederland met de sneltreinbus en de Interliner beschouwd worden als voorloper in het ontwikkelen van hoogwaardige lange-afstandsbusconcepten. De Interliner is als landsdekkend netwerk inmiddels verdwenen, maar veel voormalige Interliner verbindingen rijden nog wel onder een andere naam. Voorbeelden zijn lijn Alkmaar-Leeuwarden (lijn 350), Rotterdam-Zuid-Zierikzee (lijn 395) en Groningen-Emmeloord (lijn 315). Daarnaast rijden buiten het geconcessioneerde openbaar vervoer momenteel verschillende commerciële vervoerders op (zeer) lange afstanden, met Flixbus en het voormalige Eurolines als bekendste voorbeelden in Nederland. Het kan bij lang-interstedelijke BRT zowel om busalternatief voor rail (de snelwegbus op missing links) als spooraanvullend (spitsbus) gaan.

Een mogelijk interessante toepassing van lange interstedelijk BRT is op de missing links in het spoornet, zoals bijvoorbeeld Breda-Utrecht. Op deze relaties zouden hoogwaardige bussen mogelijk potentie hebben als alternatief voor de auto. Op dermate lange afstanden moet de bus echter wel een hoge gemiddelde snelheid behalen (denk aan 80-100 km/uur), en mag de vertrek- en aankomsttijd niet onbetrouwbaar worden door congestie op het wegennet. De bus mag dus niet gehinderd worden door congestie op het wegennet. En om competitieve reistijden met de auto te realiseren zou slechts zeer beperkt onderweg gehalteerd kunnen worden, en dan op haltes direct aan de snelweg. Een recente studie over het traject Utrecht-Breda verkent de mogelijkheden ter verbetering van het afleggen van dit traject met de bus (BMC 2019).

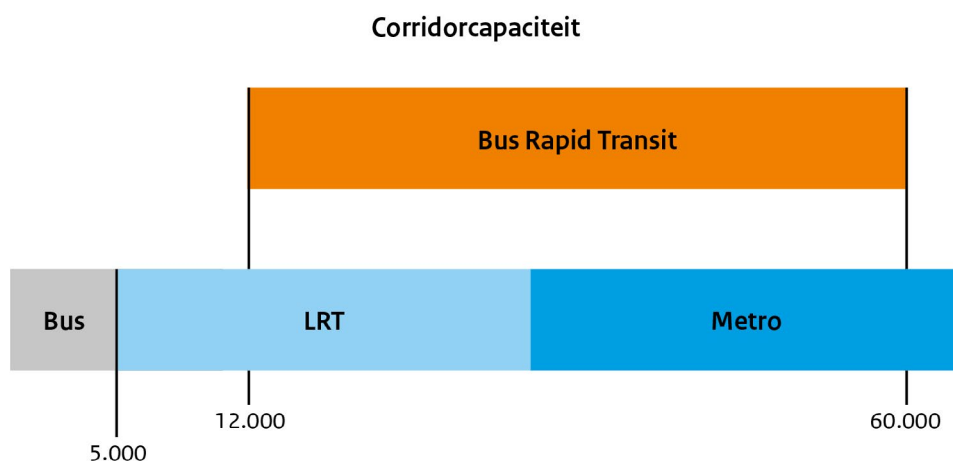
Deze verkennende studie brengt op basis van empirische literatuur en rapportages over bestaande case-studies de potentie van succesvolle BRT-busconcepten in kaart. Voor stedelijke en kort-interstedelijke BRT is hiervoor veel empirisch materiaal beschikbaar, zodat systeemkenmerken en succesfactoren in enig detail uitgewerkt kunnen worden. Voor de lange-afstandsbus is een andere aanpak nodig, omdat praktijkvoorbeelden schaars zijn en in de literatuur dit concept niet binnen het raamwerk van BRT onderzocht is. Op basis van interviews en beleidsrapporten wordt besproken wat bekend is over hoogwaardig lange-afstandsbusvervoer, en wordt in grove penceelschets verkend wat de potentie van dit concept kan zijn. Nader onderzoek zou nodig zijn om dit concept verder in te vullen.

Wat betreft de verschillende rollen voor de BRT zijn vooral die van BRT als tijdelijk of permanent alternatief voor spoor voldoende goed gedocumenteerde voorbeelden beschikbaar. Het onderscheid tussen een tijdelijk vis à vis permanent alternatief is echter niet heel hard te maken. De BRT wordt vaak als voorloper voor metro, light-rail of trein voorgesteld, maar dit veronderstelt een commitment om op termijn de (omvangrijke) investering te maken in conversie naar spoor. Hoe hard zo'n commitment is kan moeilijk vastgesteld worden, en kan ook door de tijd heen evolueren. Waar mogelijk nemen we dit onderscheid mee in de analyse. Voor de derde mogelijke rol voor de BRT-bus, als spooraanvullend systeem om piekbelasting voor overbelaste spoorverbindingen op te vangen, kunnen wij geen succesvolle BRT-concepten vinden. Hierover kan in deze studie dan ook alleen in algemene zin op basis van interviews een eerste inschatting gemaakt worden.

3 Systeemkenmerken van BRT ten opzichte van rail

Bus Rapid Transit onderscheidt zich van zowel de reguliere bus als van spoorgebonden modaliteiten in de combinatie van systeemkenmerken die het kan realiseren. Kort gezegd kan BRT een vergelijkbare corridorcapaciteit (aantal reizigers per dag per relatie) bieden als tram, metro en trein (Figuur 3), en hoeft het ook qua comfort en andere kenmerken niet voor spoor onder te doen. Dit vertaalt zich in hogere investeringskosten en exploitatiekosten dan een reguliere busdienst, maar vermoedelijk nog altijd wel lager dan bij spoorgebonden alternatieven het geval was geweest. Deze en andere systeemkenmerken worden in dit hoofdstuk verder besproken en geïllustreerd met voorbeeldcases.

Figuur 3: Vergelijking van corridorcapaciteit tussen bus, BRT, lightrail en metro (Bron: KiM)



3.1 Wat zijn de systeemkenmerken van BRT, vanuit exploitant, passagier en overheid?

Systeemkenmerken zijn prestatie-eigenschappen of functionaliteiten die belangrijk zijn voor de exploitant, de passagier, of, in de vorm van maatschappelijke effecten, voor de maatschappij als geheel. De kenmerken worden hier per stakeholder besproken. In veel gevallen zijn er echter meerdere stakeholders die een belang hebben bij een systeemkenmerk. Voor een selectie van kenmerken zijn in tabel 1 indicatoren verzameld die de vergelijking tussen BRT (binnenstedelijk en kort interstedelijk, reguliere bus en spoorgebonden alternatieven maken (Wirashinge et al. 2013).

Exploitant:

Voor de exploitant onderscheiden we de corridorcapaciteit en de exploitatiekosten. Hierbij nemen we aan dat de exploitant alleen de exploitatiekosten betaalt en niet de initiële investeringskosten.

1 Corridorcapaciteit:

De belangrijkste vernieuwing van BRT is het mogelijk maken van veel hogere corridorcapaciteiten dan de gebruikelijke busconcepten. Corridorcapaciteit kan uitgedrukt worden in aantallen voertuigen of aantallen reizigers per eenheid infrastructuur. Voor de prestaties van openbaar vervoer zijn de aantallen reizigers het meest relevant. Stadsbussen zonder geleiding in gemengd verkeer (waardoor de doorstroming beperkt kan worden) kunnen doorgaans een capaciteit van tot zo'n 5.000 reizigers per dag op de drukste doorsnede van de lijn bieden (tabel 1). Dit is ver beneden de capaciteiten die tram (tot 50.000), metro (200.000) en regionale trein (120.000) kunnen bieden (Goudappel Coffeng, 2013). Wanneer een buslijn uitgevoerd is als BRT, en wanneer de doorstroming gewaarborgd is, kan deze echter veel grotere corridorcapaciteiten bieden.

Specifieke voorbeelden van BRT in de EU en Noord-Amerika laten een spreiding zien tussen zo'n 12.000 passagiers per dag op de drukste doorsnede in Cambridge (de Cambridgeshire Guided Busway) tot 66.000 in Parijs (Trans Val-de-Marne). Met andere woorden, zelfs een BRT-systeem met relatief beperkte corridorcapaciteit (Cambridge) haalt een niveau ver boven dat van reguliere bussystemen en vergelijkbaar met een eenvoudig tramsysteem. Een BRT-systeem met relatief hoge corridorcapaciteit kan zich meten met een metro of Sprinter. Wereldwijd is de spreiding in BRT-corridorcapaciteit nog groter, van 9.000 passagiers per dag op de enige BRT lijn in Nagoya tot zo'n 850.000 per dag per lijn in Guangzhou, China. Figuur 3 illustreert de positie van BRT ten opzichte van andere OV-modaliteiten.

De corridorcapaciteiten die voor BRT haalbaar zijn hangen af van de ritfrequentie en de capaciteit per voertuig. Vergeleken met lightrail behaalt BRT zijn corridorcapaciteit vooral door een hogere frequentie, waar lightrail door een grotere capaciteit per voertuig met een lagere frequentie dezelfde corridorcapaciteit kan bieden. Afhankelijk van de lokale context kan dit er voor zorgen dat BRT meer hinder veroorzaakt voor overig verkeer, doordat kruisend verkeer vaker voor een passerende BRT-bus moet wachten. In Utrecht was dit een doorslaggevende reden om voor de verbinding naar de Uithof te kiezen voor lightrail (lijn 22) in plaats van een BRT-oplossing (Leusden en van Oort, 2011). Voor de reiziger kan het daarentegen juist een voordeel zijn, omdat met een groter aantal voertuigen ook een hogere frequentie en dus kortere wachttijden volgt.

2 Exploitatiekosten:

Tegenover een hogere vervoercapaciteit van BRT ten opzichte van reguliere busconcepten staat ook een hoger prijskaartje. De hogere kosten zitten vooral in de investeringskosten (hieronder besproken). Of BRT ook duurder is in exploitatie dan reguliere bussen is niet duidelijk te achterhalen uit bestaande bronnen. Exploitatiekosten zijn moeilijk te vergelijken omdat per bron verschilt welke posten hierbij wel of niet meegenomen worden. Ook kan per geval verschillen of deze kosten (volledig) voor rekening van de exploitant komen. Hier kunnen dan ook slechts enkele algemene opmerkingen gemaakt worden.

Exploitatiekosten (uitgedrukt in dienstregelingen uren of DRU's) bestaan in het OV doorgaans voor ongeveer de helft uit directe personeelskosten (CROW-KPVV 2015), namelijk de bestuurder en eventuele conducteur. De personeelskosten kunnen voor BRT lager uitvallen dan bij de reguliere bus, wanneer met grotere bussen gewerkt wordt. Dan daalt namelijk de verhouding tussen aantallen personeel per vervoerde reiziger. Voor zover materieelkosten meegerekend worden bij de exploitatiekosten, beslaan deze doorgaans maar 10% van de exploitatiekosten in het openbaar vervoer (CROW-KPVV 2015). BRT-systemen gebruiken vaak meer kostbaar rijdend materieel en mogelijke ook hoogwaardige haltes en andere infrastructuur, wat kan leiden tot hogere onderhoudskosten. Gezien het geringe aandeel van materieelkosten zal dit dus nauwelijks effect hebben op de exploitatiekosten van een BRT.

Naast de vergelijking tussen BRT en reguliere bussen, is ook de vraag of BRT qua exploitatiekosten voordeliger of duurder is dan spoorgebonden OV. Cervero (2013) vergelijkt de exploitatiekosten van BRT met light rail en heavy rail (het hoofdspoor, in de Nederlandse context refereert dit aan de sprinter en intercity, maar ook aan de metro), op basis van Amerikaanse cases, en concludeert dat de BRT per dienstregelingsskilometer bijna 50% goedkoper is dan heavy rail en bijna twee derde goedkoper dan light rail. Het is echter onduidelijk welke kosten hierbij wel en niet meegenomen worden, en in hoeverre deze vergelijking dus overdraagbaar is naar de Nederlandse context. Nader onderzoek naar de exploitatiekosten van BRT in vergelijking met reguliere bussen en spoorgebonden OV is nodig om duidelijker uitspraken te kunnen doen. Tabel 1 vergelijkt de in de literatuur genoemde belangrijkste en best in te schatten systeemkenmerken van diverse vormen van openbaar vervoer.

Tabel 1: De belangrijkste systeemkenmerken van BRT en relevante andere modaliteiten

Kenmerk	Bus (regulier)	Tram	Metro	Sprinter ³	BRT
Reizigers/dag drukste doorsnede x1.000 ¹	0,5-5	10-50	30-200	20-120	12-60
Capaciteit per voertuig (combinatie), zit+staan ¹	75-105	180	215-1135	385-610	57-160
Gemiddelde snelheid km/u ¹	15-20	15-30	30-35	40-70	15-60
Investeringskosten aanleg mln €/km ²	0,3-4	12-35	nb	15-80	0,1-36
Structurerende werking	zwak	sterk	zeer sterk	zeer sterk	zwak-sterk

1 Goudappel Coffeng (2013) voor spoor, metro, tram, bus; BRT: KiM

2 CROW-KPVV (2015) voor spoor, metro, tram, bus; BRT: KiM

3 De oorspronkelijke bronnen spreken van 'regionale trein', wij interpreteren dit als Sprinter. Mogelijk zijn de kengetallen echter ook toepasbaar op gedecentraliseerde treindiensten

Passagier:

Voor de passagier onderscheiden wij de reistijd en het reiscomfort. De ticketprijs is hier bewust weggelaten, ondanks dat dit vermoedelijk een belangrijke rol speelt in de keuze voor de passagier om al dan niet met de bus te reizen. De reden om de ticketprijs niet mee te nemen is dat hier geen vaste kengetallen voor bestaan. De prijs hangt af van de (exploitatie)kosten van het bussysteem en de mate waarin een busreis gesubsidieerd wordt (door middel van kruissubsidie en/of overheidssubsidie). De exploitatiekosten zijn als systeemkenmerken voor de exploitant meegenomen.

Reistijd:

Waarschijnlijk het belangrijkste systeemkenmerk vanuit reizigersperspectief is de relatieve reistijd ten opzichte van alternatieve modaliteiten (zie Bakker, 2016). Dit hangt af van onder meer de kruissnelheid van het voertuig, het aantal haltes, de snelheid van haltering, de frequentie (een hogere frequentie betekent een kortere wachttijd en een vertrek- en aankomsttijd dicht bij de gewenste tijden), en de betrouwbaarheid van reistijden. De relatieve reistijd ten opzichte van alternatieve vervoersopties kan uitgedrukt worden aan de hand van de verplaatsingsfactor (waarbij een waarde boven de 1,0 een relatief lange reistijd betekent en een waarde onder de 1,0 juist een competitieve reistijd). Hiervoor zijn echter weinig vergelijkbare indicatoren aanwezig, en de scores zijn sterk contextafhankelijk.

Voor de gemiddelde dienstsnelheid zijn wel data beschikbaar, maar dit meet slechts één aspect van de relatieve reistijd. Waar een gewone bus gemiddelde snelheden laat zien van 15-20 km/u en de tram iets hogere snelheden van 15-30 km/u (tabel 1), bestaan er vormen van BRT die consistent gemiddeld 60 km/u of sneller rijden (Cambridgeshire Guided Busway). Hiermee hoeft de BRT niet onder te doen

voor een Sprinterdienst met een vergelijkbaar afstands- en halteringsprofiel. Haalbare dienstnelheden hangen echter, bij BRT nog meer dan bij spoor, af van het doel van de lijn (bijvoorbeeld binnenstedelijk versus interstedelijk vervoer) en de uitvoering (met name of er sprake is van een vrije busbaan, wanneer congestie dit nodig maakt). De TVR in Nancy, een hoogwaardig maar door technische problemen geplaagd binnenstedelijk bussysteem met middenrails, haalt een gemiddelde snelheid van 15,2 km/u, wat aan de onderkant van het bereik van reguliere bussystemen ligt.

3 Comfort:

Een complex maar vermoedelijk belangrijk systeemkenmerk is het reiscomfort. Kwantificeerbare aspecten hiervan zijn de verhouding tussen zit- en staanplaatsen, de snelheid van optrekken en afremmen, de scherpte en frequentie van bochten, en de voertuigruimte per passagier. Ook het gemak van instappen (op perronhoogte versus hoger dan perronhoogte) is een relevant aspect van het reiscomfort. In een casestudie in Utrecht (Gaspardo, 2019) wordt de vergelijking gemaakt tussen lightrail (sneltram lijn 60/61, van Utrecht CS naar Nieuwegein) en een hoogwaardige buslijn (lijn 28 van de Uithof, via Utrecht CS naar Vleuten; de drukste buslijn van Utrecht, met gelede bussen en deels op vrije busbaan). Door middel van een keuze-experiment werd in deze studie geschat dat passagiers lightrail 19% beter ervaren (op een 5-puntsschaal) dan de BRT, en dat reizigers bereid zijn om gemiddeld 6 minuten langer te wachten op een tram in plaats van op een bus (Gaspardo, 2019).

Vaak wordt bij de vergelijking tussen (BRT)-bus en tram/lightrail gesproken over het fenomeen van de railbonus. Dit is de observatie dat passagiers bij gelijke reistijden, frequenties en betrouwbaarheid toch vaak een voorkeur blijken te hebben voor tram boven de bus. Bunschoten et al. (2016) en Gaspardo (2019) laten zien dat deze railbonus vrijwel geheel verklaard wordt door ervaren verschillen in comfort. Wanneer de bus dezelfde comfortaspecten zoals plotseling remmen en optrekken, zitruimte en rijgeluid krijgt blijkt nauwelijks nog sprake te zijn van een voorkeur voor tram/lightrail. De railbonus als onverklaarbare voorkeur van passagiers voor tram of lightrail kan daarmee dus grotendeels ontkracht worden, mits de BRT daadwerkelijk een vergelijkbaar reiscomfort kan bieden. Los van reizigersvoorkeuren kunnen ook andere stakeholders, met name de (decentrale) overheden, een railbonus ervaren. Dit wordt hieronder onder het kopje 'imago' besproken.

Overheid:

Voor de overheid worden de (initiële) investeringskosten, mate van structurerende werking, de snelheid en flexibiliteit van implementatie, duurzaamheid en imago ('railbonus voor beleidsmakers') besproken. Afhankelijk van het financieringsstelsel (investeringskosten) en het schaalniveau kunnen dit belangen van centrale en/of decentrale overheden zijn.

4 Investeringskosten per km:

Voor alle in dit hoofdstuk vergeleken vormen van openbaar vervoer geldt dat de investeringskosten voor de aanleg van infrastructuur doorgaans uit publieke middelen betaald worden. Dat maakt de omvang van de investeringskosten een publiek belang. Op dit punt zien we zeer veel variatie tussen voorbeelden van BRT, van extreem laag in Hamburg (140.000 euro/km voor de Metrobus) tot zeer hoog in Los Angeles (36 miljoen euro/km voor de Orange Line Metro Busway). Hiermee kunnen BRT-systemen uitkomen aan de onderkant van het bereik van een reguliere buslijn, tot het kostenniveau van een volwaardige spoorlijn. Zelfs in het (vermoedelijk zeldzame) geval dat de investeringskosten van BRT gelijk zijn aan spoor, heeft BRT echter het voordeel dat kosten meer gespreid kunnen worden in de tijd door de mogelijkheid van gefaseerde aanleg (zie punt 8).

Deze kostengetallen moeten echter heel voorzichtig benaderd worden, omdat ze niet direct vergelijkbaar zijn. Verschillen in investeringskosten per kilometer worden namelijk deels verklaard door de mate waarin sprake is van speciale infrastructuur voor de BRT (bijvoorbeeld een vrije busbaan, fysieke of ITS-gebaseerde oplossingen op kruisingen, fly-overs), maar ook deels door de mate waarin een BRT-systeem gebruik kon maken van bestaande infrastructuur die bijvoorbeeld eerder al voor een tramsysteem aangelegd was. Infrastructuur voor het BRT-systeem in Hamburg was bijvoorbeeld grotendeels al

aangelegd als onderdeel van een (later niet doorgezet) plan om nieuwe tramlijnen te ontwikkelen. De Hamburgse BRT is daarmee zeer voordelig, maar dit betekent niet dat BRT-lijnen in andere steden ook voor zo'n laag prijsniveau gerealiseerd kunnen worden. Ook grondprijzen en het type bodem (stevige zandbodem versus slappe kleibodem waar extra fundering nodig is) maken uit voor de investeringskosten. Tot slot is uit de beschikbare bronnen niet duidelijk in welke mate een voorziening voor onderhoudskosten is opgenomen. Voorbeelden waarbij de relatief lage investeringskosten een rol hebben gespeeld bij de afweging tussen het aanleggen van een BRT of een (Light Rail Transit) LRT en gekozen is voor een BRT zijn de BRT-lijnen in Miami (van Dadeland naar Homestead en Florida City; Sumberg, 2018) en Las Vegas (van McCarran International Airport naar downtown Las Vegas; Las Vegas Sun 2019).

Voor de investeringskosten maakt het ook uit of BRT beschouwd wordt als een opstap naar latere omvorming naar spoor, of als permanente oplossing. Afhankelijk van de stedelijke context en bodemgesteldheid kan het kostenverhogend zijn om BRT als tijdelijk spooralternatief op te zetten. Op een zachte ondergrond moet hiervoor namelijk een zware betonnen fundering gelegd worden, die voor BRT onnodig is en pas benut wordt na het omzetten naar spoor. Ook moet hiervoor een uitsparing voor een ruimere bochtradiaal gemaakt worden, terwijl de bus met een scherpere bocht ook uit de voeten kan. Dit betekent het aankopen en vrijhouden van grond, wat met name in stedelijk gebied zeer kostbaar kan zijn. Als vervolgens achteraf alsnog de ambitie om over te gaan van BRT naar spoor losgelaten wordt, kunnen de gemaakte kosten voor fundering en bochtradiaal niet terugverdiend worden. Voorbeelden van BRT-systemen die aangelegd zijn met het oog op latere omzetting naar spoor zijn de infrastructuur voor R-netlijn 300 (de voormalige Zuidtangent) en de voormalige buslijnen 11 en 12 in Utrecht.

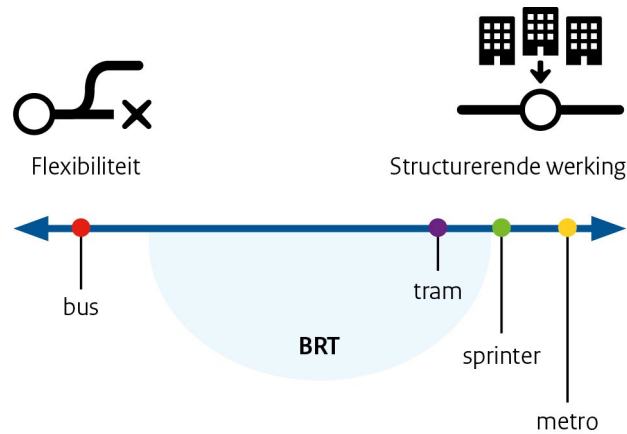
5 Structurerende werking:

Een minder tastbaar, maar voor beleidsmakers vaak doorslaggevend systeemkenmerk, is de mogelijke structurerende werking van BRT. Dit refereert aan de diepgaande invloed die vervoersdiensten kunnen hebben op de stedelijke ontwikkeling. Als huizenkopers en ondernemers nabijheid tot een vervoersdienst meenemen in hun locatiebeslissingen, kan dit er bijvoorbeeld toe leiden dat grondprijzen rond OV-haltes stijgen en dat stedelijke verdichting plaats vindt. Dit effect trad in Nederland met name in het verleden sterk op, zoals in de wederopbouwperiode toen in korte tijd ingrijpende veranderingen plaatsvonden in stedelijke ontwikkeling en veranderingen in het vervoerssysteem dus ook snel konden doorwerken in locatiebeslissingen. Maar ook in enkele recente voorbeelden is de structurerende werking van het OV zichtbaar, zoals de Randstadrail (RET-lijn E) en mogelijk ook de Noord/Zuidlijn in Amsterdam. Op het moment van schrijven is een ex-post evaluatie van de economische effecten van de Noord-Zuidlijn nog niet publiek beschikbaar.

Wanneer structurerende werking optreedt heeft de OV-dienst hiermee een gunstige uitwerking op de stad: verdichting verlaagt autoafhankelijkheid en maakt het mogelijk meer wonen, werken en andere functies te faciliteren per vierkante meter. Tegelijkertijd versterkt de stedelijke ontwikkeling op zijn beurt ook het OV-systeem, omdat door verdichting meer potentiële passagiers komen te wonen binnen korte afstand van OV-haltes. Een belangrijke voorwaarde voor het optreden van structurerende werking is echter dat er een geloofwaardig commitment bestaat dat de OV-dienst voor lange tijd gehandhaafd zal worden.

Des te groter de investering in een OV-dienst en des te moeilijker de infrastructuur later te verplaatsen valt, des te geloofwaardiger het commitment wordt om de betreffende OV-dienst op de lange termijn te handhaven. En omgekeerd, wanneer een vervoerdienst eenvoudig verplaatst of beëindigd kan worden, groeit ook het risico dat dit daadwerkelijk zal gebeuren bij bijvoorbeeld een wisseling in het politieke klimaat. Er bestaat dus een afrijsel tussen flexibiliteit en mate van structurerende werking (zie ook figuur 4). Op dit vlak kan de BRT een tussenpositie innemen tussen de reguliere bus (eenvoudig te wijzigen na afloop van de concessieperiode) en railsystemen (zeer kostbaar om te wijzigen door omvangrijke infrastructuur). De positie van BRT in deze afrijsel is afhankelijk van hoeveel speciale infrastructuur aangelegd wordt, in de vorm van vrije busbaan, kunstwerken, speciale haltes, geleidingsystemen etc. Het bestaan en de omvang van structurerende werking voor BRT is vermoedelijk sterk contextafhankelijk, en zou voor Nederlandse toepassingen verder onderzocht moeten worden.

Figuur 4: Afruil tussen flexibiliteit en structurerende werking



In een MKBA kan structurerende werking meegenomen worden in de vorm van indirecte voorwaartse economische effecten (wat betreft de impact op vastgoedprijzen) en door een geleidelijk stijgende vervoersvraag aan te nemen (om te modelleren dat verdichting rond haltes ook meer potentiële passagiers kan aantrekken). Met name in Denemarken zijn verschillende praktijkvoorbeelden gedocumenteerd waar de structurerende werking een doorslaggevend argument was, namelijk Aarhus, Odense en Kopenhagen (Nicolaisen, 2017). In deze gevallen werd voor lightrail gekozen in plaats van BRT, omdat de potentie voor structurerende werking bij BRT onvoldoende geacht werd.

6 Snelheid van implementatie:

Een aspect dat vaak onderbelicht blijft is dat het aanleggen van een op spoor gebaseerd vervoerssysteem zeer lang kan duren, waardoor ook de baten van het systeem pas op termijn gerealiseerd worden. Bovendien groeit bij een langere implementatietijd het risico dat het systeem bij voltooiing al niet meer goed aansluit bij de inmiddels veranderde vervoersvraag. Als bijvoorbeeld een nieuwbouwwijk pas na enkele jaren een hoogwaardige OV-aansluiting krijgt, is de kans groot dat er op dat moment al veel bewoners aangetrokken zijn met een op de auto gerichte leefstijl. Als daarentegen de OV-verbinding al vanaf dag één beschikbaar was geweest, zou de wijk mogelijk ook meer OV-gebruikers aangetrokken hebben. BRT kan op dit punt een belangrijk voordeel bieden ten opzichte van spoor. De implementatiesnelheid van BRT systemen wisselt sterk, maar over het algemeen vormt dit punt een substantieel voordeel voor BRT ten opzichte van LRT en andere spoorgebonden modaliteiten.

Cervero (2013) geeft op basis van een groot aantal case-studies aan dat BRT-systemen doorgaans binnen 1-2 jaar gerealiseerd kunnen worden, waar LRT zo'n 2-3 jaar kost, en heavy rail (bijvoorbeeld metro) 4-10 jaar. Wanneer we naar Europese voorbeelden van BRT kijken zien we vergelijkbare implementatietijden, met iets minder dan 2 jaar in Nancy en Rouen (zelfs inclusief aanzienlijke vertragingen door o.a. arbeidsonrust), zo'n 2,5 jaar in Caen en 3 jaar in Metz. Maar wanneer fly-overs of andere kunstwerken nodig zijn (zoals in Parijs TVM) kan de bouwtijd verder oplopen. Een geavanceerd experimenteel concept uit China (Autonomous Rail Transit, ART), een nieuwe versie van het concept van de spoorloze tram, belooft binnen enkele dagen opgezet te kunnen worden omdat alleen optische markering op het wegdek aangebracht hoeft te worden, aangenomen dat de stations al beschikbaar zijn (zie Newman, 2018, voor een verdere bespreking). Dit concept heeft zich echter nog niet in veel praktijkvoorbeelden bewezen, dus deze claim blijft voorlopig hypothetisch.

Resumerend kan gesteld worden dat de snelheid van implementatie in potentie een belangrijk voordeel van BRT is. In MKBA's kan de snelle implementatie gedeeltelijk meegenomen worden door de exploitatie en de vervoersbaten in het geval van BRT eerder in te laten gaan, en mogelijk door minder hinder tijdens de aanleg aan te nemen. Het voordeel van een betere aansluiting bij de vervoervraag door snelle implementatie is echter moeilijker te modelleren, omdat het hierbij gaat om het verminderen van kwetsbaarheid voor onvoorziene toekomstige ontwikkelingen (in welke mate zou de vervoersdienst in het geval van langere implementatietijd minder goed aangesloten hebben op de, door onvoorziene omstandigheden veranderde, vervoersvraag?). Wanneer dit niet meegenomen wordt zou dit BRT dus benadelen ten opzichte van spoorgebonden oplossingen. Een concreet voorbeeld waar gekozen is voor BRT in plaats van lightrail vanwege de implementatiesnelheid is Catania in Italië.

7 Flexibiliteit tijdens en na implementatie:

Een belangrijk voordeel van BRT-systemen is dat zij geleidelijk opgebouwd kunnen worden, waarbij bussen eerst in gemengd verkeer rijden en vervolgens het deel van de lijn met busbaan stap voor stap uitgebreid wordt. Ook het hoogwaardige karakter van de haltes en de voertuigen zelf (bijvoorbeeld mate van comfort) kan stap voor stap opgebouwd worden. Bij railsystemen is deze flexibiliteit beperkter, omdat het systeem pas functioneert wanneer het volledig voltooid is en er minder vrijheid is om haltes en voertuigtypen gaandeweg te veranderen.

De flexibiliteit van het implementatieproces heeft twee voordelen. Ten eerste kunnen op deze manier investeringskosten meer gespreid worden door de tijd. Door jaarlijks een bedrag op de begroting op te nemen kan een BRT geleidelijk uitgebouwd worden, en mocht het geld onverhoopt een jaar niet beschikbaar zijn dan brengt dit de continuering van de dienstverlening niet in gevaar. Bij een spoorverbinding ontbreekt deze flexibiliteit, en moet gewacht worden met uitvoering tot de totale investeringssom veilig gesteld is. De flexibiliteit van BRT kan een investering versnellen, of überhaupt (politiek) haalbaar maken. Ten tweede is een BRT-systeem geschikt voor een adaptief ontwikkelproces. Mocht tijdens de uitvoering bijvoorbeeld de verwachte vervoersvraag tegenvallen dan kan tijdens het ontwikkelproces het eindontwerp hier op aangepast worden. En als veranderingen binnen of buiten het mobiliteitssysteem (denk bijvoorbeeld aan disruptieve mobiliteitsinnovaties) bedreigingen of kansen opwerpen dan kan hier bij een BRT-project op ingespeeld worden, terwijl dit bij een spoorgebonden alternatief moeilijker of kostbaarder zou zijn. Op dit punt biedt BRT dus een voordeel dat de auto ook heeft, maar spoorgebonden OV niet. Net als de implementatiesnelheid wordt ook de mogelijkheid tot flexibel en adaptief ontwikkelen doorgaans niet in MKBA's meegenomen, of slechts als PM-post.

De flexibiliteit van BRT kan echter tegelijkertijd ook een nadeel zijn, omdat het hierdoor ook kwetsbaarder wordt voor grillen in het politieke proces. Ook zit er een grens aan de mate van flexibiliteit. Als het startpunt van het ontwikkelproces te laag gesteld wordt, en bussen bijvoorbeeld vast raken in te druk gemengd verkeer of het comfort beneden een minimumniveau daalt, kan volgens onze definitie niet meer van een BRT-systeem gesproken worden. In dat geval zou het bussysteem, mogelijk blijvende, imagoschade oplopen. Als de verwachte vervoersvraag en het maatschappelijk draagvlak voor BRT hierdoor wegvalt, kan dit het verdere project in gevaar brengen.

8 Duurzaamheid:

Tot voor kort konden spoorgebonden modaliteiten zich onderscheiden van busvervoer door het feit dat zij bijna altijd elektrisch rijden, op enkele dieselspoorlijnen na. Dit beeld is echter aan het kantelen omdat inmiddels alle vormen van OV in principe geëlektrificeerd kunnen worden. Daarmee kan niet meer ex ante aangegeven worden welke modaliteit de laagste lokale uitstoot en CO₂-voetafdruk heeft. De ontwikkeling van nulemissie-busvervoer is echter zo recent dat de beeldvorming nog niet bij de actuele situatie aansluit. In de beeldvorming van reizigers is de tram nog altijd een duurzamer vervoermiddel dan de bus (Van Oort, 2020). Los van de duurzaamheid in gebruik, kan er ook gekeken worden naar de duurzaamheid van aanleg van infrastructuur en productie van rollend materiaal. Voor het aanleggen en onderhouden van spoor en bovenleiding worden grote hoeveelheden staal, koper en andere grondstoffen gebruikt. Nulemissie-bussen hebben batterijen in de voertuigen en een laadinfrastructuur nodig. Wat dit betekent voor de relatieve milieu-impact van BRT versus spoorgebonden modaliteiten zou verder onderzocht moeten worden.

9 Imago:

Los van alle genoemde systeemkenmerken kan in de praktijk nog steeds sprake zijn van een voorkeur voor LRT en andere spoorgebonden vervoerdiensten boven de BRT. In andere woorden, er lijkt voor beleidsmakers en andere stakeholders ook sprake te zijn van een railbonus. Een veel genoemde factor daarbij is politieke voorkeur (Hidalgo 2010, Poku-Boansi 2018). Zo kunnen (lokale) bestuurders de wens hebben om investeringen te doen met een grote zichtbaarheid en een lange levensduur, om zo een politieke erfenis na te laten en op een directe en tastbare manier te voldoen aan politieke belofte. In het verlengde van het argument rond structurerende werking, kan de LRT hierbij een voordeel boven de BRT hebben doordat het kostbaarder is om het systeem vroegtijdig te ontmantelen. En in het verlengde van de al besproken railbonus, kan het nalaten van een spoorstelsel meer status verschaffen dan een bussysteem. De keuze in Aarhus voor een lightrailstelsel in plaats van BRT was mede ingegeven door het imago van lightrail. Het gevoel leefde dat een nieuw lightrailstelsel de stad beter zou helpen bij de competitie om Europese culturele hoofdstad te worden dan een BRT-systeem (Nicolaisen, 2017).

3.2. Verschillen de systeemkenmerken naar toepassingsgebied?

In hoofdstuk 2 zijn verschillende toepassingsgebieden van het BRT-concept geïntroduceerd. In hoeverre verschillen de systeemkenmerken van BRT per toepassingsgebied? Tabel 2 maakt een onderscheid tussen binnenstedelijk en kort interstedelijk BRT. Zowel op binnenstedelijke als kort-interstedelijke BRT-lijnen worden zeer hoge maar ook betrekkelijk beperkte corridorcapaciteiten en voertuigcapaciteiten gezien, en ook qua kostenniveau en gemiddelde snelheid is de bandbreedte in beide categorieën groot. Systeemkenmerken lijken dus sterk afhankelijk van lokale omstandigheden los van stedelijkheid in het algemeen.

Tabel 2: Systeemkenmerken met onderscheid naar toepassingsgebied

Kenmerk	Binnenstedelijk (A uit Figuur 1)	Kort interstedelijk (B uit Figuur 1)
Reizigers/dag drukste doorsnede	14.000-60.000	12.000-66.000
Capaciteit per voertuig (combinatie), zit+staan	57-160	70-155
Gemiddelde snelheid km/u	15-32	16-60
Investeringskosten aanleg mln. €/km	0,1-36	0,3-7

4 Succesfactoren bij implementatie van BRT

Tot nu toe is in dit rapport besproken in welke toepassingsgebieden Bus Rapid Transit ingezet kan worden, en wat dan de systeemkenmerken zouden kunnen zijn. Dit hoofdstuk bouwt hierop voort door te kijken naar de implementatie van BRT. Wat zijn de belangrijkste verklarende factoren bij succesvolle implementatie van BRT?

We beginnen met een algemene analyse van succesfactoren, op basis van de literatuur (onder anderen Cervero, 2013, en Van der Bijl et al., 2019, Ingvardson 2017, Nikitas 2015, Steergroup 2015). Vervolgens stellen we de vraag in hoeverre dezelfde succesfactoren even belangrijk zijn in de verschillende toepassingsgebieden van BRT, waarbij we binnenstedelijk en kort interstedelijk vergelijken (lang interstedelijk wordt in hoofdstuk 5 afzonderlijk behandeld).

4.1 Algemene succesfactoren

De verklarende factoren voor succesvolle implementatie zijn weer onderverdeeld naar de betreffende stakeholder: exploitant, passagier en maatschappij. Hierbij geldt de opmerking dat succesfactoren ook voor meerdere stakeholders van belang kunnen zijn en niet op volgorde van impact op succes gerangschikt staan.

Vanuit de exploitant:

- 1 De bus krijgt voorrang bij zoveel mogelijk kruisingen. Drukke kruisingen kunnen de snelheid en betrouwbaarheid van een BRT-rit sterk beïnvloeden. BRT-bussen krijgen daarom doorgaans een bepaalde mate van voorrang op kruispunten, variërend van beperkte voorrang bij verkeerslichten (kortere roodcycli), tot absolute prioriteit (de bus heeft altijd groen licht) en er bestaan zelfs systemen waarbij door middel van slagbomen de kruising wordt afgezet wanneer een BRT-bus passeert (bijvoorbeeld de lijn-300-bus Amsterdam-Schiphol-Haarlem. Een andere oplossing is om gelijkwaardige kruispunten in hun geheel te vermijden door middel van fly-overs (bijvoorbeeld Parijs TVM), maar dit is sterk kostenverhogend.
- 2 Kaartverkoop op stations en niet in de bus. Dit is met name belangrijk om het halteren te versnellen. Hoewel dit internationaal vaak nog als vernieuwing wordt beschouwt, speelt dit punt in Nederland veel minder sinds de komst van de OV-chipkaart. Hierdoor is van kaartverkoop nauwelijks nog sprake. Het in- en uitchecken kost echter nog steeds tijd, dus wanneer dit ook al op het perron plaats vindt zou dit het halteren nog verder kunnen versnellen.
- 3 Gescheiden busbaan op alle delen van het traject waar risico op congestie bestaat, zodat de bus door kan rijden en niet gehinderd wordt door overig verkeer. Als onder zulke omstandigheden geen vrije busbaan beschikbaar is kunnen geen snelle en betrouwbare reistijden geboden worden, en kunnen daarmee minder hoge frequenties en minder hoge corridorcapaciteiten aangeboden worden. Op korte, stedelijke lijnen is het aspect van de haalbare capaciteit waarschijnlijk doorslaggevend (zoals hieronder besproken is betrouwbaarheid daar minder cruciaal), terwijl busbanen op lange afstanden vooral belangrijk zijn om betrouwbaarheid van reistijden te borgen.

Verder hebben busbanen op lange afstanden meer impact op de reistijden dan op korte afstanden, omdat op korte trajecten de reistijd in het voertuig een minder groot aandeel vertegenwoordigt ten opzichte van de totale reistijd (Litman, 2016). Verder noemt Litman (2016) nog een ander, en vaak onderbelicht, bijkomend voordeel van busbanen, namelijk dat het de veiligheid voor buspassagiers vergroot. Van der Bijl et al. (2019) geven daarnaast aan dat vrije busbanen ook nodig zijn voor een BRT-systeem om structurerende werking te kunnen hebben. Dit kan het geval zijn omdat enerzijds zonder busbaan het BRT-product minder aantrekkelijk wordt, en anderzijds het commitment om het BRT-product langjarig aan te bieden geloofwaardiger wordt naarmate de verzonken investeringskosten hoger zijn. De structurerende werking gaat echter wel ten koste van de flexibiliteit die een bussysteem zonder vaste infrastructuur heeft. Los van het aanleggen van een busbaan zijn echter ook langlopende afspraken nodig over het gebruik van de busbaan, die tenminste 30 jaar vooruit kijken (Van der Bijl et al., 2019). Anders bestaat het risico dat steeds de discussie opkomt of de busbaan niet ook voor andere doeleinden benut kan worden (carpoolen, doelgroepenvervoer, stadslogistiek, nulemissie-personeelvoertuigen, of zelfs openstelling voor alle personeelvoertuigen), en uiteindelijk de busbaan te druk wordt om een hoogwaardig BRT-vervoerproduct te kunnen bieden. Omgekeerd kan het gedeeld gebruik van de busbaan ook juist een kans zijn om de benodigde investeringsmiddelen te kunnen mobiliseren (dit wordt in hoofdstuk 5 besproken). In de praktijk komen busbanen veel voor, met name op gedeeltes van het BRT-traject in plaats van het volledige traject. In onze binnenstedelijke en kort interstedelijke case studies zien we BRT-systemen met een aandeel vrije busbaan in het totale traject variërend van 27% tot 100%.

Vanuit de passagier:

- 4 Comfortabele en (sociaal) veilige stations, die bescherming bieden tegen slechte weersomstandigheden. Wachtijd telt voor reizigers ongeveer 1,75 à 2 keer zwaarder in de waardering van een OV-reis dan reistijd in het voertuig, en onder oncomfortabele omstandigheden neemt deze multiplier verder toe tot maximaal 4 keer de weerstand van reistijd in het voertuig (Warffemius 2015). Prettige wachtruimte verlaagt dus de door reizigers ervaren ongemak. In modellen wordt dit doorgaans vertaald in een reistijd die door passagiers als korter ervaren wordt.
- 5 Uitstekende communicatie en informatietechnologieën: real-time reisinformatie opdat de reis eenvoudig gepland en gemaakt wordt (ook bij verstoringen), met maximale integratie met reisplanners en boek- en betaalsystemen zoals Mobility as a Service.
- 6 Goede kwaliteit bussen met lage instap. Dit is een comfortfactor, maar heeft ook twee belangrijke neveneffecten. Ten eerste is de haltering sneller, waardoor de reistijd verkort wordt en de betrouwbaarheid toeneemt. En ten tweede draagt het bij aan de toegankelijkheid van de bus voor mindervaliden, maar bijvoorbeeld ook voor kinderwagens.
- 7 Goede herkenbaarheid van zowel bus als station aan de hand van kleuren, logo, ontwerp etc. Ten eerste communiceert dit naar (potentiële) passagiers een commitment om BRT-kwaliteit te bieden. Het is essentieel dat de beeldmerken dan ook alleen gevoerd worden wanneer dit kwaliteitsniveau inderdaad geboden wordt, en niet toegestaan wordt dat deze verwateren. Ten tweede draagt dit ook bij aan het tegengaan van de door de reiziger ervaren complexiteit van het bussysteem. Terwijl trein, metro, en soms ook tram duidelijk herkenbare routes rijden, kunnen busroutes complex overkomen. De reiziger moet van grote aantallen busnummers de bestemming en route kennen, en vooral minder frequente reizigers en dagjesmensen hebben hier moeite mee. In Groningen-Drenthe hebben Q-linkbussen dezelfde kleur op het voertuig als op de routekaart, waardoor reizigers het systeem als minder complex ervaren.

- 8 Overstapmogelijkheden op stations. Met name op langere afstanden is het belangrijk dat de bus goed aansluit op voor- en natransport, omdat een relatief groter deel van de reizen een (unimodale of multimodale) overstap kennen. Meer in het algemeen is het van belang dat een BRT-verbinding goed ingebed is in het bredere mobiliteitssysteem, en niet een op zichzelf staand systeem wordt. Een onderdeel van een BRT-plan kan zijn om bestaande buslijnen te strekken en via hubs te rijden in plaats van kern naar kern. Dit kan echter alleen slagen als er tegelijk goede vervoerdiensten beschikbaar zijn van BRT-hub tot in de haarvaten. Hierbij valt te denken aan kleinschalig en/of vraagafhankelijk OV, maar ook overstapmogelijkheden op (deel)fiets en auto. Veel BRT-systemen in Nederland (bijvoorbeeld Groningen-Drenthe) en in het buitenland sluiten aan op P+R-terreinen. In Frankrijk is dit bijna een standaardonderdeel van BRT-systemen (o.a. Nantes, Parijs TVM, Rouen, Metz), met overigens zeer wisselend gebruik. In de VS kunnen P+R-voorzieningen zelfs zeer omvangrijk zijn, zoals de Los Angeles Orange Line BRT met meer dan 5.000 parkeerplaatsen verspreid over 9 P+R-terreinen langs de route. In Metz is het Mettis BRT-systeem daarnaast ook aangesloten op uitgiftepunten voor de deelfiets en deelauto.
- 9 Vriendelijk en professioneel personeel in uniform. Gerelateerd aan het eerder genoemde aspect van herkenbaarheid en merkvoering, kan ook het personeel een luxe en gastvrij imago uitstralen. De bus heeft over het afgelopen decennium in het algemeen grote vooruitgang geboekt in imago en klanttevredenheid, maar is in de perceptie doorgaans geen voorkeursmodaliteit (Harms, 2017). Los van objectieve kenmerken zoals frequentie en reistijd kunnen ook deze aspecten van uitstraling een rol spelen om dit beeld te keren.
- 10 Hoge frequentie. Bij spoorgebonden modaliteiten wordt op de zwaarste verbindingssassen toegewerkt naar spoorboekloos reizen. Een BRT-systeem met hoge frequenties kan dit ook bieden. Wat onder hoog verstaan mag worden verschilt per context, in praktijkvoorbeelden zien wij voor BRT-systemen opvolgtijden variërend van 1,5 tot 10 minuten tijdens de spits in de drukste doorsnede van het netwerk, en 15 minuten of langer buiten de spits. Frequentie en reissnelheid zijn communicerende vaten, in de zin dat hoge reissnelheden bij gelijkblijvende exploitatiekosten hogere frequenties mogelijk maken. Hogere frequenties zorgen er ook voor dat reizigers kunnen reizen op tijdstippen die zo dicht mogelijk bij de gewenste vertrek- en aankomsttijden liggen, terwijl reizigers bij lage frequenties eerder of later moeten vertrekken/aankomen dan gewenst. Ongeplande aanpassing van de vertrek- of aankomsttijd telt mee in de ervaring van de reistijd (de gepercipieerde reistijd). Elke minuut aanpassing telt mee met een gewicht dat ongeveer de helft is van de reistijd in het voertuig (Harms et al., 2017).
- 11 Ruime diensttijden. Afhankelijk van de dominante verplaatsingsmotieven kan het belangrijk zijn om ook zeer vroeg en/of zeer laat diensten uit te voeren op BRT-lijnen. Dit krijgt met name aandacht op lijnen waar de BRT als alternatief voor de metro gepresenteerd wordt. De langste diensttijd die we in de case studies zien is Los Angeles Orange Line, die 24-uursdienst draait. De kortste diensttijd is 18 uur en 15 minuten per dag (05:45 's ochtends tot 00:00 's nachts) in Metz. Een typische diensttijd is 05:00-01:30, vergelijkbaar met een metrosysteem.

- 12 **Betrouwbaarheid.** Reizigers wegen vertraging (ten opzichte van de dienstregeling) zeer zwaar in de reistijdwaardering, met een verhoging van de gepercipieerde reistijd van 3 tot 5 keer de weerstand van reistijd in het voertuig (zie Harms et al., 2017, voor een verdere toelichting). Hoge betrouwbaarheid versterkt dus de relatieve aantrekkelijkheid van de bus. De mate waarin betrouwbare reistijden leiden tot kleinere/mindere vertraging is echter afhankelijk van de frequentie. Bij hoge frequenties kan de reiziger namelijk eenvoudigweg de volgende bus nemen als een specifieke bus vertraagd is. Vanuit de reiziger gezien kan betrouwbaarheid verder onderverdeeld worden naar de betrouwbaarheid van de reisduur (duurt de reis altijd even lang als deze volgens de dienstregeling zou moeten zijn, of is dit variabel?) en de betrouwbaarheid van de vertrek- en aankomsttijden (stiptheid). In de praktijk is dit moeilijk te onderscheiden omdat een afwijking in de reisduur ook direct leidt tot een afwijking in vertrek- en/of aankomsttijden. Een reis kan wel de juiste reisduur hebben maar toch een stiptheidsprobleem kennen, als de vertrektijd afwijkt van de dienstregeling maar vervolgens de gemiddelde snelheid wel volgens dienstregeling is.
- 13 **Reiscomfort.** Eerder is al het wachtcomfort genoemd, maar daarnaast is ook het comfort tijdens de reis van belang. De betekenis hiervan verschilt per toepassingsgebied. Voor langere afstanden (interstedelijke BRT) gaat het daarbij vooral om voldoende zitplaatsen met ook voldoende ruimte per zitplaats, en een stoel waarin werken op een laptop mogelijk is. Bij korte afstanden is werken niet relevant en hoeft staan geen groot bezwaar te zijn. Daar gaat comfort meer om laterale beweging (heen en weer schudden in de bocht) en beweging in de rijrichting (frequent en/of hard remmen en optrekken). Los van de betekenis van comfort verschilt ook het relatieve belang van comfort naar toepassingsgebied. Op korte reizen (bijvoorbeeld binnenstedelijk) is de reistijd in het voertuig een relatief beperkt deel van de totale reistijd (die daarnaast ook bestaat uit wachten, instappen en uitstappen), zodat comfort in het voertuig een relatief korter deel van de totale reis beïnvloedt.

Vanuit de overheid/politiek:

- 14 Schone en stille bussen, dat wil zeggen elektrisch, waterstof of onder voorwaarden ook vloeibaar gas (LNG), in plaats van diesel. Binnenstedelijk is dit van belang doordat lokale luchtverontreiniging en geluidsoverlast veel bewoners langs de busroute raakt. En op langere afstanden wordt met name de CO₂-uitstoot hier belangrijk: hier maakt de bus meer kilometers, waardoor lagere uitstoot per kilometer zich vertaalt in grotere CO₂-reducties per voertuig. Bij LNG moet daarbij ook de uitstoot van methaan, een zeer krachtig broeikasgas, bij de winning en transport van gas meegeteld worden. Het aspect duurzaamheid kan overigens, bij de huidige stand van de techniek, op gespannen voet staan met betrouwbaarheid (zie bijvoorbeeld AD, 2019a, over betrouwbaarheidsproblemen bij de eerste generatie elektrische bussen).

Een vorm van nulemissie-busvervoer waar al wel ruime ervaring mee is, is de trolleybus. Wereldwijd rijden er trolleys in 315 steden. Naar verwachting zal veel uitgebreidere toepassing beperkt blijven zowel vanwege de hogere infrastructuur- en exploitatiekosten ten opzichte van andere hoogwaardige bussystemen, als vanwege het esthetische aspect van de aanwezigheid van bovenleidingen (Hidalgo et al 2014). In Nederland rijden elektrische bussen met een bovenleiding, de zogenaamde trolleys, alleen in Arnhem. In het project Trolley 2.0, dat in 2020 afgerond wordt, zullen trolleys ook over een afstand van 10 km zonder bovenleiding kunnen rijden. Het opladen gebeurt tijdens het rijden met bovenleiding. Ook de remenergie wordt in ondergrondse accu's opgeslagen. Dit zogenaamde 'Smart Grid' is een extra toevoeging op het trolleyleidingen-netwerk. Inmiddels is in Zwitserland een trolley die 30 km zonder bovenleiding kan rijden (Gerritsen, 2017). Maar ook met een range van 30 km komt de range van de trolley niet in de buurt van die van de 'gewone' elektrische bus: deze bedraagt ongeveer 70 km (Jacobs, 2019a), maar mogelijk in de toekomst 350 km (Jacobs 2019b).

- 15 Bestuurlijk commitment. Zoals besproken in hoofdstuk 3 hebben spoorgebonden vormen van OV doorgaans een sterker imago dan busvervoer. Dit maakt het, aangenomen dat financiering geen obstakel is, bestuurlijk eenvoudiger om niet voor BRT te kiezen, ook in situaties waar dit de meest geschikte oplossing zou zijn. Met name in de VS, waar vaak op lokaal niveau door middel van verkiezingen de keuze voor of tegen BRT gemaakt moet worden, kan deze beeldvorming het invoeren van BRT-systemen verhinderen. Ook geeft het meer status om bijvoorbeeld een lightrailstelsel achter te laten aan het einde van een politieke ambtstermijn. Om deze verleidingen te weerstaan is een sterk bestuurlijk commitment nodig. Dit commitment is ook nodig om druk te weerstaan om een functionerend BRT-systeem gaandeweg uit te kleden, bijvoorbeeld door het opgeven van een gereserveerde busbaan of het verminderen van de aantal of de kwaliteit van rollend materieel. Zoals besproken is BRT een flexibeler systeem dan rail, wat er voor zorgt dat het handhaven van het hoogwaardige karakter niet wordt afgedwongen door de technische eisen van het systeem zelf, maar meer aan komt op het commitment van de concessieverlener en concessiehouder.

4.2 Verschilt het relatief belang van succesfactoren tussen toepassingsgebieden?

In de literatuur blijft nauwelijks ingegaan te worden op het onderscheid tussen verschillende toepassingsgebieden. In deze paragraaf doen we een poging het relatieve belang van de succesfactoren voor binnenstedelijk en kort interstedelijk BRT met elkaar te vergelijken (lang interstedelijk BRT wordt in het volgende hoofdstuk afzonderlijk besproken).

In tabel 3 staat het onderlinge relatieve belang van de succesfactoren onderverdeeld in binnenstedelijke en interstedelijk BRT kwalitatief aangeduid met *, ** en ***, waarin * het minste belang is en *** het meeste. De tabel kan het best gelezen worden door per succesfactor het relatieve belang voor binnenstedelijk en interstedelijk BRT met elkaar te vergelijken. Met de scores in de tabel wordt niet bedoeld om de ene succesfactor (bijvoorbeeld lage instap) te vergelijken met een andere succesfactor (bijvoorbeeld bekwaam personeel).

Zo is uit de tabel af te lezen dat comfort voor interstedelijk busvervoer belangrijker is dan binnenstedelijk, gezien de langere reistijd en het grotere belang om te kunnen werken in de bus. Het belang van goede communicatie en informatie is voor beide erg belangrijk en scoort daarom gelijk. Een lage instap is voor beide belangrijk, denk bijvoorbeeld aan het snel laten instappen van minder validen of van reizigers met kinderwagens. Bussen met een hoge instap mogen wel harder rijden dan met een lage en dan zou een lage instap voor interstedelijk lager scoren dan binnenstedelijk. En omdat er binnenstedelijk meer haltes zijn, lijkt daar een lage instap hoger te scoren dan interstedelijk. Per saldo scoren binnenstedelijk en interstedelijk gelijk. Wat betreft de milieuvriendelijkheid scoren beide toepassingsgebieden wel even hoog, al is dat om verschillende redenen. Binnenstedelijk zullen milieuvriendelijke bussen vooral een reductie hebben op de emissies van PM10, NO_x en SO₂ en gezien de korte afstanden minder op CO₂. Bij interstedelijke reizen zijn de afstanden langer en is het effect op CO₂ emissies groter. Een hoge frequentie is binnenstedelijk belangrijker dan interstedelijk. De lengte van de dienstperiode is in de stad ook belangrijker dan interstedelijk omdat naar verwachting in de stad meer mensen langer van de bus gebruik zullen maken (bijvoorbeeld na bezoek theater, film etc). De betrouwbaarheid is interstedelijk belangrijker dan binnenstedelijk. Immers bij een hoge binnenstedelijke frequentie komt na een gemiste bus snel weer de volgende. Omdat er binnenstedelijk meer kruisingen zijn dan interstedelijk zal de succesfactor voorrang bij kruisingen binnenstedelijk belangrijker zijn dan interstedelijk. De kaartverkoop op stations en niet in de bus voorkomt wachten in de bus met langer wachten tot gevolg. In het algemeen is dit een succesfactor al speelt dit in Nederland met de OV-chipkaart een minder belangrijke rol. Volledigheidshalve is deze succesfactor toch vermeld. Wanneer sprake is van zware congestie kan een gescheiden busbaan cruciaal zijn, interstedelijk vooral voor het waarborgen van de betrouwbaarheid van de dienstregeling en binnenstedelijk vooral voor een hoge corridorcapaciteit. De aansluiting met andere modaliteiten is interstedelijk belangrijker dan binnenstedelijk omdat binnenstedelijk de haltes zich vaak dicht bij de eindbestemming bevinden.

Tabel 3: Relatief belang van succesfactoren voor binnenstedelijk versus interstedelijk BRT

Succesfactor	Relatief belang binnenstedelijk	Relatief belang interstedelijk	Toelichting
Comfortabele bussen	**	***	Binnen stad kortere reistijden en minder belang comfort.
Communicatie en informatietechnologie. Reisinformatie	***	***	
Lage instap bus	***	***	Leidt tot kortere instaptijden die belangrijker zijn bij hoge frequentie in de stad. In alle gevallen lage instap voor mindervaliden etc. Met lage instap mag bus minder hard rijden.
Herkenbaarheid bus en haltes	**	**	
Milieuvriendelijke bussen	***	***	NO _x , PM ₁₀ en SO ₂ vooral in de stad, CO ₂ vanwege meer kilometers tussen steden.
Bekwaam personeel	**	**	
Hoge frequentie	***	**	Interstedelijk minder frequent want meer mensen binnenstedelijk te vervoeren.
Lengte periode dienstregeling	***	**	Voorla in de avond/nacht: Meer late terugkeer mogelijkheden naar huis in de stad.
Betrouwbaarheid	**	***	Hoge frequentie maakt betrouwbaarheid minder belangrijk, want snel weer volgende bus in de stad.
Vorrang kruisingen	***	**	In de stad meer kruisingen dus groter voordeel voorrang.
Kaartverkoop stations	*	*	Door OV-chip geen belangrijk issue meer.
Gescheiden busbaan	***	***	In de stad voor vergroting capaciteit en tussen steden voor verhoging betrouwbaarheid.
Aansluiting BRT op andere modaliteiten	**	***	Binnen stad zijn haltes vaak (vlakbij) eindbestemming en speelt aansluiting minder.

5 Overige BRT vormen: lang interstedelijk en spooraanvullend

Naast de stedelijke en kort-interstedelijke BRT als spooralternatief werden in hoofdstuk 2 nog twee andere vormen van BRT onderscheiden: de lang-interstedelijke BRT en de BRT als spitsbus (spooraanvullend). Omdat voor deze toepassingsvormen minder gedocumenteerde voorbeelden beschikbaar zijn konden ze niet afzonderlijk in detail behandeld worden in hoofdstuk 3 en 4. In dit hoofdstuk worden beknopt de achtergrond en (potentiële) kenmerken van deze BRT-toepassingsvormen beschreven, en kansen en barrières voor implementatie besproken.

5.1 Lang-interstedelijke BRT

Lange-afstandsbussen bestaan als vervoerproduct in binnen- en buitenland, met de Greyhound in de VS en Flixbus in Europa (sinds kort ook Noord-Amerika) internationaal als bekendste voorbeelden. In het verleden kende Nederland ook een samenhangend landelijk netwerk van interstedelijke bussen onder de concepten Snelreinbus en Interliner. In deze studie beschouwen we deze vormen van busvervoer niet als BRT, met name omdat onduidelijk is in hoeverre zij opgeschaald kunnen worden naar hoge corridorcapaciteiten in een context van toenemende congestie op de hoofdwegen. Maar deze concepten zijn wel interessant als gedeeltelijke voorbeelden van hoe een BRT er op lange interstedelijke lijnen uit zou kunnen zien.

Van 1986 tot 1994 reden zogenaamde snelreinbussen van de Noord-Brabantse vervoerder BBA (later overgenomen door Veolia, waarvan de laatstovergebleven concessie op haar beurt door Connexxion was overgenomen) in samenwerking met de NS op verschillende missing links zoals Breda-Utrecht. Dit concept werd voortgezet en uitgebreid onder de naam Interliner, ditmaal in samenwerking tussen busbedrijf VSN en de NS. Een belangrijke eigenschap van de Interliner was dat vervoerwijzen en kortingsproducten van de NS in de bussen geldig waren. Daarnaast mochten de bussen op bepaalde trajecten op de vluchtstrook rijden om files te ontwijken, en bood het interieur van de bussen een hoger niveau van comfort dan gebruikelijk in andere busconcepten.

Voor vervoer per Interliner mochten exploitanten een hoger tarief stellen dan voor andere buslijnen, op voorwaarde (gesteld door het Ministerie van VenW) dat Interlinerlijnen alleen een bovenliggend net vormden en niet zouden leiden tot het laten vervallen van onderliggende streekbuslijnen, een minimale snelheid haalden van gemiddeld 60 km/u buiten de bebouwde kom, en dat een aanzienlijk deel van de passagiers reistijdwinst geboden kon worden ten opzichte van de trein (Min. IenM, 2004).

Het Interlinerconcept verdween toen met de marktwerking begin jaren '00 busnetwerken in kleinere gebieden uiteenvielen, en regio-overschrijdende lijnen grotendeels verdwenen (Volkskrant, 2003). Min. IenM (2004) stelt dat de aftakeling van het Interlinernetwerk al begon vóór de invoering van marktwerking en de verdeling van het busnetwerk in concessiegebieden, en te maken zou hebben met te hoge kosten van het product voor de reiziger. Daarnaast zouden veel toenmalige Interliner-routes inmiddels problematischer zijn door de toegenomen congestie op de hoofdwegen.

In de periode 2012-2015 gaf het Min. IenM een nieuwe impuls aan het langeafstandsbusvervoer in het project Landelijke Pilot Snelbus. Doel van de pilot was om te onderzoeken of snelbussen een oplossing konden bieden voor de files in de Randstad, door automobilisten in de Randstad te verleiden om de bus te nemen. Een beperkt aantal buslijnen op missing links werd opgewaardeerd of nieuw opgericht, en geld werd geïnvesteerd in marketing om de buslijnen onder de aandacht te brengen. Automobilisten werden via sociale media en door middel van direct marketing benaderd met een probeeraanbod om de bus te nemen in plaats van de auto.

De resultaten van de pilot geven een positief beeld. De bussen lieten een goede bezetting zien, en wisten automobilisten te verleiden de bus te nemen. In de eerste fase van de pilot waren 88% van de passagiers van de snelbus voormalige automobilisten (waarvan 58% unimodale autotrips en 30% ketenreizigers, bijvoorbeeld de combinatie auto+trein via de P&R). En in een latere fase steeg dit tot 100% (waarvan 77% unimodale automobilisten en 23% ketenreizigers auto+OV). De snelbus werd goed gewaardeerd, zowel door voormalige OV-gebruikers als voormalige automobilisten, en bijna de helft van de deelnemers gaf aan ook na de pilot de snelbus te willen blijven gebruiken. Belangrijke succesfactoren waren de succesvolle wervingscampagne en het feit dat de bussen bij files op congestiegevoelige trajecten op de vluchtstrook konden rijden. De conclusie van de pilot was dat de snelbus mogelijk een bijdrage kon leveren aan het verminderen van de filedruk, mits deze de snelbus na de pilot naar een groter schaalniveau opgeschaald kon worden (Goudappel-Coffeng, 2016). Van een zichtbare impact op de filedruk was binnen de periode van het project nog geen sprake (Min IenM, 2016), wat echter voor de hand ligt gezien de beperkte schaal van de pilot. De snelbus heeft na afloop van de pilot geen direct vervolg gekregen. Het daadwerkelijke potentieel van de snelbus om files te verminderen is hiermee onvoldoende onderzocht.

In theorie is de lange-afstands-BRT kansrijk, mits deze voldoende comfort en een voldoende aantrekkelijke relatieve reistijd ten opzichte van de auto biedt om autogebruikers aan te trekken, en mits de reistijd voldoende zeker is. Op missing links in het spoornet zouden hoogwaardige bussen een vergelijkbaar vervoerproduct als de trein kunnen leveren, mits zij op hoge snelheid (100 km/u of meer) kunnen rijden, weinig of niet halteren op tussenliggende locaties, en voldoende comfort bieden. Een (klassiek) voorbeeld van zo'n missing link is het traject Utrecht-Breda. De treinrit via Den Bosch kost op dit moment 56 minuten (met 1 overstap). Op dit moment legt de Brabantliner lijn 401 dit traject af in 77 minuten, met 7 stops onderweg en een gemiddelde snelheid volgens dienstregeling van zo'n 55 km/u. Een recente verkennende studie (BMC, 2019) laat zien dat het mogelijk is de reistijd gelijk te trekken met de huidige reistijd per trein via Den Bosch, met het voordeel dat de overstap vervalt. Tussen de buitenwijken (Utrecht-Zuid naar Breda-Oost) is zelfs een fors kortere reistijd van zo'n 45 minuten denkbaar. Om dit mogelijk te maken zijn echter wel majeure innovaties in voertuigtechniek en laadsystemen nodig, en de aanleg van een vrije busbaan. Momenteel mogen bussen juridisch gezien niet harder rijden dan 100 km/uur. Ook technisch is een hogere snelheid momenteel nog niet mogelijk, dit zou met de huidige stand van de techniek onvoldoende veilig zijn. Het voertuig wordt instabiel bij hoge snelheden, en in het geval van een ongeluk kan de veiligheid onvoldoende gewaarborgd worden. Innovaties om deze problemen op te lossen en snelheden van 120 of zelfs 140 km/uur mogelijk te maken zijn denkbaar, maar vereisen nog een substantiële investering (BMC, 2019).

Recent is een potentieonderzoek uitgevoerd voor de Lelylijn (Lelystad-Groningen, via Emmeloord, Heerenveen en Drachten). Op deze missing link is de haalbare snelheid een nog prominenter aandachtspunt gezien de langere afstand van het traject (circa 130 kilometer). De studie rekent met een hoogwaardige snelwegbus die, vanwege de beperkte congestie op het traject, geen vrije busbaan nodig heeft. Met een maximumsnelheid van 100 km/uur en een gemiddelde snelheid volgens dienstregeling van circa 90 km/uur kan een BRT-bus hier dezelfde reistijd bieden als de trein, die een minder directe route rijdt. De bus vult het treinnetwerk aan door steden zoals met name Drachten beter aan te sluiten op het landelijke OV-netwerk.

Het onderzoek concludeert dat vanwege het uitblijven van reistijdswinst de bus geen oplossing is voor het versnellen van de verbinding Lelystad-Groningen, maar dat op regionale lijnen wel kansen voor hoogwaardige (snelweg)bussen kunnen bestaan. Hogere snelheden acht het onderzoek juridisch en technisch te kostbaar en risicovol om op voorzienbare tijd te implementeren (Studio Bereikbaar et al., 2020).

Tot slot is de missing link Leeuwarden-Alkmaar over de Afsluitdijk nog relevant om hier te noemen. In theorie zou dit per hogesnelheidsbus bij een gemiddelde snelheid van 100 km/u in 65 minuten afgelegd worden, versus 2 uur en 38 minuten per trein. Dit verschil komt natuurlijk vooral doordat de trein niet over de Afsluitdijk rijdt. De huidige buslijn 350 van Arriva legt de afstand in 1 uur en 53 minuten af, met 13 stops onderweg en een gemiddelde snelheid volgens dienstregeling van zo'n 58 km/u. Een vermindering van het aantal stops zou de reistijd kunnen verkorten.

De ervaringen met de Interliner en de latere Pilot Snelbus laten zien dat het mogelijk is een lange-afstandsbus te bieden die comfortabel is, en automobilisten op congestiegevoelige trajecten uit de auto kan krijgen. Het is onbekend of het concept ook voldoende opgeschaald kan worden tot een BRT-systeem met substantiële rol in het mobiliteitssysteem. Hiervoor moet het systeem bij dezelfde comfort en reistijdzekerheid een hogere corridorcapaciteit kunnen bieden dan de eerdere Interliners.

Aan het concept van de lange-afstands-BRT kleven echter enkele praktische bezwaren. Een in Nederland gebruikelijke grens voor het aantal bussen dat veilig over de vluchtstrook kan rijden is maximaal 30 bussen per uur. Dit kan verder alleen als de vluchtstrook voldoende breed is en er veilige oplossingen zijn om op- en afritten van de snelweg te passeren. Als uitbreiding van de vluchtstrook nodig is of speciale oplossingen voor op- en afritten (bijvoorbeeld met een fly-over) dan stijgen de kosten van de snelwegbus navenant. Ook als deze uitdagingen opgelost zijn, blijft de rijsnelheid van de bus op de vluchtstrook beperkt. Deze snelheid is wettelijk beperkt tot 50 km/u bij normale rijsnelheden op de overige rijbanen, en tot 20 km/u als het verkeer op de overige rijbanen stil staat (Rijkswaterstaat, 2015). In vergelijking met stilstaan in de file zijn deze beperkte snelheden overigens wel een grote verbetering, en zodra de file gepasseerd is kan de bus weer terug naar de rijbaan en op normale snelheid rijden.

Een bussysteem met hogere aantallen voertuigen per dag en/of hogere snelheden vereist een vrije busbaan, tenzij de doorstroming in gemengd verkeer structureel gegarandeerd kan worden. Dit neemt het kostenvoordeel van BRT ten opzichte van de trein vermoedelijk voor een aanzienlijk deel weg, en vermindert bovendien de implementatiesnelheid en mate van flexibiliteit van het BRT-systeem. In hoeverre er in dat geval nog steeds sprake is van een substantieel kostenvoordeel voor de BRT zou verder onderzocht moeten worden. De verkenning Breda-Utrecht komt tot een raming in de orde van zo'n 3 miljard euro voor het hele traject, oftewel zo'n 44 miljoen euro per kilometer. Dit is slechts een globale eerste schets waarbij belangrijke kostenposten (risicovoorziening en ondergrondse infrastructuur) zijn weggelaten, en de succesvolle introductie van majeure innovaties voor gegeven verondersteld moet worden. Een minder kostbare variant waarbij met lagere snelheden gereden wordt en slechts op enkele knelpunten een vrije busbaan aangelegd wordt komt uit op zo'n 850 miljoen euro, of ongeveer 12 miljoen euro per kilometer (BMC, 2019). Ter vergelijking, in 2010 werden de kosten voor een nieuwe spoorlijn op het traject Breda-Utrecht door Decisio (2010) geschat op zo'n 3,6 miljard euro (in 2020 zou dit 4,2 miljard euro zijn na correctie voor inflatie), oftewel zo'n 48 miljoen euro per kilometer (56 miljoen euro in 2020). Bij het vergelijken van deze kostenramingen is voorzichtigheid geboden gezien de hogere mate van onzekerheid met name in de kostenschatting van de BRT-opties.

De VS biedt verschillende voorbeelden van snelwegbussen. In Chicago, Seattle en Washington DC wordt met bussen op de vluchtstrook gereden. Hiervoor moest de vluchtstrook opgewaardeerd worden, wat in het geval van Chicago (buslijn 855) ongeveer 350.000 euro per km kostte. Deze buslijn leidt van het centrum naar de stadstrand over een traject van ongeveer 65 km, met een gemiddelde reissnelheid over het hele traject van circa 67 km/u. Sinds het toestaan van rijden op de vluchtstrook verbeterde het gebruik en de betrouwbaarheid van de reistijden aanmerkelijk (Litman, 2016).

Voorbeelden van snelwegbussen die over een eigen busbaan rijden zijn ook internationaal zeldzaam, vanwege de hoge investeringskosten. Een manier om de kosten te drukken is om aansluiting te zoeken bij andere beleidsdoelen, en de vrije busbaan ook door andere doelgroepen gebruikt te laten worden. Op deze manier worden de kosten voor de busbaan gedeeld met andere gebruiksdoelen. Zo zijn er in de VS voorbeelden van snelwegbussen die rijden over een carpoolstrook (in het Engels High Occupancy Vehicle of HOV lane), en hun vrije baan dus delen met andere voertuigen met een bepaald minimum aantal inzittenden. Als dit minimum hoog gelegd wordt (bijvoorbeeld 4 of meer) dan wordt het in de praktijk min of meer een vrije busbaan waar slechts enkele andere voertuigen over rijden. Echter als de minimale bezettingsgraad te laag gesteld wordt (bijvoorbeeld 2 of meer), kan de carpoolstrook te druk worden om op hoge snelheid en met hoge betrouwbaarheid met BRT-bussen over te rijden. Een variant is de tolstrook (High Occupancy Toll of HOT-lane), waarbij voertuigen met te lage bezettingsgraad na betaling van een tol alsnog gebruik mogen maken van de carpoolstrook. In dat geval kan ook een te lage tol zorgen voor te hoge verkeersdruk.

De snelwegbus op een gedeelde rijbaan is dus een mogelijk kansrijke maar ook kwetsbare oplossing. Litman (2016) noemt de carpoolstrook in Seattle (op de Interstate 5) als negatief voorbeeld: de minimale bezettingsgraad van voertuigen is onder politieke druk te laag gesteld, gegeven de vervoersvraag, met als consequentie dat bussen ook op de carpoolstrook nog in de file staan. In Oslo mochten elektrische voertuigen tot enkele jaren geleden over de busbanen rijden, wat tot opstoppingen leidde naarmate het aantal elektrische voertuigen toenam. Inmiddels mogen elektrische voertuigen alleen nog op de busbanen rijden als er gecarpoold wordt (AD, 2019b). In Nederland wordt niet met elektrische personenauto's op busbanen gereden, maar in zeven steden waaronder Amsterdam, Rotterdam en Utrecht wordt wel geëxperimenteerd met het toestaan van lichte elektrische vrachtvoertuigen (LEV's) op busbanen (RoyalHaskoningDHV, 2020). Per 2025 moeten alle (middel)grote Nederlandse steden voldoen aan de eisen van de Zero Emissie Zones Stadslogistiek, en één oplossingsrichting daarbij is om vrachtwagens bij distributiecentra aan de stadstrand op te vangen en met kleine elektrische voertuigen de laatste kilometers naar de eindbestemmingen in de binnenstad te rijden. Hierbij kan het vermoedelijk over zeer grote aantallen voertuigen gaan: om 10-15% van de huidige stedelijke distributie op te vangen zouden in steden als Amsterdam en Rotterdam al 3.000 à 4.000 LEV's nodig zijn (Ploos van Amstel et al., 2018), die mogelijk meerdere keren per dag de stad in en uit zullen rijden. Als een deel van deze logistieke stroom over busbanen gaat lopen is de vraag of de vrije doorstroom voor de bus gewaarborgd kan worden. Het dubbelgebruik van busbanen door LEV's zal overigens vooral bij binnenstedelijke en kort-interstedelijke lijnen spelen, er zijn geen voorbeelden bekend van lange interstedelijke busbanen die met vrachtvoertuigen gedeeld worden.

Het is kortom dus mogelijk om lange interstedelijke buslijnen op (deels) vrije banen te laten rijden, als hiervoor de investeringsmiddelen gemobiliseerd kunnen worden. Gedeeld gebruik van busbanen kan het mobiliseren van financiering mogelijk een impuls geven, maar dan ontstaat de uitdaging om dit dubbelgebruik zo te beperken dat de doorstroming van de bus niet in gevaar komt. Dit laatste vereist een sterk politiek commitment.

Wanneer het initiatief voor snelwegbusvervoer vanuit een commerciële, niet-geconcessioneerde lange-afstandsbusvervoerder komt (bijvoorbeeld Flixbus of BlaBlaBus), speelt in aanvulling op het vorige probleem nog een aanvullende uitdaging. Deze sector opereert momenteel in Nederland in een status aparte zonder integratie met vaste lijndiensten. Een van de consequenties hiervan is dat buslijnen snel opgezet maar ook weer snel stopgezet kunnen worden, terwijl zaken als routing, haltering en frequentie in het geval van concessies juist meerjarig vastgelegd worden. De flexibiliteit van dit lange-afstandsbusvervoer maakt het problematisch om speciale faciliteiten op te zetten, zoals halteplaatsen met voldoende capaciteit (De Ridder en Smid, 2019) en brede vluchtstroken of vrije busbanen. Voor zulke grootschalige investeringen is een bepaalde garantie nodig dat deze op de langere duur efficiënt gebruikt zullen worden. Dus los van de vraag of dergelijke grote investeringen haalbaar zijn, is het de vraag of ze maatschappelijk wenselijk zijn gezien het risico dat de ontwikkelde faciliteiten onvoldoende gebruikt worden.

5.2 Spooraanvullende BRT

Los van het idee van lang interstedelijk busvervoer, kan de bus ook ingezet worden om tijdens de treinspits aanvullende capaciteit te bieden op overbelaste treinverbindingen. De NS heeft hier tussen 29 augustus 2016 en 18 november 2016 kortstondig mee geëxperimenteerd. Hierbij werd alleen op lange interstedelijke trajecten gereden, waardoor de voorgaande discussie over lange-afstandsbusvervoer ook grotendeels op de spitsbussen van toepassing is. De vier routes waar NS spitsbussen op reden waren Den Bosch-Utrecht Uithof, Veghel-Utrecht CS, Waalwijk-Utrecht CS en Castricum-Amsterdam Zuid, waarbij alleen in de drukste richting op werkdagen gereden werd (Omroep Brabant, 2016). De aanleiding voor de proef was een tijdelijk materieeltekort bij de NS. Ondanks dat routes gekozen werden waar de reistijd per bus competitief kon zijn met de trein, wisten de spitsbussen nauwelijks reizigers te trekken (Treinreiziger.nl, 2016). Volgens Rover kwam dit, in ieder geval bij spitsbuslijn Castricum-Amsterdam Zuid, doordat de bussen vast kwamen te zitten in files op het hoofdwegennet, waardoor de feitelijke reistijd veel langer en minder betrouwbaar uitviel dan bij de trein (Rover, 2016).

Een eerste uitdaging voor de spitsbus is dus dat congestie op de snelwegen kan leiden tot relatief lange en onbetrouwbare reistijden. Oplossingen zoals rijden op een verbrede vluchtstrook of zelfs op een vrije busbaan, zijn kostbaar. Een spitsbus rijdt echter maar één of enkele keren per dag. De investeringskosten per passagier zouden hierdoor waarschijnlijk onredelijk hoog zijn, tenzij de vrije baan ook op andere manieren los van de spitsbus gebruikt wordt. Een tweede uitdaging is dat het voor (potentiële) passagiers moeilijk kan zijn om de spitsbus op te nemen in hun reispatroon. Een dienst die maar zeer zelden beschikbaar is, wordt minder snel opgemerkt door potentiële reizigers en vereist dat reizigers zich verdiepen in de specifieke vertrektijden van deze dienst in plaats van min of meer spoorboekloos te vertrouwen dat er een dienst beschikbaar is wanneer men wil vertrekken. Als de spitsbus vertrekt van een andere locatie dan de trein lopen reizigers bovendien het risico dat zij veel extra reistijd hebben mochten ze de ene beschikbare dienst gemist hebben. Al met al lijkt het niet verwonderlijk dat de spitsbus tijdens de proef in 2016 weinig reizigers trok, al is het mogelijk dat door leereffecten het gebruik door de tijd heen zou toenemen.

Resumerend is het mogelijk om lange interstedelijke buslijnen over snelwegen te laten rijden, als vaste lijndienst maar ook als spitsbus. Op filegevoelige trajecten vereist dit echter wel speciale oplossingen zoals bus op de vluchtstrook, een carpoolstrook of een speciale busbaan. Om een dergelijk systeem op BRT-niveau uit te voeren zijn aanzienlijke investeringen nodig. Des te hoger het kwaliteitsniveau, des te meer de interstedelijke bus op spoorgebonden modaliteiten zal lijken, qua prestaties maar ook qua kostenplaatje. In het geval van spooraanvullende (spits)bussen lijkt het niet waarschijnlijk dat dergelijke grootschalige investeringen door voldoende intensief gebruik terugverdiend kunnen worden.

6 Conclusies

Samenvatting

De bus heeft in de beeldvorming traditioneel een nauw afgebakend toepassingsgebied. Het staat daarbij in een hiërarchische relatie tot tram, metro en trein. Deze beeldvorming is met het concept van de Bus Rapid Transit aan het veranderen. BRT gaat verder dan alleen het opwaarderen van de reguliere bus. Het is onderdeel van de trend van transit fusion, het samensmelten van de beste eigenschappen van verschillende OV-modaliteiten tot een nieuwe modaliteit die in specifieke toepassingsgebieden betere prestaties kan bieden dan bestaande modaliteiten en zo een aantrekkelijker alternatief voor de auto kan bieden. In dit rapport definiëren we BRT als een bussysteem waarbij met hoge frequentie en snelheid gereden wordt, dat betrouwbare reistijden combineert met hoge corridorcapaciteit, dat comfort biedt, en goed herkenbaar is als hoogwaardig vervoerproduct. De hier gehanteerde definitie van BRT staat los van technische specificaties, en legt de focus puur op gewenste uitkomsten. Welke technische keuzes nodig zijn om die uitkomsten te bereiken verschilt per systeemrol en lokale context.

Het BRT concept is toepasbaar in binnenstedelijk gebied, kan ingezet worden op korte interstedelijke lijnen die centrum en/of buitenwijk verbinden met andere kernen, en mogelijk ook op langere interstedelijke lijnen waar het verschillende (buitenwijken van) steden met elkaar verbindt. De bus kan in BRT-uitvoering vergelijkbare systeemkenmerken bieden als de tram en in bepaalde gevallen zelfs de kenmerken van metro en regionaal spoor benaderen. Hierbij valt te denken aan corridorcapaciteit en de relatieve reistijd ten opzichte van spoorgebonden OV, maar ook aan verschillende aspecten van reiscomfort. Omdat de ontwikkeling van batterijen voor elektrische bussen de actieradius van een bus steeds groter maakt, hoeft de BRT ook op het gebied van duurzaamheid niet onder te doen voor tram, lightrail, metro en trein. Mogelijk kan BRT ook de structurerende werking bieden van spoorgebonden OV, al is hier meer onderzoek voor nodig in de vorm van case studies of econometrische modellering.

BRT onderscheidt zich op een aantal aspecten van spoor. Het is flexibeler in aanleg en exploitatie, en past daardoor in een strategie van adaptief programmeren. Dit in tegenstelling tot spoorgebonden OV, dat pas functioneert wanneer het hele systeem compleet en op hetzelfde kwaliteitsniveau aangelegd is. BRT kan ook sneller geïmplementeerd worden, waardoor het eerder vervoerbaten genereert en (met name in een zeer dynamische omgeving) na voltooiing mogelijk ook beter aansluit op de vervoervraag. Des te complexer het BRT-systeem (denk aan kunstwerken en vrije busbanen), des te langer het implementatieproces. Verder heeft een BRT-lijn bij dezelfde corridorcapaciteit doorgaans een groter aantal voertuigen nodig dan een gelijkwaardig spoorgebonden alternatief zoals light-rail. Dit kan een nadeel zijn doordat kruisend verkeer meer gehinderd wordt, maar vanuit de reiziger gezien betekent het een hogere frequentie en een kortere wachttijd. Het aantal voertuigen kan mogelijk ook andere consequenties hebben, zoals de benodigde stallingsruimte en onderhoudskosten (negatief) en de robuustheid van het systeem (positief). Verder onderzoek zou dit verder kunnen verkennen.

In principe is een BRT-verbinding goedkoper dan spoorgebonden OV, al is hier voor de Nederlandse context nog geen specifieke kostenverhouding voor bekend. Als de BRT echter qua systeemkenmerken het spoor moet benaderen, nemen de investeringskosten en mogelijk ook de exploitatiekosten toe. Hiervoor is in veel gevallen namelijk een vrije busbaan nodig, om te zorgen dat de bussen ondanks de toegenomen congestie op de wegen nog steeds snelle en betrouwbare diensten kunnen bieden. In hoeverre een volledig equivalent BRT-systeem voordeliger is dan spoorgebonden oplossingen zou verder onderzocht moeten worden. Met name bij lange interstedelijke BRT-lijnen kunnen de kosten in het geval een vrije busbaan langs de snelweg over (bijna) de gehele lengte nodig is vermoedelijk behoorlijk toenemen.

Dit vereist dan namelijk in de lichtste variant een opwaardering van de vluchtstrook (waarop dan tussen de 20 en 50 km/u gereden mag worden), en in de zwaardere variant (voor hogere snelheden dan 50 km/u) een volledig nieuwe busbaan. Of de baten hiervan de lasten rechtvaardigen is een situatiespecifieke vraag die met behulp van een MKBA beantwoord kan worden. Ook in het geval van gelijke totale investeringskosten, zou BRT mogelijk eenvoudiger te financieren zijn gezien de mogelijkheid om BRT gefaseerd te ontwikkelen. De kosten van een vrije busbaan kunnen ook behapbaarder worden als de busbaan ook voor andere doeleinden gebruikt wordt, zoals carpoolen en nulemissie logistiek. De uitdaging is dan echter wel om te bewaken dat de busbaan niet zó intensief gebruikt wordt dat het voordeel van vrije doorstroming in gevaar komt. Dit vereist harde, langlopende afspraken, en ervaringen in de VS laten zien dat dit bestuurlijk erg uitdagend kan zijn. Wanneer dit overwogen wordt is verder onderzoek nodig om vast te stellen welke vormen en intensiteiten van medegebruik van busbanen gecombineerd kunnen worden met een goed presterende BRT-lijn.

De belangrijkste succesfactor voor zowel binnenstedelijke als kort interstedelijke BRT is om, waar nodig, over een gescheiden busbaan te kunnen rijden met prioritering op kruispunten. Daarnaast zijn ook real-time reisinformatie, herkenbaarheid van het vervoerproduct, duurzaamheid van het rijdend materieel, representatief personeel en bestuurlijk commitment van belang. Er zijn ook verschillen tussen binnenstedelijk en kort interstedelijk BRT-vervoer in het relatief belang van succesfactoren. Voor binnenstedelijk BRT zijn frequentie en de lengte van de dagelijkse dienstregeling relatief belangrijk, voor kort interstedelijk vervoer zijn dat comfort, betrouwbaarheid van de dienstregeling en aansluiting op andere modaliteiten. Voor alle BRT-toepassingen is het overigens cruciaal om een duidelijke visie te hebben over de plaats van de BRT in het bredere mobiliteitssysteem, en het niet als een op zichzelf staand systeem te zien. Hierbij gaat het om de aansluiting op voor en natransport van BRT-haltes tot in de haarvaten (fietsenstalling, deelmobiliteit, vraaggestuurd OV), maar ook om de rol van BRT binnen het bredere openbaar vervoersysteem.

BRT kan in verschillende rollen ingezet worden, namelijk als tijdelijk alternatief in aanloop naar een spoorgebonden modaliteit, als permanent alternatief, en als aanvulling op de trein om extra capaciteit tijdens de spits te bieden. Tijdelijk kan een BRT een geschikte oplossing zijn als ingeschat wordt dat na verloop van tijd het aantal passagiers zo groot zal worden, dat overgegaan moet worden op spoor (bijvoorbeeld uitbreiding van een nieuwbouwwijk: eerst de bewoners een BRT aan bieden en na afbouw van de totale wijk de BRT omzetten in een LRT). Echter als het voornemen om BRT later op te waarderen naar spoor vervolgens niet uitgevoerd wordt, dan kan dit kostenverhogend uitwerken door investeringen in zwaardere grondwerken en uitsparingen voor bredere bochttrials dan BRT nodig heeft. Uit deze studie blijkt overigens dat BRT qua capaciteit en andere systeemkenmerken zeer ver 'opgerekt' kan worden, tot op het punt dat het grotendeels vergelijkbaar presteert met spoorgebonden OV. Dit maakt het minder noodzakelijk om bij groeiende vervoersvraag later alsnog over te gaan op spoor, en maakt BRT dus ook kansrijk als permanent alternatief voor het aanleggen van een nieuwe spoorverbinding. Het gebruik van het woord 'alternatief' suggereert overigens niet dat met de komst van BRT het spoorstelsel volledig overbodig wordt. BRT is juist vooral kansrijk op missing links waar een gat bestaat in het spoorgebonden OV-netwerk, en waar het toevoegen van een BRT-lijn het OV-systeem als geheel dus completer maakt. De afweging tussen spoor en BRT speelt in de praktijk vooral daar waar nog geen bestaande spoorlijn ligt.

In plaats van als alternatief voor spoor kan de BRT-bus ook een aanvulling op spoorgebonden OV zijn. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een spitsbus die overvraag op het spoor tijdens de spits afvangt. Deze rol lijkt echter problematisch. De belangrijkste toepassing ligt vermoedelijk op lange interstedelijke lijnen, waar de tot nu toe uitgevoerde experimenten voor spitsbussen zich ook op toelekken. Er is op dergelijke lijnen echter een oplossing nodig voor congestie op het hoofdwegenet (vrije busbaan of opwaardering van de vluchtstrook), wat vermoedelijk te kostbaar is voor een spitsbus die slechts één of enkele diensten per dag maakt.

Discussie

De bevindingen van deze studie laten vooral zien dat BRT zeer divers is qua systeemkenmerken en mogelijke toepassingsgebieden. Op het ene uiterste kan het, wanneer congestie op de wegen geen ernstig probleem vormt, zonder speciale infrastructuur een voordelig maar hoogwaardig vervoerproduct leveren. Het is dan een snelle en zeer flexibele oplossing, maar mist dan de structurerende werking die geassocieerd wordt met spoor. Op het andere uiterste kan BRT ook met een eigen, vaste infrastructuur werken, bestaande uit een vrije busbaan, prioritering of overwegbeveiliging op kruispunten en/of kunstwerken voor ongelijkvloerse kruising, speciale haltes voor snellere haltering, mechanische en/of optische geleiding, brede vluchtstrook met oplossing voor in/uitvoegstroken etc. In dat geval zal BRT qua (beperkte) mate van flexibiliteit meer op spoorgebonden OV lijken, maar in ruil voor het opgeven van flexibiliteit krijgt de BRT dan wel weer een sterkere structurerende werking terug. Voor vervoerssystemen geldt in het algemeen dat er een afruil bestaat tussen flexibiliteit en structurerende werking, en BRT-concepten geven een beleidsknop om binnen deze afruil tussenoplossingen te kiezen, in plaats van alleen te kunnen kiezen tussen de uitersten van reguliere bus versus spoor.

Ook wat betreft de gebruikte voertuigen kan BRT heel diverse vormen aannemen. Belangrijke systeemkenmerken van BRT, met name de corridorcapaciteit en de betrouwbare en korte reistijd, kunnen behaald worden zonder speciale voertuigen. Zo wordt in ontwikkelingslanden vaak met reguliere stadsbussen gereden op busbanen, en ontstaan de gewenste prestatiekenmerken vooral door het grote aantal ingezette bussen en de gegarandeerde filevrije doorgang. In westerse voorbeelden van BRT worden wel doorgaans hoogwaardige voertuigen gebruikt. Dubbel gearticuleerde bussen en dubbeldekkers kunnen de corridorcapaciteit en/of de zitruimte per passagier vergroten, en bussen met optische of fysieke geleiding kunnen het rijcomfort verhogen en het halteren versnellen. De Chinese ART (Autonomous Rail Transit) is momenteel een van de meest geavanceerde voorbeelden hiervan, en biedt door middel van optische geleiding, een hoge mate van voertuigautonomie en het ontwerp van een ‘tram op banden’, hetzelfde rijcomfort als een moderne sprinter of lightrail. Dergelijke technisch complexe voertuigen bleken in het verleden overigens storingsgevoelig, en de ART moet zich nog in de praktijk bewijzen. Een andere uitdaging ligt in de voertuigen voor lange interstedelijke lijnen, waar hogere snelheden dan het huidige wettelijke maximum van 100 km/uur nodig zouden zijn om de reistijd van spoor te evenaren. BRT-voertuigen die veilig met 120-140 km/uur kunnen rijden bestaan nog niet, en vereisen de nodige technische innovatie. Deze uitdaging speelt al voor binnenlandse trajecten zoals Breda-Utrecht, en zou nog meer centraal staan als BRT ook op lange internationale lijnen ingezet zou worden. Een maximum-snelheid in de orde van 100-110 km/uur zou op dergelijke lange afstanden mogelijk onvoldoende zijn om aantrekkelijke reistijden te kunnen bieden.

BRT is voor Nederland een relatief nieuwe mobiliteitsoplossing. Met name op langere afstanden en in de rol van spooraanvullend spitsvervoer is ook internationaal weinig vergelijkingsmateriaal beschikbaar. Onderzoeksvragen 6 en 7, die respectievelijk vragen naar de implementatiekansen in Nederland in het algemeen en de mogelijkheden voor de verschillende toepassingsvormen (tijdelijk of permanent alternatief voor spoor, of spooraanvullend spitsvervoer) in het bijzonder, konden daardoor slechts op hoofdlijnen beantwoord worden. Het rapport identificeert geen specifieke lijnen waarop in Nederland BRT kansrijk geacht wordt, maar geeft wel handvatten voor als zo'n keuze gemaakt moet worden. Hiervoor is nog wel aanvullende kennis nodig.

Om kansen voor BRT te kunnen bepalen is het belangrijk te onderzoeken hoe maatschappelijke kosten-batenanalyses om kunnen gaan met BRT-projecten. Bij de keuze voor een BRT ten opzichte van enerzijds een reguliere bus of anderzijds een spoorgebonden alternatief spelen verschillende systeemkenmerken een rol, die soms complex zijn om te kwantificeren. Ten opzichte van regulier busvervoer zijn naast de corridorcapaciteit (die eenvoudig te kwantificeren is) ook reiscomfort en betrouwbaarheid van de reistijd belangrijke keuzefactoren. Comfort kan gewaardeerd worden, bijvoorbeeld door een hogere reizigersvraag te modelleren in het geval van BRT of door de reistijdwaardering aan te passen.

Betrouwbaarheid van de reistijd kan ook gekwantificeerd worden (zie bijvoorbeeld Van Leusden en Van Oort, 2011), maar dit vraagt wel om een nulalternatief waarin alle logistieke maatregelen voor het verbeteren van betrouwbaarheid verwerkt zijn (Rienstra, 2011).

In de vergelijking tussen BRT en spoor ligt de complexiteit in het kwantificeren van welvaartseffecten gerelateerd aan flexibiliteit en snelheid van implementatie. BRT is, meer dan bijvoorbeeld lightrail, geschikt voor stapsgewijze uitrol en adaptief programmeren. Dit voordeel kan meegewogen worden in een MKBA door verschillende toekomstscenario's door te rekenen en vast te stellen in hoeverre BRT gemiddeld over deze verschillende scenario's tot een betere aansluiting op de vervoersvraag leidt dan een spoorgebonden alternatief. De snelheid van implementatie kan standaard meegeteld worden door de vervoersbaten eerder in te laten gaan dan bij een spoorgebonden alternatief, maar zoals besproken kan een snellere implementatie ook leiden tot een betere match tussen vervoersaanbod en vervoersvraag. Dit effect wordt momenteel niet meegenomen in MKBA's. Kort gezegd gaat het bij BRT om een nieuw type projecten, waardoor een kritische blik op het instrumentarium nodig kan zijn om alle voor deze nieuwe modaliteit relevante welvaartseffecten goed mee te kunnen nemen.

Uiteindelijk is de inzet dat het toevoegen van BRT-lijnen het OV-systeem als geheel versterkt, en het een aantrekkelijker alternatief wordt voor de auto. Ervaringen uit het verleden, met name met het Interliner-netwerk en met de Landelijke Pilot Snelbus, laten zien dat bussen met aantrekkelijke reistijden en voldoende comfort in staat zijn om op relevante vervoersrelaties automobilisten te verleiden om naar OV over te stappen. Bij de Interliner was hierbij ook belangrijk dat reizigers hun NS-reisproducten ook in de snelbus konden gebruiken. Een belangrijke vraag voor verder onderzoek en experimenteren is of de bus ook op grotere schaal automobilisten uit de file kan halen. De resultaten van de pilot snelbus stemmen hoopvol, maar geven geen informatie over de opschaalbaarheid.

Summary

Bus Rapid Transit (BRT) is a concept for high quality bus transport that is increasingly being implemented worldwide. BRT systems operate at high frequencies and speeds, combining reliable trip times with high corridor capacity; moreover, they offer passenger comfort and are immediately recognisable as a high quality transport product. Given these features, BRT buses will potentially play greater roles in mobility systems than conventional buses. This study examines the Bus Rapid Transit concept, determining whether a more widespread use of BRT buses in the Netherlands is more promising now than previously, as supplements to rail-related public transport (PT) or alternatives to constructing new trains, light rails or metro connections.

As various literature studies and national and international case studies revealed, BRT is suitable for inner city areas; it can be deployed for short intercity lines connecting city centres and/or suburban areas with other destinations, as well as potentially for longer intercity lines connecting various (suburbs of) cities. BRT buses have similar system features to trams; moreover, in some instances, they even approach the features of metros and regional railways, particularly in terms of corridor capacity, relative trip times compared to rail-related PT, travel comfort and sustainability. Recent experiences – like the Landelijk Pilot Snelbus (National Rapid-Bus Pilot) project – suggest that high quality bus concepts can persuade motorists to abandon their cars, which will help reduce congestion on the road network. However, whether BRT can also provide the same structuring effect as rail-related PT is a question requiring further research.

Certain aspects of BRT differ from rail: it is more flexible to set up and operate, and hence compatible with adaptive programming strategies; it can be more quickly implemented, it is thus quicker to generate transport benefits; and, after completion, BRT is potentially better able to satisfy transport demand (especially in highly dynamic environments). The more complex the BRT system (think of facilities, dedicated bus lanes and special vehicles), the longer the implementation process. Compared to rail-related systems, BRT achieves its corridor capacity via larger numbers of vehicles, which has advantages (robustness, maximum trip frequency) and disadvantages (hindrance for crossing traffic, parking spaces and maintenance costs).

A BRT line is in principle less expensive than rail-related PT; however, if BRT must approach rail in terms of system features, the subsequent investment costs and operating costs will likely increase. BRT in many instances requires dedicated bus lanes and other special infrastructure, which will particularly increase the costs associated with long, intercity BRT routes. These costs are a potential deterrent if BRT buses are to be used solely during peak periods to cover over-demand for trains. One option is to share the expense of dedicated bus lanes with other usage objectives, like carpooling, zero-emission vehicles and urban freight distribution. However, effective, long-term agreements are needed to ensure BRT buses operate fluidly.

This study identified the key factors for successful implementation in each area of application. The study concluded by identifying various questions for further research, including those pertaining to technological feasibility (for buses with maximum speeds over 100 km/h, for example) and financial feasibility. It is a challenge to completely include all of BRT's various features in SCBAs; moreover, in order to properly evaluate BRT's social welfare effects, the instrumentation must be critically assessed.

Bijlage A

Data BRT cases

In de onderstaande tabel staan enkele systeemkenmerken van een aantal BRT-systemen geordend naar stad. De steden zijn gekozen als voorbeeld voor elk van de drie categorieën binnenstedelijk, kort interstedelijk en lang interstedelijk (zie figuur 1 in hoofdstuk 2). Daarnaast is gekozen voor steden die enigszins vergelijkbaar zijn met Nederlandse steden.

De meeste gegevens komen uit :

- <https://brtdata.org/>
- COST (2011)
- Wikipedia

Een belangrijke opmerking hierbij is dat data uit verschillende jaren is samengevoegd, omdat vergelijkbare data uit één jaar onvoldoende beschikbaar was. Met name de corridorcapaciteit (capaciteit reizigers/dag) is sterk aan verandering onderhevig, en moet hier dus als een momentopname beschouwd worden die een indicatie van orde grootte geeft. Hetzelfde geldt voor de gemiddelde snelheid op het traject. Voor de opvolgtijd is, voor zover beschikbaar, de tijd volgens de dienstregeling voor doordeweekse dagen aangehouden. Vaak verschilt de frequentie op verschillende delen van het netwerk, in dat geval is de frequentie op het drukste segment van het netwerk aangehouden.

Stad	Binnen-/interstedelijk	Omschrijving	Capaciteit reizigers/dag	Investeringskosten aanleg mln €/km	Gemiddelde snelheid km/u	Frequentie (opvolgtijd)
Utrecht	Binnenstedelijk	Lijn 11/12 (voormalig)	39.000/dag	2	nb	2-20 min
Almere	Binnenstedelijk	Maxx – lijn 1 (overgegaan in Allgo)	16.000/dag	nb	24	6-30 min
Caen	Binnenstedelijk	TVR lijn A/B (voormalig)	42.000/dag	13,6	18,5	3,5-5 min
Hamburg	Binnenstedelijk	Metrobus	60.000/dag	0,14	15,9	3-10 min
Nantes	Binnenstedelijk	Busway lijn 4	26.000/dag	7,4	21-23	3-7 min
Nancy	Binnenstedelijk	TVR lijn 1	45.000/dag	16,9	15,2	5 min
Los Angeles	Binnenstedelijk	Orange line (Metro Busway)	circa 22.500-32.000/dag	circa 36	32	5-10 min
Zürich	Binnenstedelijk	Trolleybus lijn 31	14.000/dag	nb	19	7,5 min
Amsterdam	Kort interstedelijk	Rnet-lijn 300 (voorheen Zuidtangent)	40.000/dag	6,15	nb	6-10 min
Cambridge	Kort interstedelijk	Cambridgeshire Guided Busway	12.000/dag	4,0	60 -90	5 min
Jönköping	Kort interstedelijk	City Bus	18.000/dag	0,26	21-23	10-30 min
Parijs	Kort interstedelijk	TVM (Trans Val de Marne)	66.000/dag	7,1	17-23	3,5-15 min
Rouen	Kort interstedelijk	TEOR lijn T1, T2, T3, T4)	45.000/dag	4,5	18,6	2-5 min
Essen	Kort interstedelijk	Spurbus	17.000/dag	nb	16,5	10 min
Metz	Kort interstedelijk	Mettis	20.000/dag	12,9	18	5 min
Oberhausen	Kort interstedelijk	ÖPNV-Trasse	25.000/dag	15	34	1,5-2 min
Groningen-Emmen	Lang interstedelijk	Q-liner 300	nb	nb	nb	15-30 min

Bijlage B

Gesprekspartners

Jan van Selm (Decentrale Openbaar Vervoer Autoriteiten DOVA)
Frank van Setten (Arriva)
Rene Borsje (TU Delft)
Niel van Oort (TU Delft)
Freek Hofker (Prorail)
Theo van der Star (Prorail)
Adriaan Roeleveld (NS)
Peter Bouman (NS)
Rene Walhout (RWS)

Literatuur

AD (2019a) *Elektrische bussen Qbuzz hebben nog niet de betrouwbaarheid van de diesels*, Algemeen Dagblad, 28 juni 2019.

AD (2019b) *Oslo is kampioen elektrisch rijden door verleiden, lijmen en paaien van de autokoper*, Algemeen Dagblad, 3 mei 2019.

APPM & Goudappel Coffeng (2016). *Toekomstbeeld OV. Pilot Zuidelijke Randstad. Bestuurlijke Rapportage*. APPM, Goudappel Coffeng: Amsterdam, Hoofddorp.

APPM & Goudappel Coffeng (2019). *HOV Rotterdam-Ridderkerk-Drechtsteden*. Ontwikkelvisie februari 2019.

Bakker, P. (2016). *De keuze van de reiziger*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

BMC (2019). *Verkenning verbetering openbaar vervoer verbinding Breda-Gorinchem-Utrecht*.

Buijn, H. de & Veeneman, W. (2009). *Decision-making for light rail*, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(4), 349-359.

Bunschoten, T., Molin, E. & Nes, R. van (2012). *Tram of bus: bestaat de Trambonus?* Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. Nederland: Amsterdam.

Bunschoten, T. & Oort, N. van (2016), *Trambonus hoort in strategische planning*, *OV magazine* 30-31.

Bijl, R. van der & Oort, N. van (2014), *Light rail explained: Better public transport and more than public transport* <http://resolver.tudelft.nl/uuid:6d5ca2e4-5c33-4c7c-957d-a5ee05c3e6c9>

Bijl, R. van der, Bashir, A. & Oort, N. van (2019), *A view on the wider benefits of BRT, inspired by LRT insights*, 98th Annual Meeting of the Transportation Research Board 2019.

CE Delft (2015). *STREAM personenvervoer 2014 versie 1.1*. Delft: CE.

CE Delft & VU (2014). *Externe en infrastructuurkosten van verkeer*. Delft/Amsterdam: CE en Vrije Universiteit Amsterdam.

CE Delft (2017). *Handboek Milieuprijzen 2017, methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*. Delft: CE.

CERTU (2009) *Bus à haut niveau de service (BHNS): du choix du système à sa mise en œuvre*, beschikbaar online op <https://www.cerema.fr> [geconsulteerd apr. 2020].

Cervero (2013). *Bus Rapid Transit. An Efficient and Competitive Mode of Public Transport*. European Automobile Manufacturers Association. België: Brussel.

CROW-KpVV (2015), *Kostenkengetallen regionaal openbaar vervoer 2015*, Ede: CROW-KPVV.

- Currie, G. (2018), *Lies, Damned Lies, AVs, Shared Mobility, and Urban Transit Futures*, *Journal of Public Transportation*, Vol. 21, No.1, pp.19-30.
- Decisio (2010), *MKBA spoorlijn Breda – Utrecht*, beschikbaar op [decisio.nl](https://www.decisio.nl) [geraadpleegd 18 juni 2020].
- DenkWerk – Klein land, *grote keuzes: Ruimtelijke ordening richting 2050* (2020).
- European Cooperation in Science and Technology (2011). *COST Action TU 603. Buses with high Level of service. Results and trends from 30 EU cities*. EU: Brussel.
- Federatie Mobiliteitsbedrijven Nederland (2020). OV 20-30.
- Gaspardo, A. (2019). *The BRT-LRT dilemma. A public transport users' and policymakers' perspective on differences and preferences between BRT and LRT*. Master thesis Delft University.
- Gerritsen, H. (2017). *Swiss Trolley plus voorbeeld Arnhemse 'Trolley 2.0'*
<https://www.arnhem-direct.nl/berichten/swiss-trolley-plus-voorbeeld-voor-arnhemse-trolley-2-0/>
- Goudappel Coffeng (2013), *De waaier van Brogt*, Deventer: Goudappel Coffeng.
- Goudappel Coffeng (2016), *Eindrapport landelijke pilot snelbus*, Deventer: Goudappel Coffeng.
- Harms, L., Baveling, J. & Hoogendoorn, R. (2017). *Stabiele beelden verdiept: Trends in beleving en beeldvorming*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Hidalgo, D., Carrigan, A., Cooper, D.K. (2010). *Modern Public Transportation Lessons learned from major bus improvements in Latin America and Asia*. Washington DC: World Resources Institute.
- Hidalgo, D. & Muñoz, J. C. (2014). *A review of technological improvements in bus rapid transit (BRT) and buses with high level of service (BHLS)*. *Public Transp* (2014) 6:185–213.
- Institute for Transportation & Development Policy (2016). *The BRT Standard*, beschikbaar online op <https://www.itdp.org/> [geraadpleegd april 2020].
- Ingvardson, J.B. & Nilesen, O.A. (2017). *Effect of new bus and rail rapid transit systems- an international review*. *Transport Reviews*, Maart 2017.
- Jabos, I. (2019a). *Beperkte actieradius elektrische bussen vereist aanpassing buslijnen*. <https://www.ovpro.nl/bus/2019/06/25/beperkte-actieradius-elektrische-bussen-vereist-aanpassing-buslijnen/>
- Jacobs, I. (2019b). *Transdev koopt voor 130 miljoen nieuwe elektrische bussen*.
- Las Vegas Sun (2019). *Bus rapid transit chosen over light rail for Maryland Parkway in Las Vegas*.
<https://www.roadbridges.com/bus-rapid-transit-chosen-over-light-rail-maryland-parkway-las-vegas>
- Leusden, R. van & Oorts, N. van (2011). *Excellent OV naar de Uithof: Capaciteits- en betrouwbaarheidsverbetering door tram in Utrecht*. Antwerpen: CVS.
- Litman, T. A. (2016). *When are buslanes warranted*. Verenigde Staten: Victoria Transport Policy Institute.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2004), *Openbaar vervoer*. Brief Tweede kamer d.d. 2 februari, 23 645, nr. 62.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018), *Openbaar vervoer in stedelijke gebieden*.
Brief Tweede kamer d.d. 22 juni, 23 645, nr. 620.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019a), *Contouren Toekomstbeeld OV 2040*, Feb. 2019.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019b), *De potentie van Bus Rapid Transit in Nederland*,
Dec. 2019 (vastgesteld).

Newman, P. (2018), *Why trackless trams are ready to replace light rail*, beschikbaar online:
<http://theconversation.com> [geraadpleegd 9 okt. 2019].

Nicolaisen, M. S., Olesen, M. & Olesen, K. (2017) *Vision vs. Evaluation - Case Studies of Light Rail Planning in Denmark*, *European Journal of Spatial Development*, 65. Available from:
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:norden.org:diva-5010>

Nikitas, A. & Karlsson, M. (2015). *A Worldwide State-of-the-Art Analysis for Bus Rapid Transit: Looking for the Success Formula*. *Journal of Public Transportation*, Vol. 18, No. 1, 1-33.

Oort, N. van, T. Brands, E. de Romph. *Short-Term Prediction of Ridership on Public Transport with Smart Card Data*. 2015. *Transportation Research Record*, No. 2535, pp105-111.

Oort, N. van (2016), *Incorporating enhanced service reliability of public transport in cost-benefit analyses*, *Public Transport*, Vol. 8, No. 1, pp. 143-160.

Oort, N. van, Bijl, R. van der & Verhoof, F. (2017). *The wider benefits of high quality public transport for cities*. European transport Conference. Spanje: Barcelona.

Oort, N. van (2020), *Wil de reiziger bus of tram?* OV Magazine, jaargang 2020, Nr. 1.

Poku-Boansi, M. & Marsden, G. (2018), *Bus Rapid Transit systems as a governance reform project*. *Journal of Transport Geography*, Vol. 70, pp. 193-202.

Ridder, S. de & Smit, J. (2019), *Langeafstandsbusvervoer: Een status aparte?* Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2019.

Rienstra, S. (2011), *Second opinion op de kosten en baten van de Uithoflijn*, Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Rijkswaterstaat (2015), *Richtlijn bij toepassing bus op de vluchtstrook*, datum 26 feb. 2015, status definitief.

Rover (2016), *Trage start voor NS-spitsbus*, 22 feb. 2016, beschikbaar op www.rover.nl [geraadpleegd 18 juni 2020].

Savelberg, F. & Kansen, S.M. (2019). *De bus over de grens*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Steergroup 2015. *LRT versus BRT: which is the better option?*
<https://www.steergroup.com/insights/lrt-versus-brt-which-better-option>

Studio Bereikbaar, INNO-V, Synconomy en Dona Stedenbouw (2020), *Potentieonderzoek verbeterde OV-verbinding Noord-Nederland – Randstad*, Eindrapportage 22 juni 2020.

Sumberg., B. (2018). *BRT Chosen for Southern Corridor of SMART Plan*.

<https://www.jdsupra.com/legalnews/brt-chosen-for-southern-corridor-of-50778/>

TRB (2003), *TCRP Report 90 – Bus Rapid Transit, Vol. 1: Case Studies in Bus Rapid Transit*, Washington: Transportation Research Board.

www. Treinreiziger.nl (2016), *NS stopt met spitsbus*, beschikbaar online op <http://www.treinreiziger.nl> [geraadpleegd op 29 oktober 2019].

Veeneman, W. en Borsje, R. (2020), *HOV.. is dat BRT?* OV Magazine, jaargang 2020, Nr. 1.

Volkskrant (2003), *Marktwerving nekt lucratieve 'groene streep'*.

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

Wirasinghe, S.C, Rahman, M., Kattan, L. & Hubbell, J (2013). *Bus Rapid Transit (BRT). A Review*. International Journal of Urban Science, 1-40.

Wright, L. en Hook, W. 20 07. *Bus rapid transit planning guide*. New York: Institute of Transportation & Development.

<https://www.jdsupra.com/legalnews/brt-chosen-for-southern-corridor-of-50778/>

<https://www.roadsbridges.com/bus-rapid-transit-chosen-over-light-rail-maryland-parkway-las-vegas>

<https://www.minnpost.com/cityscape/2011/02/lrt-or-brt-it-depends-potential-corridor>

BUS RAPID TRANSIT vs. LIGHT RAIL TRANSIT A Side-by-Side Comparison of Competing Mass Transit Options (auteurs, jaar, tijdschrift onbekend).

<http://www.mapc.org/wp-content/uploads/2017/11/BRTvsLRT.pdf>

LRT versus BRT: which is the better option?

<https://www.steergroup.com/insights/lrt-versus-brt-which-better-option>

Colofon

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

Juli 2020

ISBN/EAN

978-90-8902-234-9

KiM-20-A14

Auteurs

Jan-Jelle Witte en Maarten Kansen

Vormgeving en opmaak

VormVijf, Den Haag

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon: 070 456 19 65

Website: www.kimnet.nl

E-mail: 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 Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid en in de samenleving. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses. De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.



Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Dit is een uitgave van het

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

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

www.kimnet.nl

ISBN/EAN: 978-90-8902-234-9

Juli 2020 | KiM-20-A14

