

BRT: een nieuw elan voor HOV bus?

Patrick van der Meijs – ProRail – [Patrick.vandermeijs@prorail.nl]

Mario Genot – Movares – [Mario.genot@movares.nl]

Niels van Oort – TU Delft – [N.vanOort@tudelft.nl]

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
19 en 20 november 2015, Antwerpen**

Samenvatting

Bus Rapid Transit (BRT) is een interessante hoogwaardige openbaar vervoer oplossing. Als gevolg van de hoge flexibiliteit en kosteneffectiviteit is met BRT relatief snel en eenvoudig een grote kwaliteitssprong te realiseren. Het aantal BRT systemen is wereldwijd de laatste jaren sterk toegenomen. Evenals het aantal systemen, is ook de variëteit aan verschijningsvormen sterk toegenomen. De auteurs hebben onderzoek gedaan naar deze verschijningsvormen en de daarmee geassocieerde prestaties. Dit met als doel om inzicht te krijgen in succesfactoren voor een BRT systeem als lessen voor nieuwe projecten.

De basisvoorwaarde voor een succesvol BRT systeem is daadkracht. Daadkracht om compromisloos de keuzes te maken die vereist zijn om het gewenste niveau van snelheid en betrouwbaarheid te bereiken. Om een snel en betrouwbaar systeem te realiseren is het aangewezen te richten op de implementatie van een 12 tal ontwerpvariabelen. Dit zijn ontwerpvariabelen die in een belangrijke mate de kwaliteit van een BRT systeem bepalen. 4 van deze ontwerpvariabelen zijn geïdentificeerd als must do's; deze gevonden ontwerpadviezen zijn generiek voor ieder BRT systeem. Voor 8 ontwerpvariabelen zijn de omgevingskenmerken van belang, hier is maatwerk dus van belang.

Vanuit deze maatwerk gedachte is een tool ontwikkeld die helpt bij de planning van OV. De *BRT Design Scanner* maakt het mogelijk om voor een specifieke situatie te adviseren over de geschikte verschijningsvorm. Met de ontwikkeling van deze tool is geprobeerd om het ontwerp op een andere manier te benaderen. In plaats van andere systemen als voorbeeld te nemen, wordt er puur gekeken naar wat de kenmerken zijn van de specifieke situatie en de vraag gesteld: "welke ontwerpkeuzes zijn in dit geval vereist om een snel en betrouwbaar systeem te creëren?". Aan de hand van een analyse van de busdienst tussen Station Vleuten en Utrecht Centraal is de functionaliteit van de tool getoetst. Voor deze specifieke buslijn lijken de suggesties die de *BRT Design Scanner* genereert waardevol te zijn.

Dit onderzoek naar de succesfactoren van BRT is een eerste aanzet in het doorgronden van het BRT concept. Vanuit dit oogpunt moet de *BRT Design Scanner* ook gezien worden als prototype die uitnodigt doorontwikkeld te worden:

- Verdiepend: De huidige afwegingen geavanceerder maken en onderbouwen met meer data en analyses;
- Verbredend: meer ontwerpvariabelen toevoegen.

1. Inleiding

1.1 Hoogwaardig busvervoer

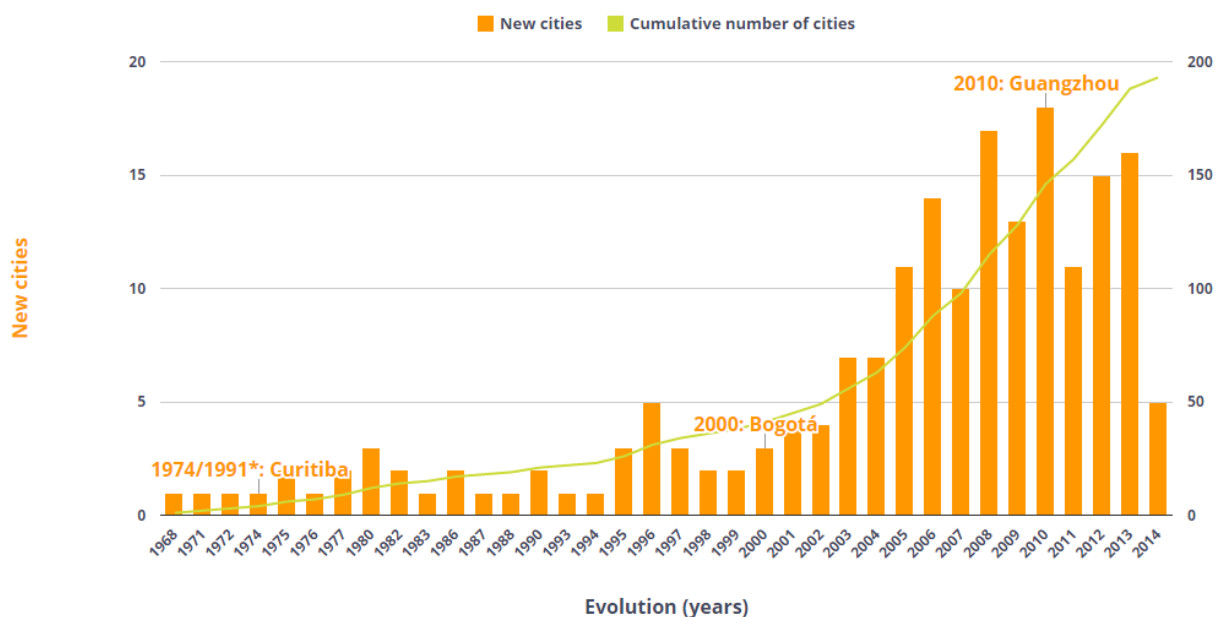
In Nederland en de wereld zijn vele toepassingen van hoogwaardig busvervoer (BRTdata, 2014). Deze systemen worden internationaal aangeduid als Bus Rapid Transit (BRT), en zijn in Nederland bekend onder de noemer Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV bus).

De aanleiding voor ons onderzoek was onder andere de vraag: "Wat is nu precies de definitie van BRT"? Uit onderzoek blijkt dat die er niet 1 definitie is maar er velen definities zijn (Van der Meijs, 2015). Het vertrekpunt blijkt in de meeste gevallen hetzelfde: BRT biedt de mogelijkheid tot het creëren van een **snelle en betrouwbare** ov-dienst, tegen relatief **lage kosten**, met een **hoge mate van flexibiliteit** welke daarnaast **snel te realiseren is**. Op het gebied van light rail is er in de literatuur al e.e.a. inzichtelijk voor de systemen wereldwijd (van der Bijl, Bukman, van Oort, 2015); voor BRT is dat er nog niet.

In Nederland gaat de geschiedenis van HOV/BRT terug tot de 90'er jaren. Naast de vroege ontwikkelingen in Zuid Amerika, met Curitiba als bekendste voorbeeld, was men in Nederland een van de wereldwijde pioniers. Systemen stammend uit deze tijd zijn de Zuidtangent (Amsterdam/Haarlem), HOV Utrecht en Phileas (Eindhoven). Systemen welke destijds zijn ontwikkeld bij gebrek aan alternatieven tussen een standaard stadsbus en een tram. Het idee was om tramkwaliteiten te projecteren op de bus.

Waar de Nederlandse voorbeelden stammen uit de 90'er jaren heeft BRT het laatste decennium wereldwijd pas echt een vlucht genomen (zie figuur 1.1). Trends die wereldwijd deze groei aanwakkeren zijn vaak bevolkingsgroei i.c.m. urbanisatie een groeiend milieubewustzijn, relatief snelle realisatie en kostenoverwegingen.

Waarom worden in Nederland geen Zuidtangenten en HOV Utrecht busbanen meer gebouwd, terwijl we wereldwijd een groei zien? Is dat de wet op de remmende voorsprong, of zijn er andere redenen? Kunnen we vanuit de ervaring van de buitenlandse voorbeelden hier antwoord op geven?



Figuur 1.1: Overzicht van het aantal BRT systemen wereldwijd. Figuur overgenomen van (BRTdata, 2014)

Wanneer we deze systemen nader beschouwen valt op dat de diversiteit groot is. De volgende foto's (figuur 1.2) laten dat zien, beide systemen worden aangeduid als BRT, de verschijningsvormen zijn echter totaal verschillend. Zo ook het gebruik.



Figuur 1.2: Impressie van de BRT opzet in Bogota (links) en Utrecht (rechts). Figuren overgenomen van (World Resources Institute, n.d.) en (Fjellstrom, 2010)

Met de groei van het aantal en diversiteit aan systemen wereldwijd enerzijds en met het gebrek aan recente aansprekende projecten binnen Nederland volgt de vraag: *wat kan geleerd worden van de BRT systemen wereldwijd om het HOV bus concept hier een nieuwe impuls te geven?*

Deze vraag kan ook in het perspectief van het CVS thema van dit jaar worden gezien: buiten de lijntjes kleuren. Nederland is in de jaren '90 flink buiten de lijntjes gaan kleuren en leverde toonaangevende projecten af, maar inmiddels heeft de wereld overgenomen. Nu kun je je afvragen, kleuren wij in Nederland inmiddels niet teveel *binnen* de lijntjes?

1.2 Over de auteurs

Patrick van der Meijs studeerde de afgelopen 9 maanden in het kader van z'n afstuderen aan de TU Delft op het onderwerp BRT. Hij verdedigde z'n afstudeerwerk onlangs met succes en studeerde met een goed resultaat af (Van der Meijs, 2015). Deze bijdrage is een korte samenvatting van z'n bevindingen en conclusies. Mario Genot nodigde Patrick uit z'n afstuderen bij Movares te verrichten en begeleidde hem daarbij. Movares is marktleider in de light railmarkt en wil dat ook op gebied van BRT zijn. Niels van Oort was z'n afstudeerbegeleider vanuit de TU Delft. TU Delft en Movares hebben met dit werk een eerste stap gezet in een estafetteonderzoek naar BRT en hoogwaardige bussen.

2. Aanpak

De onderzoeksvraag is beantwoord in 4 opeenvolgende fases:

1. **Analyse.** Onderzoek naar wereldwijde BRT praktijk: wat is er en hoe presteert het?
2. **Interpretatie.** Interpretatie van gevonden verschillen in prestatie: hoe zijn deze verschillen te verklaren?
3. **Toepassing.** Vergaarde kennis vatten in ontwerpadviezen: hoe en wanneer maak je welke keuzes ten aanzien van de BRT configuratie?

4. **Evaluatie.** Evaluatie van busdienst door Leidsche Rijn: wat is de praktische toepasbaarheid van ontwerpadviezen?

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt op elk van deze fases kort ingegaan.

2.1 Analyse

Gedurende de analysefase is een selectie van 20 systemen wereldwijd onderzocht (zie Bijlage 1 voor een overzicht). Deze systemen zijn gekozen op basis van:

- Geografische ligging;
- Verschijningsvorm, getracht de grootst mogelijke diversiteit te verkrijgen;
- Beschikbare literatuur over de gemaakte keuzes, de motieven achter deze keuzes en de resultaten van deze keuzes.

Voor elk van deze systemen zijn een 20-tal ontwerpkenmerken (bijvoorbeeld: infrastructuurtype, kruisingstype, betaalwijze) en een 4-tal prestatie indicatoren vastgesteld. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de 4 gevonden prestatie indicatoren samen met uiterste waarden voor de systemen.

Tabel 2.1: De 4 gebruikte prestatie indicatoren met de minimale en maximale waarden in de referentie systemen

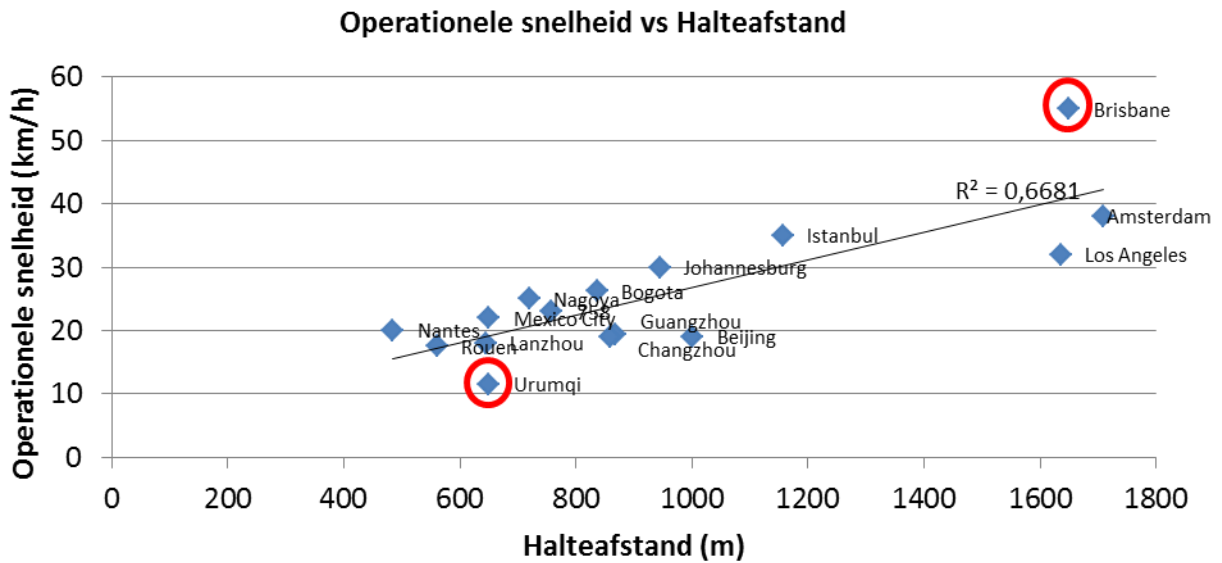
Prestatie-indicator	Minimum	Maximum
Kosten infrastructuur (M€/km)	3,0 (Mexico City)	40,3 (Nagoya)
Operationele snelheid (km/h)	11,5 (Urumqi)	55 (Brisbane)
Passagiers per dag	9.000 (Nagoya)	2.200.000 (Bogota)
Passagiers per uur per richting	500 (Nagoya)	37.700 (Bogota)

Deze analysefase heeft duidelijk gemaakt dat er een grote diversiteit bestaat tussen de systemen, zowel in het ontwerp en de kosten als in de prestatie.

2.2 Interpretatie

De grote diversiteit aan verschijningsvormen en prestaties roept vragen op naar de effectiviteit van de diverse ontwerpen. Om de systemen onderling te vergelijken zijn prestatie indicatoren uitgezet tegen ontwerpkenmerken. Bijvoorbeeld zoals in figuur 2.1 waar de operationele snelheid is uitgezet tegen de halteafstand. Hier zien we dat zoals te verwachten is er een sterke correlatie is tussen de operationele snelheid en de halteafstand. Er vallen echter toch een aantal zaken op:

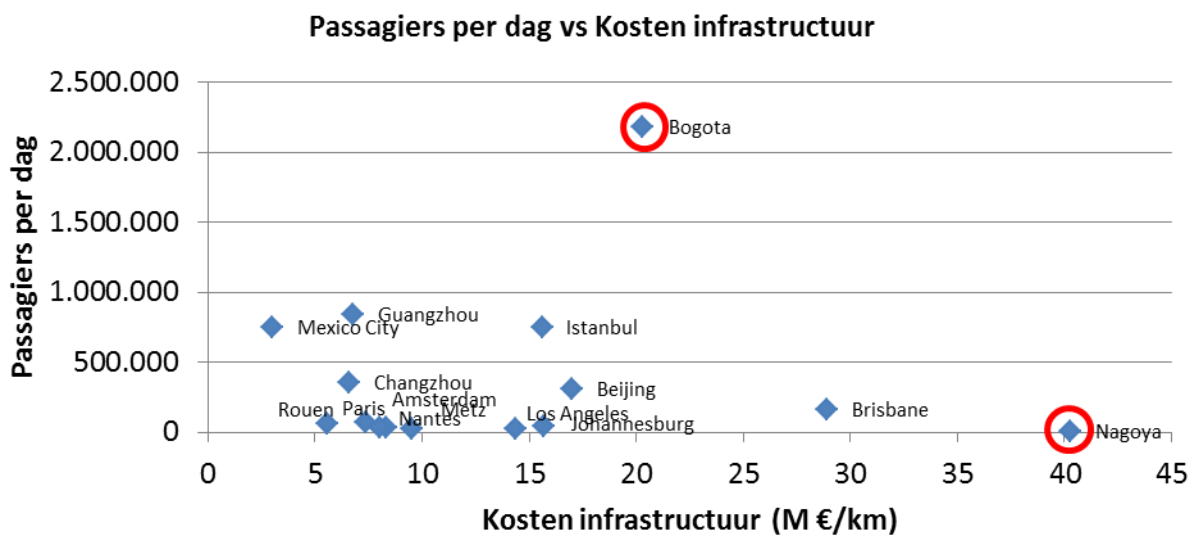
- De operationele snelheid in Brisbane is uitzonderlijk hoog; de operationele snelheid in Urumqi is daarentegen uitzonderlijk laag;
- Ondanks dat de halteafstand van Los Angeles en Amsterdam (Zuidtangent) vrijwel gelijk zijn, is er een significant verschil in de operationele snelheden van beide systemen;
- Vier Chinese systemen (Urumqi, Beijing, Guangzhou en Changzhou) opereren met relatief lage snelheden.



Figuur 2.1: regressie analyse met halteafstand als onafhankelijke en de operationele snelheid als afhankelijke variabele

Ook zijn prestatie indicatoren onderling vergeleken. Bijvoorbeeld zoals in figuur 2.2, hier zijn de passagiers per dag zijn uitgezet tegen de infrastructuurkosten. Er moet opgemerkt worden dat de netwerk lengte een grote invloed heeft op het aantal passagiers per dag (de netwerk lengtes zijn ook weergegeven in Bijlage 1). Toch vallen een aantal zaken op:

- Nagoya en in een mindere mate Brisbane presteren slecht; daarentegen presteert Bogota heel goed;
- De infrastructuurkosten van Europese systemen (uitgezonderd Istanbul) zijn relatief laag. Deze Europese systemen vormen samen met Changzhou een cluster in dit diagram.



Figuur 2.2: Regressie analyse met de infrastructuurkosten als onafhankelijke variabele en de passagiers per dag als afhankelijke variabele

Met het uitvoeren van dergelijke regressie analyses zijn inzichten verzameld over hoe de systemen presteren. Meer analyses zijn te vinden in (Van der Meijs, 2015). Daarnaast hebben de hieruit volgende opvallendheden (onder andere aangeduid met rode cirkels) de input gevormd voor vervolgonderzoek naar de ontwerpkeuzes en resultaten hiervan.

De belangrijkste les die kan worden getrokken uit dit onderzoek is het belang van integraal afwegen en daadkracht (in het restant van deze paragraaf geïllustreerd met een aantal voorbeelden). In deze context moet daadkracht worden gezien als de wil om een systeem te creëren dat vooral snel en betrouwbaar is (volgens (Peek en Van Hagen, 2002) naast veiligheid de twee van de belangrijkste klantwensen). Daadkracht maakt dat keuzes gemaakt worden.

In de systemen van Bogota, Brisbane en Rouen was deze daadkracht heel duidelijk aanwezig. In deze systemen zijn alle ontwerpbeslissingen zo gemaakt dat uiteindelijk een snel en betrouwbaar systeem is ontstaan. In het geval van Bogota en Brisbane was dit alleen mogelijk met behulp van 'zware' infrastructuur, die zo compromisloos mogelijk is ingepast in de omgeving. In het geval van Rouen was er op sommige secties eigen infrastructuur nodig, en op sommige secties was opereren in gemengd verkeer afdoende. Echter, in alle drie de gevallen zijn zeer succesvolle systemen gecreëerd die met een relatief hoge gemiddelde snelheid grote reizigers volumes vervoeren.

Ook zijn er systemen waar minder compromisloos te werk is gegaan. In deze gevallen bleek dit vaak te resulteren in ongebalanceerde systemen. De systemen van Urumqi, Changzhou en Los Angeles zijn voorbeelden van zulke systemen. Hier zijn zeer 'zware' infrastructuren gecreëerd maar in elk van deze gevallen is de prioritering op kruisingen onvoldoende. Dit resulteert uiteindelijk in een slechte prestatie op het gebied van snelheid en betrouwbaarheid.

Er blijkt echter ook dat alleen daadkracht om een snel en betrouwbaar systeem te creëren niet altijd afdoende is. Het systeem van Nagoya indiceert dit. Dit systeem bestaat uit een verhoogde eigen infrastructuur die dwars door de stad is gelegd, dit resulteert in een hoge snelheid en betrouwbaarheid. Er blijkt op deze relatie echter maar een geringe vraag te zijn, een vraag die dusdanig laag is dat de gemaakte investeringen niet te verantwoorden zijn. Het voorbeeld van Nagoya geeft aan dat een systeem altijd goed moet inspelen op de OV vraag en integraal afgewogen moet worden tegen het aanbod.

Dus, elk element van een BRT systeem moet kosten effectief worden vormgegeven, zodanig dat een basis niveau van snelheid en betrouwbaarheid is bereikt. Hier is geen vast recept voor, dit niveau is in elk geval verschillend. Dit vraagt om een benadering waar elk specifiek ontwerpkenmerk moet worden afgestemd op de lokaal geldende condities. De volgende paragraaf presenteert een opzet voor een model waar dit wordt gedaan.

2.3 Toepassing

In de interpretatiefase is er onderzoek gedaan naar de ontwerpkeuzes en resultaten hiervan in een set van referentie systemen. Dit met als uiteindelijk doel antwoord te geven op de vraag: "hoe en wanneer maak je welke keuzes ten aanzien van de BRT configuratie?" Deze vraag vormt de basis van de toepassingsfase.

Op basis van de inzichten uit deze interpretatiefase is deze vraag beantwoord voor 12 ontwerpvariabelen (opgesomd hier beneden). Van deze 12 ontwerpvariabelen is

het verondersteld dat deze in een belangrijke mate het tevredenheidsniveau van de klant bepalen. Voor vier van deze ontwerpvariabelen bleek de optimale configuratie relatief ongevoelig voor de lokale omstandigheden. Ongeacht de lokale omstandigheden wordt het volgende geadviseerd:

- **Betaalwijze:** Om de halteertijd te verkorten is het verplaatsen van de betaallocatie naar de halte een effectieve maatregel gebleken. In de Nederlandse situatie impliceert dit dat de incheckinstallaties verplaatst moeten worden naar de halte. Daarnaast moet het kopen van een vervoersbewijs bij de chauffeur worden ontmoedigd.
- **Hoogwaardige haltes:** Zoals ook beschreven is door Bodok, de la Haye, & Ebbink, (2010) en Kennisplatform Verkeer en Vervoer (2006) is het wenselijk de stations een hoogwaardige uitstraling te geven. Onder hoogwaardig wordt in dit geval meer verstaan dan alleen het faciliteren van een afdak en zitvoorzieningen. De uitstraling dient luxueus te zijn. De gebruiker moet het gevoel krijgen dat hij serieus wordt genomen.
- **Gelijkvloerse instap:** Om de halteertijden te verkorten is een gelijkvloerse instap wenselijk.
- **Dynamische reistijdinformatie:** Gezien de huidige stand der techniek en de klanttevredenheid die het toevoegt, wordt dynamische reistijdinformatie gezien als basisvoorziening.

De andere 8 ontwerpvariabelen, van welke de optimale configuratie wel afhankelijk is van de lokale condities, zijn:

- **Infrastructuurtype:** Afhankelijk van de verkeersvraag op het traject, en het belang van het gewenste van snelheids- en betrouwbaarheidsniveau, kan het geschikte type infrastructuur worden bepaald.
- **Kruisingstype:** Het succes van het systeem hangt sterk af van het kruisingstype. In het geval van een kruising die niet aansluit bij de lokale omstandigheden kan dit grote gevolgen kan hebben voor de snelheid en betrouwbaarheid van de dienst.
- **Open of gesloten systeem:** Om te bepalen of een open (BRT dienst opereert zowel op als buiten corridor) of gesloten (BRT dienst opereert alleen op BRT corridor) systeemconfiguratie gewenst is, is informatie vereist over de verdeling van de vervoersvraag over het traject. Figuur 2.3 toont een aantal mogelijke verdelingen. In het geval van een ongelijke verdeling van de vervoersvraag over het traject (A en C) wordt een gesloten systeem aantrekkelijker. In het geval van een meer gelijkmatige verdeling (B) wordt een open systeem aantrekkelijker.



Figuur 2.3: Drie verschillende verdelingen van de vervoersvraag over een traject

- **Express dienst:** Afhankelijk van de verdeling van de vervoersvraag over een traject en de halteafstand kan de implementatie van een express dienst in significante reistijdswinsten resulteren. Een nadeel is dat het systeem onduidelijker wordt.
- **Huisstijl:** In de set van referentiesystemen blijkt dat een merknaam en een eigen identiteit vaak succesfactoren zijn van een BRT systeem. Het type systeem (open of gesloten) bepaald op welke systeem elementen deze merknaam en identiteit van toepassing kan zijn.
- **Positionering van het systeem:** Zoals hierboven beschreven zijn de merknaam en een eigen identiteit van een systeem belangrijke elementen. Het is gebleken dat de aanwezigheid van bestaande openbaar vervoerssystemen in de omgeving bepalend is voor hoe het BRT systeem in de markt gezet dient te worden. De opties zijn het systeem ofwel te verbinden aan een bestaand hoogwaardig systeem, ofwel het systeem te differentiëren van een bestaand laagwaardig systeem.
- **Voor- en natransport per fiets:** Het is ontdekt dat hoe groter de halteafstand, hoe aantrekkelijker voor- en natransport per fiets wordt. Om aan deze vraag te beantwoorden worden, naarmate de halteafstand toeneemt, fietsstallingsvoorzieningen bij haltes belangrijker (Brand, 2015).
- **Passeermogelijkheden:** Indien express diensten worden geïmplementeerd is het belangrijk de noodzaak van passeermogelijkheden goed te onderzoeken.

In samenwerking met de gemeente Utrecht is een model ontwikkeld welke de geschikte configuratie bepaald voor deze laatste acht ontwerpvariabelen. Deze geadviseerde configuratie is afhankelijk van een set van invoervariabelen die de lokale condities omvatten. Deze lokale condities bestaan enerzijds uit de systeem karakteristieken (bijvoorbeeld: verwachte vervoersvraag, frequentie) en anderzijds uit de beleidscontext (bijvoorbeeld: gewenste betrouwbaarheidsniveau). In sommige gevallen beïnvloedt de geadviseerde configuratie van een ontwerpvariabele de uitkomst van een andere ontwerpvariabele.

Om dit model aantrekkelijk en toegankelijk te maken is de *BRT Design Scanner* ontwikkeld. Met behulp van deze scanner kan binnen een paar minuten een eerste advies worden gepresenteerd over de invulling van een set van belangrijke ontwerpvariabelen. De scanner kan zowel worden gebruikt voor nieuwe systemen als voor de evaluatie van al bestaande systemen.

De *BRT Design Scanner* is gemaakt met Microsoft Excel en is ondersteund door een grafische interface, gemaakt met Visual Basic for Applications (VBA). De scanner implementeert en automatiseert de relaties geformuleerd in het model. Hiermee is een interactieve tool is gecreëerd die de invoer variabelen relateert aan uitvoer variabelen.

In figuur 2.4 en 2.5 zijn twee screenshots weergegeven van de *BRT Design Scanner*. Tijdens de presentatie op het CVS zal er een live demo gegeven worden.

Fysieke kenmerken

Verwachte vervoersvraag (passagiers per dag in beide richtingen) ?

Lengte traject (km) ?

Frequentie (voertuigen per uur in beide richtingen) ?

Aantal halteparen ?

Hoe wordt de verdeling van de vervoersvraag over de haltes het best gevisualiseerd? ?

Vul hieronder in hoeveel van elk van de onderstaande kruisingsstypen op het door u geselecteerde traject aanwezig zijn. Het gaat hier om de som van beide richtingen. ?

Kruisende vervoersvraag	Aantal aanwezige kruisingen	Kruisende vervoersvraag	Aantal aanwezige kruisingen
<200 voertuigen	<input type="text" value="6"/>	1000-1500 voertuigen	<input type="text" value="3"/>
200-500 voertuigen	<input type="text" value="2"/>	1500-2000 voertuigen	<input type="text" value="3"/>
500-1000 voertuigen	<input type="text" value="1"/>	>2000 voertuigen	<input type="text" value="1"/>

Welk van de onderstaande niveau's van verkeersafwikkeling komt het meest overeen met de situatie op het door u geselecteerde traject? ?

LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F

Figuur 2.4: Invoer module van de BRT Design Scanner gerelateerd aan de systeem karakteristieken

Specificatieformulier

Invoer

Succesvolle ov systemen in omgeving

Ander succesvol hoogwaardig ov systeem aanwezig in de omgeving? Ja Nee ?

Concurrentiekracht op gebied van snelheid

Hoe concurrerend moet het bussysteem zijn t.o.v andere modaliteiten kijkend naar de snelheid? Niet bijzonder concurrerend Redelijk concurrerend Zeer sterk concurrerend ?

Concurrentiekracht op gebied van betrouwbaarheid

Hoe concurrerend moet het bussysteem zijn t.o.v andere modaliteiten kijkend naar de betrouwbaarheid? Niet bijzonder concurrerend Redelijk concurrerend Zeer sterk concurrerend ?

Looptijd investering (jaren) ?

Resultaat

Overwegend infrastructuurtype? ?

-Kruisingspecificatie

- Kruisingsstypen voor intensiteit A
- Kruisingsstypen voor intensiteit B
- Kruisingsstypen voor intensiteit C
- Kruisingsstypen voor intensiteit D
- Kruisingsstypen voor intensiteit E
- Kruisingsstypen voor intensiteit F

Open of gesloten systeem? ?

Hoe zet je het systeem in de markt? ?

Waar is de merknaam van van toepassing? ?

Aantrekkelijk maken van de mogelijkheden voor en natransport met fiets? ?

Implementatie van Express lijn? ?

Passeerstroken noodzakelijk? ?

Betaalwijze? ?

Ontwerp van haltes? ?

Instapniveau? ?

Dynamische Reistijdinformatie? ?

Indicatie van operationele snelheid (km/h): ?

Indicatie van betrouwbaarheid: ?

Indicatie van kosten infrastructuur (mln. euro/km): ?

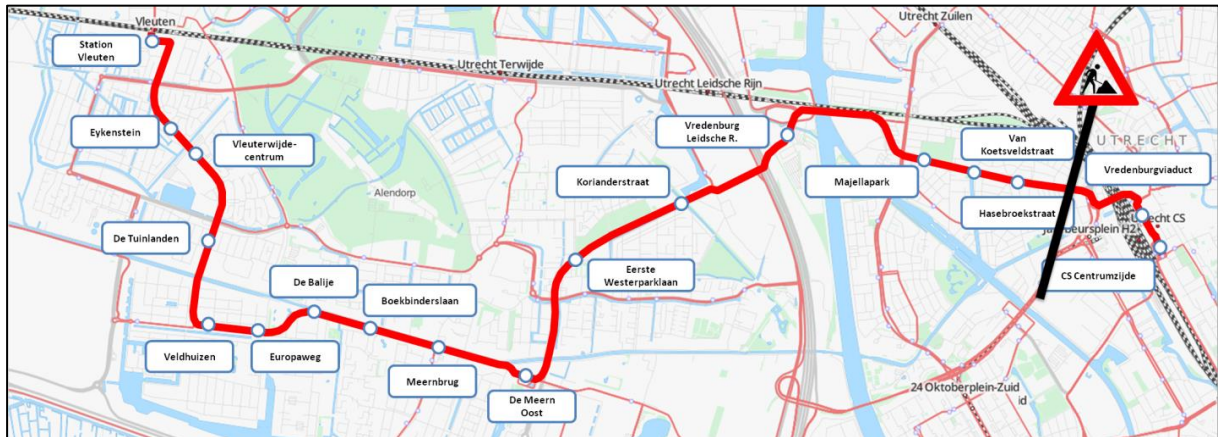
Figuur 2.5: Invoer module gerelateerd aan de beleidscontext (links) en de resultaten module (rechts)

2.4 Evaluatie

Op basis van onderzoek naar referentiesystemen zijn we tot inzichten gekomen wanneer je welke keuzes maakt ten aanzien van de verschijningsvorm. Deze kennis is vervolgens

in een model vertaald welke is geïmplementeerd in de *BRT design scanner*. Nu rest de vraag: wat is de praktische toepasbaarheid van de *BRT Design Scanner*?

Om dit te testen is de scanner getest op de busverbinding tussen Station Vleuten en Utrecht CS (lijn 28, zie figuur 2.6).



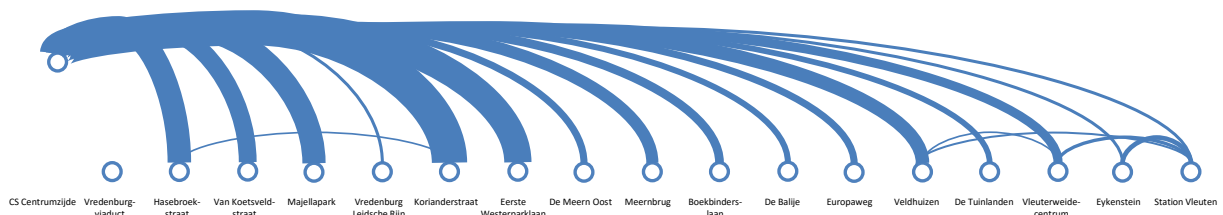
Figuur 2.6: Het geïnventariseerde traject van lijn 28

Waarom is er gekozen voor deze specifieke verbinding? Er is vanuit de gemeente Utrecht het idee dat het gerealiseerde kwaliteitsniveau op deze verbinding niet overeenkomt met het beoogde kwaliteitsniveau. Dit terwijl de as wordt beschouwd als een van de belangrijkste assen van Utrecht. Vanuit dit oogpunt vormde deze verbinding de ideale testcase om met behulp van de *BRT Design Scanner* een aantal verbeterpunten te genereren.

De *BRT Design Scanner* adviseert over aantal verbeterpunten. Drie van deze adviezen (welke het snelheids- en betrouwbaarheidsniveau in grote mate beïnvloeden) zijn in detail onder de loep genomen:

- Verbeterde prioritering;
- Express dienst;
- Betalen op de halte.

Met behulp van verkregen data over het aantal gebruikers en de verdeling over het traject (zie figuur 2.7) is het effect van de verbetermaatregelen berekend. Deze effecten zijn berekend aan de hand van onderdelen en methodieken van een maatschappelijke kosten-baten analyse. In dit geval is er sprake van een gereduceerde vorm aangezien slechts een deel van de effecten kwantitatief benaderd zijn (reistijd in het voertuig, reistijd voor- en natransport, operationele kosten), en aantal effecten zijn kwalitatief benaderd zijn (betrouwbaarheid, investeringskosten, hinder voor overig verkeer).



Figuur 2.7: Grafische weergave van de herkomst en bestemmingsrelaties op het traject Utrecht CS (links) en Station Vleuten (rechts). De lijndikte is proportioneel met de vervoersvraag op de specifieke relatie. Weergave analoog met (Van Waveren & Courtz, 2014)

Tabel 2.2 presenteert de berekende effecten (gemonetariseerde reistijdwinsten, en kwalitatief benaderde effecten) van de drie onderzochte verbetermaatregelen.

Tabel 2.2: Overzicht van effecten van de drie voorgestelde maatregelen

	Rijtijdwinst gedurende de ochtendspits (min)	Collectieve reistijdwinst in voertuig(€/jaar)	Collectieve reistijdwinst voor-en natransport (€/jaar)	Operationele kosten (€/jaar)	Betrouwbaarheid	Investeringskosten	Hinder voor overig verkeer
Express dienst	-1:40	- € 232.000	+ € 127.000	- € 62.000 ¹	Yellow	Orange	Orange
Verbeterde prioritering	-4:15	- € 1.450.000		- € 317.000	Green	Orange	Red
Betalen op de halte	-0:50	- € 170.000		- € 62.000	Yellow	Red	Orange
	-6:55	- € 1.852.000	+ € 127.000	- € 441.000	+		
				- € 2.166.000			

Kleine verslechtering		Kleine verbetering	
Geen effect		Grote verbetering	

Met behulp van data-analyse en een (grove) MKBA methode is berekend dat de voorgestelde verbeteringen kunnen resulteren in:

- Een reductie van de rijtijd van 30 min naar 23 min in de spits.
- €2.200.000/jaar aan reistijdbaten en reductie van operationele kosten.
- Verhoogde betrouwbaarheid.

Voor deze specifieke buslijn lijken de suggesties die de *BRT Design Scanner* genereert waardevol te zijn.

3. Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusie

Er blijkt heel veel flexibiliteit te zitten in BRT systemen. Het lijkt dat dat geen zwakte is maar eerder een kracht. Deze flexibiliteit maakt het mogelijk voor heel veel specifiek situaties een passende oplossing te vinden. Echter is deze flexibiliteit ook een valkuil. Alle ontwerpvariabelen samen bepalen kwaliteit; het niet functioneren van een schakel kan de waarde van andere schakels teniet doen. Dus, streef naar een gebalanceerd systeem waar ieder afzonderlijk element voldoet. Gebalanceerde systemen, waar geen concessies zijn gedaan aan de kwaliteit van bepaalde elementen functioneren het best. Dit vraagt om een aanpak waar je per ontwerpvariabele kijkt wat past bij de specifieke situatie. Om dit proces te ondersteunen hebben we de *BRT Design Scanner* ontwikkeld. De *BRT*

¹ De reistijdwinst volgend uit de implementatie van een express dienst (1:40 min) is alleen toepasbaar is voor de helft van de bussen. Hierdoor is de reductie van de operationele kosten hetzelfde als voor betalen op de halte (geassocieerd met een reistijdwinst van 0:50 min).

Design Scanner ondersteunt keuzes en planning door op basis van de lokale condities per ontwerpvariabele te adviseren over de geschikte ontwerpkeuzes.

3.2 En nu?

Het model en de daaruit geconstrueerde scanner is een prototype, geschikt voor doorontwikkeling. Doorontwikkeling kan plaatsvinden:

- Verdiepend: De huidige afwegingen geavanceerder maken en onderbouwen met meer data en analyses;
- Verbredend: meer ontwerpvariabelen toevoegen.

Daarnaast, in dit onderzoek is gefocust op de configuratie van belangrijkste ontwerpvariabelen vanuit wensen gebruiker. Een andere invalshoek kan zijn om te kijken naar de optimale configuratie van een BRT systeem vanuit bijvoorbeeld milieu, ruimtelijke ordening of sociale gelijkheid.

3.3 En voor Nederland?

BRT of in Nederland HOV bus, blijkt uit deze BRT analyse slaagt allereerst alleen als de lijn of het systeem goed toegesneden is op de vervoervraag.

BRT kan beschouwd worden als een receptuur voor een goede OV verbinding, waarbij een aantal ingrediënten onverkort aanwezig zullen moeten zijn en een aantal andere naar keuze en naar de lokale omstandigheden ingezet kunnen worden. Dat leert deze BRT studie in ieder geval. Er is niet één receptuur zoals blijkt uit de analyse van de systemen wereldwijd.

Dan blijft er een intrigerende vraag over: in één keer aanleggen, of meegroeien met de lokale ontwikkelingen.

De flexibiliteit van BRT zou bij voorkeur ingezet moeten worden in het volgen van de marktontwikkeling en de veranderende vraag. Zo is de Zuidtangent inmiddels een OV systeem en geen lijnverbinding meer en groeit een BRT lijn in Utrecht zo hard dat het een tram moet worden.

De flexibiliteit moet beslist niet aangegrepen worden om geen keuzes te hoeven maken ten aanzien van de geboden kwaliteit van het OV systeem. Met prachtige BRT stations om vervolgens in de file aan te sluiten bij de volgende kruising met het wegverkeer, wordt geen goed BRT systeem geboden; de investeringen zullen hun nut dan ook niet opbrengen.

Vanuit dit gegeven is de vraag in één keer aanleggen of meegroeien gemakkelijker te beantwoorden. Hoe compromisloos de infrastructuur moet zijn, zal o.a. afgewogen moeten worden tegen de houdbaarheidsdatum van de gekozen oplossingen. Knelpuntoplossingen gaan daarbij altijd mank aan afnemende kwaliteit bij een stijgende verzadigingsgraad van het kruisend of naastliggend autoverkeer. Als de verwachting is dat die kans zich binnen afzienbare tijd zal voordoen, dan is een compromisloze oplossing te prefereren.

En dat vraagt daadkracht!

Referenties

Bodok, R., de la Haye, R., & Ebbink, B. (2010). Een emotionele functionele halte. Artikel gepresenteerd op Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Roermond.

Brand, J. (2015). Assessing Integration of Bus Networks with Non-Motorised Access and Egress Modalities: Case Study: Bus Network Integration with Access and Egress Modalities in Amstelland-Meerlanden. TU Delft, Delft.

BRTdata (2014). Global BRTdata. Opgehaald 08-08, 2014, van www.brtdata.org

Van der Bijl, R., Bukman, B. & Van Oort, N. (2015). Investeren in de stad. Lessen uit 47 light rail projecten.

Fjellstrom, K. (2010). Utrecht. Opgehaald 28-06, 2014, van <http://www.transportphoto.net/photo.aspx?id=305452567>

Kennisplatform Verkeer en Vervoer. (2006). De halte als voordeur van het openbaar vervoer. Rotterdam: Kennisplatform Verkeer en Vervoer.

Van der Meijs, P. (2015). Bus Rapid Transit: Establishment of a BRT design model to design and evaluate BRT configurations. TU Delft, Delft.

Peek, G. J., & Van Hagen, M. (2002). Creating synergy in and around stations: three strategies in and around stations. Transportation Research Record, 1793, 1-6.

Van Waveren, H. D., & Courtz, M. (2014). Databoogjes geven inzicht. Opgehaald 12-12, 2014, van <http://www.ovmagazine.nl/2014/05/databoogjes-geven-inzicht-1400/>

World Resources Institute. (n.d.). TransMilenio BRT in Bogotá, Colombia. van <http://www.wricities.org/media/image/transmilenio-brt-bogot%C3%A1-colombia>

Bijlage 1: Onderzochte BRT systemen

Tabel B.1: Onderzochte set van BRT systemen

Stad	Land	Onderzochte lijn(en)	Netwerk lengte
Rouen	Frankrijk	T1,2,3	29,8
Utrecht	Nederland	Line 12	6,8
Almere	Nederland	Line 1	17,2
Urumqi	China	Line 1-4	37,2
Metz	Frankrijk	Line A,B	17,8
Nantes	Frankrijk	Line 4	6,9
Paris	Frankrijk	TVM	20
Beijing	China	BRT 1,2,3,4	79
Changzhou	China	Line 1,2	54
Los Angeles	Verenigde Staten	Orange Line	22,9
Johannesburg	Zuid-Afrika	Lines 1a,1b	43,5
Mexico City	Mexico	Lines 1,2,3	67
Lanzhou	China	Line 1	9,1
Nagoya	Japan	Guideway Bus system	6,7
Istanbul	Turkije	Metrobus corridor	51,7
Guangzhou	China	Zhongshan Avenue	22
Bogota	Colombia	Alle 11 lijnen	112
Amsterdam	Nederland	Zuidtangent	56,7
Brisbane	Australië	South East Busway	16,5