

Toepassing van het knoop-plaatsmodel in Vlaanderen

Freke Caset¹ – Universiteit Gent / Vrije Universiteit Brussel – freke.caset@ugent.be

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 24 en 25 november 2016, Zwolle

Samenvatting

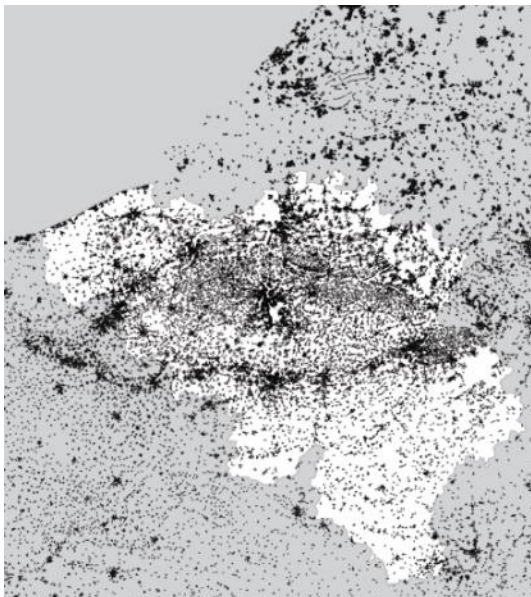
Het afstemmen van mobiliteit op ruimtelijke ordening en omgekeerd blijkt een moeilijke opgave in Vlaanderen. De wijze waarop beide beleidsdomeinen de voorbije decennia zijn vormgegeven staat haaks op de principes die naar aanloop van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen worden geagendeerd. Dit onderzoek focust op twee van deze ruimtelijke principes: 'ontwikkelen op knooppunten van collectief vervoer' en 'ontwikkelen op basis van de bestaande voorzieningengraad'. Beide principes worden geassocieerd met het stedenbouwkundig principe Transit Oriented Development (TOD). Vertrekkende vanuit het knoop-plaatsmodel van Bertolini (1999) worden in dit onderzoek alle treinstations in het Vlaamse en Brusselse spoornetwerk onder de loep genomen. In het model wordt de bereikbaarheid van en naar het knooppunt en de centraliteit in het netwerk geconfronteerd met de nabijheid van verschillende types voorzieningen, inwoners- en tewerkstellingsdichtheden en andere aspecten van de ruimtelijke structuur. Een dergelijke analyse laat toe om het verband tussen beide dimensies op systematische wijze voor elk knooppunt te visualiseren en te onderzoeken, en om verschillende types stationsbuurten te onderscheiden met het oog op het formuleren van ontwikkelingskansen voor strategische verdichting langsheen knooppunten van collectief vervoer. De eerste resultaten uit dit onderzoek lijken de evenwichtsassumptie uit Bertolini's knoop-plaatsmodel voor Vlaanderen te bevestigen. Het merendeel van de stations bevindt zich immers in de 'gebalanceerde' gebieden van het model. Na verdere algemene observaties voor het Vlaams en Brussels Hoofdstedelijke Gewest, worden enkele knopen die duidelijk afwijken van dit generieke verband in meer detail toegelicht. Een discussie waarin enkele randvoorwaarden tot succesvolle implementatie van TOD-ingrepen, bedenkingen ten aanzien van duurzaam transportbeleid en toekomstige onderzoeklijnen worden geschetst, sluit het geheel af.

¹ Promotoren van het onderzoek: Ben Derudder (Universiteit Gent), Frank Witlox (Universiteit Gent) en Kobe Boussauw (Vrije Universiteit Brussel). De resultaten die in deze paper worden voorgesteld zouden niet tot stand zijn gekomen zonder de data die ons door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO, zie Verachtert *et al.* 2016) werd aangeleverd.

1. Het belang van de link tussen ruimtelijke ordening en mobiliteit

1.1 De Vlaamse context: diffuse verstedelijking en dito verplaatsingen

Het verstedelijkingspatroon van Vlaanderen – en met name van het Vlaams *metropolitaan kerngebied*² – is erg diffuus. Metaforen als *nevelstad* (Dehaene en Loopmans 2003; de Vries 2014), *lappendeken* (Braem 1968) of *verkavelingsvlaanderen* (Canfyn 2014) geven treffend weer hoe de Vlaamse nederzettingsmorfologie vanuit de lucht tot uitdrukking komt (zie ook Figuur 1). “Vlaanderen is een netwerk van kleine tot zeer kleine steden op een beperkte oppervlakte, dat sterk uitgewaaierd is in suburbane zones op een korte afstand van elkaar”, vat deze ruimtelijke realiteit bondig samen (De Rynck 2003, p. 15). De vergelijking met de Randstad in Nederland – een gebied met een gelijkaardig inwonersaantal en eenzelfde hiërarchische positie als nationaal economisch kerngebied (De Decker 2011) – gaat niet op. Het nederzettingpatroon is er duidelijk sterker ruimtelijk geconcentreerd dan in Vlaanderen (zie ook Figuur 1). Dit is het gevolg van een consequente verstedelijkingspolitiek waarin reeds in de jaren '70 en '80 een beperkt aantal groeikernen werden vastgelegd en de open ruimte zoveel mogelijk werd gevrijwaard (zie ook De vos *et al.* 2012a). De geschiedenis die aan deze Vlaamse *suburban sprawl-like morphology* (van Meeteren 2016a) vooraf gaat is dan ook merkbaar anders verlopen. Ze is het gevolg van een langdurig proces waarin anti-stedelijke politieke en culturele overtuigingen de bovenhand hadden (zie De Decker 2011 en Meeus *et al.* 2013) en bijgevolg op extensieve wijze een nieuw residentieel tussengebied, de periferie, mogelijk maakten. In wisselwerking met een veranderende economische en sociale situatie – Kesteloot (2003) verbindt de suburbane idylle en de auto in één adem door met de naoorlogse massaconsumptie – ontstond op die manier een zichzelf herhalend en



versterkend proces. Tot op vandaag wordt de Vlaamse ruimte met een gemiddelde van 6 hectare per dag verder verkaveld (Poelmans en Engelen 2014). Indien die trend aanhoudt bedraagt het 'ruimtebeslag'³ 41,5%⁴ tegen 2050 (Poelmans 2010).

Deze grensvervaging tussen stad en platteland in Vlaanderen (Canfyn 2014) legt aanzienlijke beperkingen op voor duurzame vormen van mobiliteit. Suburbanisatie creëert immers een sterke auto-afhankelijkheid omwille van de grote spreiding van herkomst en bestemming in dagelijkse verplaatsingspatronen (Wegener en Fürst 1999; zie ook Blondia *et al.* 2011 voor de casus Klein-Brabant en BUUR 2014 voor de regio Leuven). Ook op vlak van mobiliteit blijkt het

Figuur 1: Diffuse verstedelijking in Vlaanderen (bron: Blondia *et al.* 2011)

² Ruwweg de functionele ruimte die de vierhoek Brussel-Leuven-Antwerpen-Gent beslaat (zie ook Van Meeteren 2016b, p. 232)

³ Afhankelijk van de databron en gehanteerde definitie worden voor Vlaanderen verschillende oppervlaktes gerapporteerd. Algemeen gesteld duidt het 'ruimtebeslag' op dat deel van de ruimte waarin de biofysische functie niet langer de belangrijkste is (Poelmans en Engelen 2014). Het gaat dus om de ruimte die wordt ingenomen door wonen, werken, recreëren en mobiliteit.

⁴ Berekend als 'medium' scenario voor stedelijke uitbreiding (zie Poelmans 2010, p. 105)

verschil met Nederland ondubbelzinnig uit de volgende cijfers⁵ (De Vos *et al.* 2012a, in Canfyn 2014, p. 21): Vlaanderen heeft “een spoornet met een dichtheid van 119 km² per 1000 km² en een wegennet met een dichtheid van 512 km. De cijfers voor Nederland liggen niet: respectievelijk 68 km en 317 km”. Bovendien heeft de Vlaming 10% meer auto’s per hoofd dan de Nederlander en gebruikt het Nederlandse autoverkeer voor 50% snelwegen en voor 50% regionale en lokale wegen, terwijl dit in Vlaanderen om respectievelijk 36% en 64% gaat. De kritische massa voor de realisatie van een kostendekkend en hoogwaardig Vlaams openbaar vervoer (OV) ontbreekt omdat herkomst en bestemming te weinig geconcentreerd zijn langsheen strategische assen, waardoor een efficiënte bundeling van verkeersstromen onmogelijk wordt (VRP 2016; Blondia *et al.* 2011). Bijgevolg zijn busverbindingen diffuus gespreid en heeft het decreet basismobiliteit⁶ geleid tot lage snelheden, frequenties en bezettingsgraden (BUUR 2014). Collectief vervoer werkt immers enkel daar waar mensen ook voldoende collectief bij elkaar wonen.

Deze ondermaatse samenhang tussen de domeinen mobiliteit en ruimtelijke ordening in Vlaanderen (De Vos en Witlox 2013; Tindemans 2016) is op veel vlakken problematisch. Vanuit *ecologisch* oogpunt rijpt de urgentie van de klimaatopwarming waardoor emissies en energiegebruik gelinkt aan mobiliteit hoognodig moeten afnemen. De steeds meer uitgesproken structurele congestie op de Vlaamse wegen (VRP 2016) lijkt deze trend echter in de omgekeerde richting te sturen. Ook op *economisch* vlak zorgt deze bereikbaarheidsproblematiek voor een rem op de ontwikkeling van Vlaanderen als economische top-regio. Bovendien groeit de bevolking in Vlaanderen tegen 2050 met 1,2 miljoen, waardoor de vraag zich stelt op welke strategische plekken deze bevolkings- én gezinsaan groei best kan worden opgevangen (Loris *et al.* 2013).

1.2 Bereikbaarheid door nabijheid

Volgens de experts van het VRP Lab Mobiliteit⁷ dient Vlaanderen de omslag te maken van een infrastructuurgericht mobiliteitsbeleid naar een beleid dat inzet op nabijheid, bereikbaarheid en leefkwaliteit, waarbij ruimtelijke ontwikkelingen (i) in dichte kernen rondom multimodale knooppunten en (ii) langsheen vervoersassen met concentraties van wonen, werken en voorzieningen worden geconcentreerd. Beide principes zijn sterk verwant aan *Transit Oriented Development* (zie Calthorpe 1993; Cervero 1998) (TOD)⁸, een stedenbouwkundig concept dat steeds vaker als leidend planningsparadigma in verstedelijkte gebieden wereldwijd wordt ingezet (VRP 2016). Het begrip *bereikbaarheid* staat in deze context synoniem met het interactiepotentieel, dat gerealiseerd wordt door een combinatie van ruimtelijke nabijheid en snelheid. Waar mobiliteitsbeleid voorheen de nadruk legde op het aspect snelheid, verschuift de aandacht vandaag dus mogelijk weer in de richting van het nabijheidsaspect. Het creëren van *nabijheid* staat hier gelijk aan het verkorten van *fysieke afstand*, bijvoorbeeld door middel van compacte ruimtelijke ontwikkeling (Boussauw 2011). Een hoeksteen van het TOD-principe is daarmee het

⁵ Cijfers op basis van het Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen editie 3 (2008) en het Mobiliteitsonderzoek Nederland (2008)

⁶ Decreet goedgekeurd door de Vlaamse regering in 2001, waarin de doelstelling werd geformuleerd dat voor 90% van de Vlamingen een OV-halte binnen 750 meter van de woning moest worden gerealiseerd.

⁷ Een denktank bestaande uit Belgische academici, ruimtelijk planners en ontwerpers, (boven)lokale administraties, vervoersaanbieders en mobiliteitsdeskundigen. Op 3 juni 2016 lanceerden zij het Manifest Mobiliteit 2.0, een kritische beschouwing over de knelpunten en oplossingspistes voor een betere samenhang tussen mobiliteit en ruimtelijke ontwikkeling in Vlaanderen.

⁸ De voorbije decennia zijn meerdere paradigma’s ontwikkeld die min of meer dezelfde principes omvatten als TOD, zoals Smart Growth en New Urbanism (in de Verenigde Staten) en Compact City (in Europa).

wegnemen van een deel van de vraag naar automobilititeit door het ingrijpen in de ruimtelijke ordening, waardoor dagelijkse verplaatsingen mogelijk korter worden en mede daardoor ook mogelijk vaker te voet of met de fiets gebeuren⁹. TOD-pionier Peter Calthorpe¹⁰ spreekt dan ook over 'passieve verstedelijking' en stelt dat "*the goal of transportation is access, not movement or mobility per se; movement is a means, not the end. So, bringing destinations closer together is a simpler, more elegant solution than assembling a new fleet of electric cars and the acres of solar collectors needed to power them*" (Calthorpe 2011, p. 18). Bereikbaarheid door nabijheid wordt dan ook (samen met flankerende beleidsmaatregelen) beschouwd als een cruciale stap in het verduurzamen van dagelijkse verplaatsingspatronen (zie o.a. Bertolini en Le Clercq 2003).

1.3 Knooppuntwaarde en voorzieningen bepalen ruimtelijke ontwikkelingskansen

Ook de Vlaamse Overheid legt steeds meer de klemtoon op de concepten nabijheid en bereikbaarheid. In de voorbereidende documenten¹¹ op het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV) is te lezen dat Vlaanderen tegen 2050 een samenhangende en evenwichtige ontwikkeling van woongelegenheden, werkplekken en voorzieningen ambieert, door deze zo vaak mogelijk te koppelen aan i) collectieve vervoersstromen (met het railnetwerk als prioriteit) en fietsinfrastructuur en ii) het bestaande voorzieningenniveau.

De studie *Ontwikkelingskansen op basis van knooppuntwaarde en nabijheid voorzieningen* (afgerond februari 2016; Verachttert *et al.* 2016) in opdracht van Ruimte Vlaanderen en uitgevoerd door het Vlaams Instituut voor Technologie en Ontwikkeling (VITO), streeft specifieke kennisopbouw na over beide ruimtelijke principes. In de studie werden twee gebiedsdekkende en geaggregeerde rasterkaarten op hectareniveau opgesteld: een kaart met knooppuntwaardes (een maat voor de bereikbaarheid van een plek via het railnetwerk (trein, tram, metro) en de belangrijkste stedelijke busnetwerken) en een kaart met het voorzieningenniveau voor elke plek in Vlaanderen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG). Vervolgens werden beide dimensies met elkaar geconfronteerd tot een synthesekaart, die als vertrekpunt kan fungeren voor het definiëren en ruimtelijk lokaliseren van gebieden die ontwikkelkansen bieden omwille van hun goede ontsluiting met het collectief vervoer en/of de nabijheid van voorzieningen.

2. Toepassing van het knoop-plaatsmodel in Vlaanderen

Het onderzoek dat in deze paper wordt voorgesteld bouwt rechtstreeks verder op de ontwikkelde data, analyses en conclusies uit Verachttert *et al.* (2016), maar spitst zich meer specifiek toe op de *knooppunten* van het *trein*netwerk en directe omgevingen in Vlaanderen en het BHG. Deze focus op treinstations volgt uit de sterke competitiviteit van de modus trein i.v.m. de auto en ander privétransport in termen van snelheid en capaciteit – volgens Newman (2009) een primaire voorwaarde voor het succes van een transitsysteem. Knooppunten van het busnetwerk, de (snel)tram en de (pre)metro worden in deze studie

⁹ Of de vraag naar automobilititeit ook effectief afneemt na TOD-georiënteerde ingrepen blijft in de literatuur echter voer voor hevig debat (zie o.a. Wegener en Fürst 1999, en zie ook de discussie achteraan deze paper).

¹⁰ Calthorpe definieerde het concept TOD eind jaren '80. Na de publicatie van '*The New American Metropolis*' in 1993 werd het de standaard voor de moderne stedenbouw in de VS, en later ook in Europe en Azië.

¹¹ In mei 2012 werd het Groenboek BRV door de Vlaamse Regering goedgekeurd en gepubliceerd. Daarna volgde een tussentijdse werktekst (november 2015) van het Witboek BRV.

dan ook niet geanalyseerd (let wel: voor de *berekening* van sommige knoopindicatoren - zie deel 2.2 - zijn deze types OV door VITO wél in rekening gebracht).

Als methodiek wordt gekozen voor een *systematische en kwantitatieve analyse* van de knooppuntwaardes en voorzieningenniveaus voor alle knooppunten in het treinnetwerk, aan de hand van het knoop-plaatsmodel ontwikkeld door Luca Bertolini (1999). In de wetenschappelijke literatuur is dit het richtinggevende model geworden voor verkennende analyses die zich richten tot de (her)ontwikkeling van een groot aantal stationsbuurten in een functioneel samenhangend OV-systeem (zie o.a. Reusser *et al.* 2008, Papa en Bertolini 2014, Kamruzzaman *et al.* 2014, Vale 2015). Hoewel het model reeds in verschillende geografische contexten, op verschillende schaalniveaus (op corridorniveau, stedelijk, stadsregionaal en nationaal) en voor verschillende types railtransit is toegepast, is het model in Vlaanderen niet eerder geoperationaliseerd¹².

Het doel van deze paper bestaat daarmee uit het operationaliseren van het model in een Vlaamse context en het interpreteren van de eerste resultaten. De kaarten en data die door VITO (Verachtert *et al.* 2016; zie ook deel 3.1) werden gerealiseerd en in het kader van deze studie werden overgeheveld, vormen een cruciale basis voor deze oefening. In vervolgonderzoek zal verder gedesaggregeerd worden ingezoomd op het bepalen van de rol die de verschillende stationsomgevingen kunnen opnemen in het kader van het huidige verdichtingsvraagstuk, dat – zoals hierboven werd aangetoond – sterk gelinkt is met de uitdagingen m.b.t. het verduurzamen¹³ van dagelijkse verplaatsingspatronen.

2.1 Het knoop-plaatsmodel van Bertolini

Het knoop-plaatsmodel is gebaseerd op het vermeende bivalente karakter¹⁴ van stations; het zijn zowel *knopen* in een vervoersnetwerk als *plaatsen* in een stedelijke omgeving (Bertolini 1996; Bertolini en Spit 1998). Deze typering van OV-knooppunten werd door Bertolini geïntroduceerd in het kader van een uitgebreide gevalsstudie van de herontwikkeling van stationslocaties in diverse Europese landen in de jaren '90. Het knoop-plaatsmodel koppelt beide aspecten en wordt gevisualiseerd in een eenvoudig diagram (zie Figuur 2a) waarbij de y-as overeenkomt met de *knoopwaarde* (het transportaanbod op een bepaald knooppunt) en de x-as met de *plaatswaarde* (de intensiteit en diversiteit van de activiteiten op die locatie). Knoop- en plaatswaarden kunnen *in evenwicht zijn* (de locaties langs de diagonaal) op laag, gemiddeld of hoog niveau. Deze evenwichtsassumptie stoelt op de processen die beschreven kunnen worden door middel van de *land-use – transport feedback cycle* (Wegener en Fürst 1999). Kort gesteld leiden ingrepen in het OV-aanbod van een plek (hogere frequentie, betere bediening) tot veranderingen in ruimtegebruik en

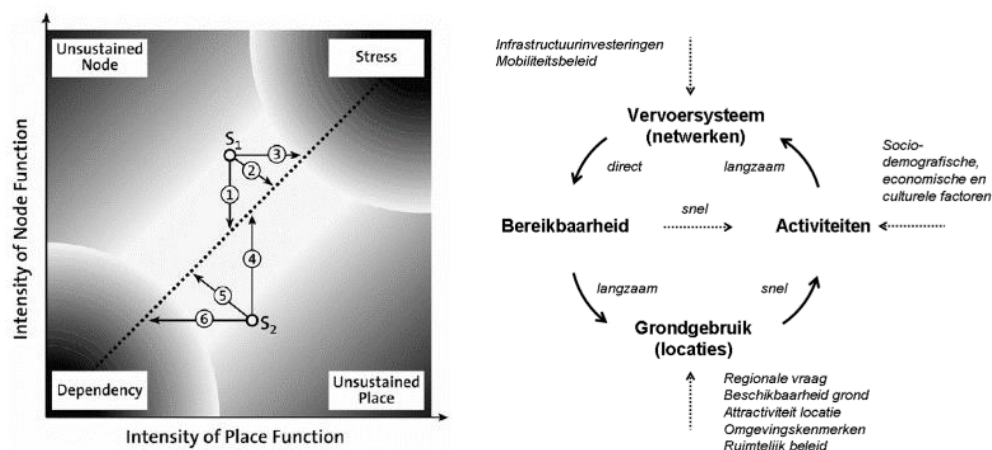
¹² In het onderzoek 'Stedenstructuur Vlaanderen' van Sum Research (2013) i.k.v. het Witboek BRV zijn reeds knoop- en plaatswaardes op systematische wijze berekend voor *een selectie van* Vlaamse en Brusselse gemeentes. Echter voltrok de analyse zich op *gemeentelijk* schaalniveau en op basis van een *beperkt aantal knoopindicatoren*.

¹³ Hoewel duurzaamheid een rekbaar begrip is, wordt de term hier in strikt ecologische zin geïnterpreteerd. Met het verduurzamen van mobiliteit wordt dan ook het verminderen van energieverbruik bedoeld.

¹⁴ Deze typering is gebaseerd op de idee van de *Network Society* zoals beschreven door Manuel Castells; "*On the one hand, stations offer a (potential) connection to several of material and immaterial flows that create value in the current "informational" (Castells 1989) mode of development. Stations are (or may become) important nodes in both transport and non-transport (e.g. business, consumption) networks. The connection to ever denser, faster and further reaching transportation systems, as well as the development there of office complexes and shopping centers are materializations of this global dimension of station locations. On the other hand, stations identify a "place", a both permanently and temporarily inhabited area of the city, a dense and diverse conglomeration of uses and forms accumulated through time, that may or may not share in the life of the node. The mixture of housing, small business premises and informal public spaces of the station's neighbourhood is an expression of this local dimension*" (Bertolini 1996, 332).

omgekeerd. Beide dimensies beïnvloeden elkaar continu en wederzijds, wat tot (tijdelijke) evenwichtssituaties leidt. Bertolini (2009) bouwde verder op dit conceptueel model door ook de invloed van politieke, economische en sociaalculturele factoren mee op te nemen (zie Figuur 2b).

Voor sommige stationsbuurten zullen beide dimensies niet in evenwicht zijn. Zo zijn er enerzijds de *overmatige knopen* die buitenproportioneel goed ontsloten zijn (locatie S_1 , bv. een pas geopend station buiten de stadskern). Anderzijds zijn er de *overmatige plaatsen* waar het voorzieningenniveau buitenproportioneel is in relatie tot de vervoersmogelijkheden (locatie S_2 , bv. een moeilijk bereikbare historische binnenstad). Ingrepen in respectievelijk ruimtelijke ontwikkelingen of mobiliteit kunnen (indien wenselijk) deze stationsbuurten dichter bij de diagonaal brengen. Beide types overmatige locaties zijn met name interessant, omdat kan worden verwacht dat zij de potentie hebben om richting een *meer gebalanceerde situatie* te evolueren (Peek 2006). Het model maakt dus inzichtelijk waar kansen liggen voor verdichting van het OV-aanbod en/of de voorzieningen en activiteiten rondom vervoersknooppunten. Het dient als *referentiekader* en legt de nadruk op *condities*. De vraag of ontwikkelingspotenties ook effectief gerealiseerd moeten en kunnen worden hangt immers van meer zaken af dan enkel transport en ruimtegebruik (zie opnieuw Figuur 2b).



Figuur 2: a) het knoop-plaatsmodel van Bertolini (bron: Reusser et al. 2008) en b) de feedback-cyclus van Wegener en Fürst (1999), aangepast door Bertolini (2009)

2.2 Operationalisering in een Vlaamse context

Tabel 1 geeft een overzicht van de indicatoren die in dit onderzoek werden gebruikt. Op meerdere vlakken verschillen de gebruikte indicatoren van deze die oorspronkelijk door Bertolini (1999) en een reeks latere studies werden opgenomen:

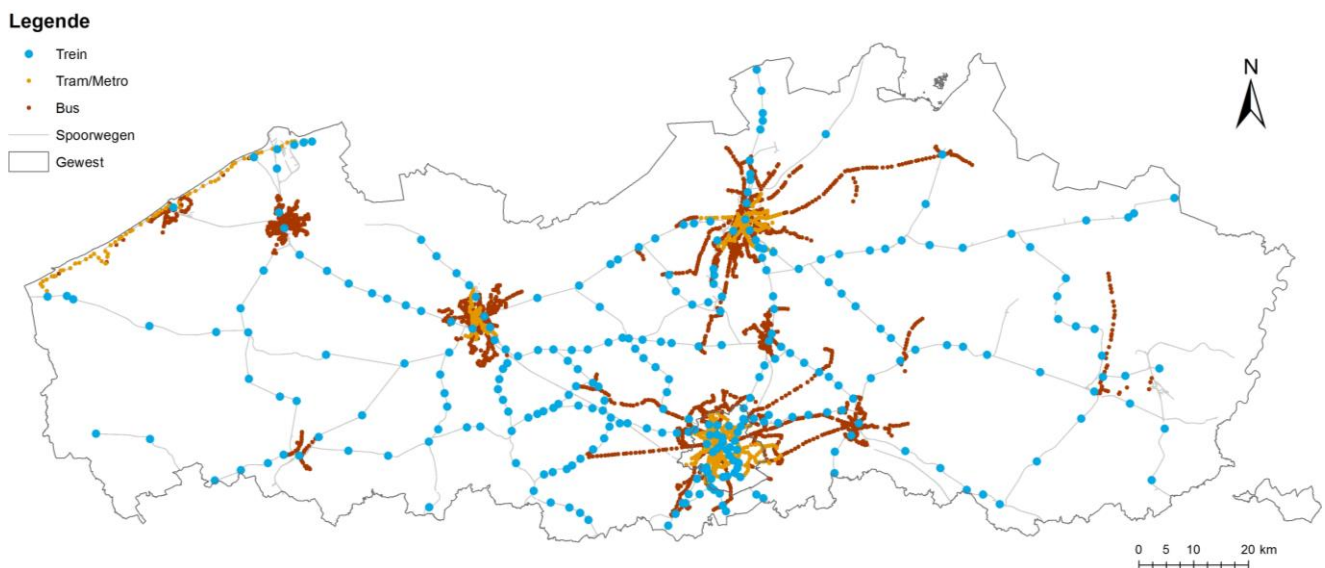
(i) De knoopindicatoren die de aspecten van het OV-netwerk meten (de SNAMUTS¹⁵-indicatoren, berekend door VITO en geoperationaliseerd in Y_1 t.e.m. Y_5) zijn innovatiever. Ze bouwen immers expliciet verder op de inzichten die door Bertolini zijn ontwikkeld (zie

¹⁵ De *Spatial Network Analysis for Multimodal Urban Transport Systems* (SNAMUTS) methodiek is oorspronkelijk ontwikkeld in Australië (Melbourne en Perth) en werd ondertussen toegepast in steden in Europa, Amerika en Azië. De methodiek is zowel geïnspireerd op de Space Syntax theorie (Hillier en Hanson 1984) als de Multiple Centrality Analysis tool (Porta et al. 2006) en berekent verschillende types toegankelijkheidskenmerken van OV-systemen. Zie Curtis en Scheurer (2010) voor meer theoretische achtergrond.

snamuts.com/more-info) en nemen bijkomende netwerkaspecten op. Bovendien zijn de indicatoren voldoende onderscheidend in ruimtelijke zin, waardoor het mogelijk wordt om een voldoende scherp onderscheid te maken tussen goede en minder goede knooppunten (Verachtert *et al.* 2016). Figuur 4 geeft een overzicht van alle 285 treinknooppunten én van de knooppunten van andere types OV die voor de berekening van sommige SNAMUTS indicatoren werden opgenomen. Buiten het grondgebied Vlaanderen werden ook alle treinstations van Wallonië in de berekeningen opgenomen én werd een selectie van buitenlandse stations opgenomen¹⁶.

(ii) Ook de *lokale* knoopindicatoren (die de transportmogelijkheden op en rondom de knoop in rekening brengen, Y_6 t.e.m. Y_8) zijn (deels) aangepast. Y_8 is overgenomen uit Bertolini's model, omdat in Vlaanderen wordt ingezet op de multimodaliteit tussen de (bedrijfs)wagen en de trein (a.h.v. het Railease abonnement van de NMBS) en er voorzichtige overheidsplannen zijn richting het systeem mobiliteitsbudget. Hoewel Bertolini's indicator 'parkeercapaciteit' hier ook een nuttige indicator zou kunnen zijn, werd ze omwille van het gebrek aan geschikte data niet overgenomen in ons model. Wel werden Y_6 en Y_7 toegevoegd. Y_6 neemt de dichtheid aan wandel- en fietspaden rond het station in rekening en geeft op die manier een indicatie van de mate waarin de buurt is aangepast aan de duurzame modi wandelen en fietsen. Tot slot houdt Y_7 rekening met de toenemende culturele inbedding van de fiets en de steile opmars van de e-bike, cargo-bikes, tricycles, fietskarren en andere¹⁷ in Vlaanderen (VRP 2016). Vlot gecombineerde verplaatsingen met deze verschillende modi bepalen immers steeds meer het TOD-potentieel van een knooppunt (VRP 2016).

(iii) Terwijl Bertolini voor de berekening van de plaatswaarde enkel inwoners- en tewerkstellingsdichtheden (en hun functionele mix) in rekening bracht, wordt in ons model ook de aanwezigheid van *voorzieningen* opgenomen. Op basis van de data die door VITO werd gerealiseerd (zie Verachtert *et al.* 2016), kon op die manier voor elke stationsbuurt in het Vlaams en Brussels Hoofdstedelijk Gewest bepaald worden in welke mate er basis-,



Figuur 3: overzicht van alle treinstations en overige OV-haltes meegenomen in de berekeningen

¹⁶ Het gaat om een selectie van spoorwegstations in het buitenland die te bereiken zijn met trein vanuit België en die gelegen zijn binnen 325 km van Antwerpen-Berchem, met bijkomende selectie naar inwonersaantal rondom het knooppunt (zie Verachtert *et al.* 2016, p. 96)

¹⁷ Hoewel de infrastructuur gekoppeld aan auto- en fietsdeelplatformen en diensten gelinkt aan het opkomende *mobility as a service* ook deel uitmaken van deze (voornamelijk grootstedelijke) mobiliteitstransitie, werden deze niet opgenomen als indicator, gezien de ruimtelijke impact hier minder structureel is (en dus minder bepalend voor het TOD-potentieel) dan de uitbouw van een fietssnelweg

Beschrijving	Berekening	Bron (actualiteit)
<i>Knoopwaarde</i>		
<u>Netwerkindicatoren</u>		
Closeness centrality	Y₁ = de gemiddelde minimale cumulatieve weerstand (in termen van snelheid en frequentie) om de afstand te overbruggen tussen het knooppunt en de andere knooppunten in het netwerk	<i>Verachtert et al. (2016)</i>
Degree centrality	Y₂ = het gemiddelde minimum aantal transfers tussen elk knooppunt en alle andere knooppunten in het netwerk	<i>Verachtert et al. (2016)</i>
Contour catchment	Y₃ = het aandeel van de inwoners en werkenden die binnen wandelafstand wonen of werken van knooppunten die men in maximum 30 minuten reistijd kan bereiken vanuit het knooppunt	<i>Verachtert et al. (2016)</i>
Nodal betweenness centrality	Y₄ = het aandeel van de paden tussen alle knooppunten in het netwerk dat loopt door het knooppunt. Daarbij wordt elk pad gewogen met een factor die bestaat uit het product tussen de contour catchment van de knooppunten aan het uiteinde van het pad, gedeeld door de cumulatieve weerstand tussen die knooppunten	<i>Verachtert et al. (2016)</i>
Nodal connectivity	Y₅ = de mate waarin een knooppunt interessant is voor het maken van transfers of reisonderbrekingen (functie van het aantal bus-, metro-, tram- en treinverbindingen die convergeren in het knooppunt en de frequentie en capaciteit van deze vervoermodi)	<i>Verachtert et al. (2016)</i>
<u>Lokale indicatoren</u>		
Slow traffic infrastructure density	Y₆ = de dichtheid van voet- en fietspaden in een straal van 3,75 km (equivalent aan 15 minuten fietstijd) rond het knooppunt	<i>Verachtert et al. (2016)</i>
Aantakking knooppunt op fietssnelwegen	Y₇ = het aantal richtingen van fietssnelwegen (zoals gedefinieerd door de Vlaamse provincies) die rechtstreeks aantakken op het knooppunt. Geplande routes die nog niet gerealiseerd zijn, werden ook opgenomen	<i>Op basis van Provincie Limburg, dienst mobiliteit (2016)</i>
Afstand tot de dichtste oprit van autosnelweg	Y₈ = de afstand in vogelvlucht van het knooppunt tot de dichtste oprit van een autosnelweg	<i>Op basis van het Wegenregister (toestand 3/6/2016), AGIV</i>
<i>Plaatswaarde</i>		
Basisvoorzieningen ¹⁸	X₁ = een geaggregeerde maat ¹⁶ voor het totale aanbod aan basisvoorzieningen rondom ¹⁹ het knooppunt, waarbij gecorrigeerd werd op afstandsverval en dalend marginaal nut	<i>Op basis van Verachtert et al. (2016)</i>
Regionale voorzieningen ¹⁵	X₂ = een geaggregeerde maat voor het totale aanbod aan regionale voorzieningen rondom het knooppunt, waarbij gecorrigeerd werd op afstandsverval en dalend marginaal nut	<i>Op basis van Verachtert et al. (2016)</i>
Metropolitane voorzieningen ¹⁵	X₃ = een geaggregeerde maat voor het totale aanbod aan metropolitane voorzieningen rondom het knooppunt, waarbij gecorrigeerd werd op afstandsverval en dalend marginaal nut	<i>Op basis van Verachtert et al. (2016)</i>
Tewerkstellingsdichtheid ¹⁵	X₄ = een geaggregeerde maat voor de tewerkstellingsdichtheid rondom het knooppunt	<i>Op basis van Verachtert et al. (2016) - brondata VKBO, FOD mobiliteit e.a.</i>
Inwonersdichtheid ¹⁵	X₅ = een geaggregeerde maat voor de inwonersdichtheid rondom het knooppunt	<i>Op basis van FOD Binnenlandse zaken, AD Crisiscentrum (2013)</i>
Ruimtebeslag ¹⁵	X₆ = het gemiddelde percentage ruimtebeslag rondom het knooppunt	<i>Op basis van Ruimte Vlaanderen (2013) en Verachtert et al. (2013)</i>

Tabel 1: Indicatoren gebruikt om de knoop- en plaatswaarden te berekenen

¹⁸ Data op ruimtelijk schaalniveau van 1 hectare

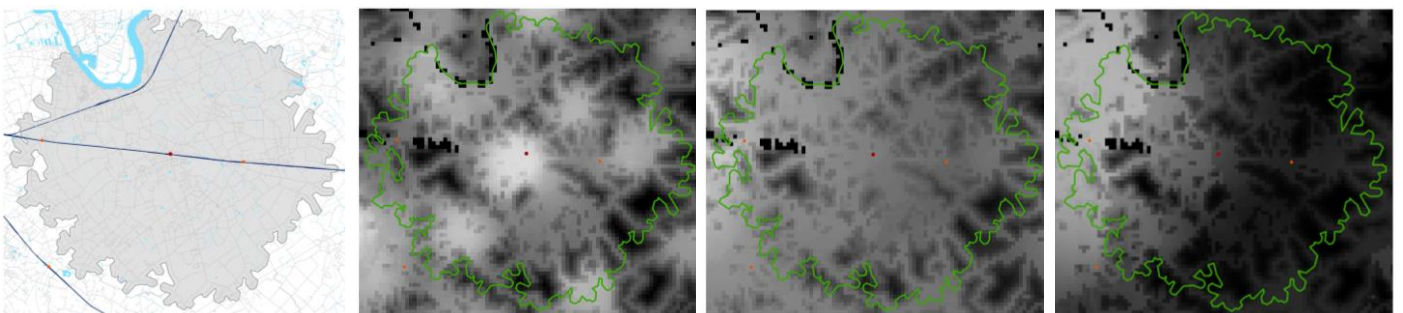
¹⁹ zie onder voor duiding bij de wijze van aggregatie en bij de afbakening van buffers rondom de knooppunten

regionale en metropolitane voorzieningen²⁰ aanwezig zijn. Deze driedeling is gebaseerd op de krijtlijnen die n.a.v. het BRV worden uitgezet.

(iv) Voor de berekening van de verschillende plaatsindicatoren per stationsbuurt moet over een *catchment area* of invloedssfeer worden beslist. De meeste Europese studies (Bertolini 1999; Reusser *et al.* 2008; Zemp *et al.* 2011; Vale 2015 e.a.) nemen een straal van 700 meter, terwijl Amerikaanse studies (Schlossberg en Brown 2004; Atkinson-Palombo en Kuby 2011 e.a.) doorgaans kiezen voor ¼ mijl (400 meter) of ½ mijl (800 meter). Deze afstanden zouden alle overeenkomen met een bewandelbare afstand van en naar de transitstops. In dit onderzoek wordt echter gekozen voor een andere aanpak. Niet enkel hebben we buffers gecreëerd op basis van het *wegennetwerk* (rekening houdend met fysieke hindernissen zoals waterlopen en niet befietsbare wegen zoals autosnelwegen); de radius wordt ook een stuk ruimer ingesteld met het oog op het toenemend belang van de (elektrische) fiets in Vlaanderen (VRP 2016) en rekening houdend met de aard van de probleemstelling die aan de basis ligt van deze studie. Met dit laatste wordt gerefereerd naar het urgente verdichtingsvraagstuk, dat om méér gaat dan een loutere herontwikkeling van stationsbuurten en bijgevolg een ruimere geografische benadering vraagt. Op basis van Martínez en Viegas (2013), die voor verschillende voorzieningen de perceptie van een korte en lange reistijd op empirische wijze hebben bepaald voor grootstedelijk Lissabon, wordt de 'lange reistijd' (18,08 min.) voor treinstations overgenomen (n=1177). Uitgaande van een gemiddelde fietssnelheid van 15 km/u, wordt de radius dus gedefinieerd op 4,52 km. Figuur 4 illustreert voor de Oost-Vlaamse gemeente Buggenhout hoe de buffer als overlay op de rasterkaarten met de drie types voorzieningen werd geplaatst, om op die manier één geaggregeerde waarde per knooppunt te kunnen berekenen. Deze aggregatie kwam tot stand door de som te nemen van alle rastercellen (1 ha) binnen elke buffer. Ook voor de indicatoren X₄ t.e.m. X₆ werd de som van de rastercellen genomen.

(v) Tot slot werd de indicator X₆ *ruimtebeslag*²¹ toegevoegd aan de plaatsindicatoren om zo de laterale uitbreidingspotentie voor toekomstige ontwikkelingen te meten.

Om tot één enkele knoop- en plaatswaarde te komen werden alle indicatoren eerst gestandaardiseerd. Vervolgens werd een gewogen gemiddelde berekend waarbij aan elke indicator hetzelfde gewicht werd toegekend.



Figuur 4: Illustratie voor de gemeente Buggenhout van de buffer en de rasterkaarten met respectievelijk basis- regionale en metropolitane voorzieningen

²⁰ Basisvoorzieningen zijn nodig om het dagelijkse leven te organiseren en deel te nemen aan de maatschappij (vb. kleuterschool, kinderopvang, bakker, ...). Regionale voorzieningen hebben een ruimer verzorgingsgebied dat verschillende kernen in de regio bedient (vb. cultureel centrum, algemeen ziekenhuis, ...). Metropolitane voorzieningen hebben een ruim bereik en het potentieel om zich internationaal te onderscheiden (vb. kennisinstellingen, monumenten, hoger onderwijs, ...). Voor een volledig overzicht van de alle voorzieningen die werden opgenomen per type, van de manier waarop afstandsvervalfuncties werden gekalibreerd en van de correcties die werden doorgevoerd op identieke voorzieningen verwijzen we naar Verachtert *et al.* (2016)

²¹ zie Poelmans en Engelen (2014) voor meer duiding bij het concept 'ruimtebeslag'

2.3 Databeperkingen

Voor sommige knooppunten die zich aan de rand van het studiegebied bevinden en waarvan de buffers overlappen met Wallonië, Frankrijk en Nederland (20 stations), worden de *plaatswaarden* systematisch onderschat, gezien de data beperkt is tot het grondgebied Vlaanderen. Verder doen zich enkele gekende problemen voor bij de samenstelling van de data m.b.t. voorzieningen, tewerkstellings- en inwonersdichtheden zoals het voorkomen van meerdere NACEBEL-codes, onzuiverheden bij de vertaling van de adressen naar x-y-coördinaten en andere. Voor meer duiding bij deze beperkingen en de manier waarop ze door VITO werden aangepakt verwijzen we naar Verachtert *et al.* 2016.

3. Resultaten

3.1 Algemene observaties

Zoals verondersteld vertonen de meeste treinstations in Vlaanderen over het algemeen een duidelijke balans tussen de knoop- en plaatswaardes. Figuur 5a illustreert de output van het model gedifferentieerd volgens gewest (eenheden uitgedrukt in z-scores). Overeenstemmend met Reusser *et al.* (2008) werd niet uitgegaan van een lineair, exponentieel of ander verband, maar werd een Loess (local regression) curve berekend. De algemene relatie oogt sterk lineair, in tegenstelling tot de bevindingen van Reusser *et al.* (2008) die een concaaf verloop vonden voor alle treinstations in Zwitserland, en daarmee Bertolini's impliciete hypothese van evenwicht langsheen de diagonaal in vraag stelden. Hoewel de indicatoren in onze studie grotendeels op andere wijze geoperationaliseerd werden, blijkt onze data hun resultaat dus niet te bevestigen.

Verder scoren de Brusselse knooppunten beduidend hoger op beide dimensies dan deze in het Vlaams Gewest. Bovendien waaiert de verdeling sterk uit naarmate de plaatswaarde toeneemt. Dit uitwaaieren is te verklaren door de grote dichtheid aan knopen in het BHG, waardoor de buffers rondom de knooppunten vaak sterk overlappen met kleine variaties in plaatswaarde maar grotere variaties in knoopwaarde, aangezien een grote hoeveelheid kleinere Brusselse stations slechts door lokale treinen worden bediend met lagere frequentie. Mede omwille van het andere soort stedelijkheid (Brussel als metropool met specifieke kenmerken op vlak van dichtheid, transport- en ruimtegebruik), beschouwen we de gewesten in wat volgt afzonderlijk.

Wanneer de conceptuele typologie van het knoop-plaatsmodel wordt toegepast op de knopen uit het Vlaams Gewest, wordt duidelijk dat er enkele *overmatige knopen* en *overmatige plaatsen* kunnen worden onderscheiden. Hoewel Bertolini (1999) geen specifieke criteria voor deze ideaaltypes heeft vastgelegd²², lijken de posities van bijvoorbeeld de haltes Mechelen, Vilvoorde en Londerzeel duidelijk te wijzen op een ondermaatse relatieve plaatswaarde en de posities van bijvoorbeeld Vijfhuizen, Wevelgem en Gentbrugge op een ondermaatse relatieve knoopwaarde. Haltes Galmaarden en Anzegem bevinden zich onderaan beide dimensies en zouden daarmee als *afhankelijk* geklasseerd worden, terwijl bijvoorbeeld Antwerpen-Berchem en Mortsel bij de knooppunten *onder stress* behoren. In het geval van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt uit Figuur 5 duidelijk dat de vele kleinere stations die deel uitmaken van het te

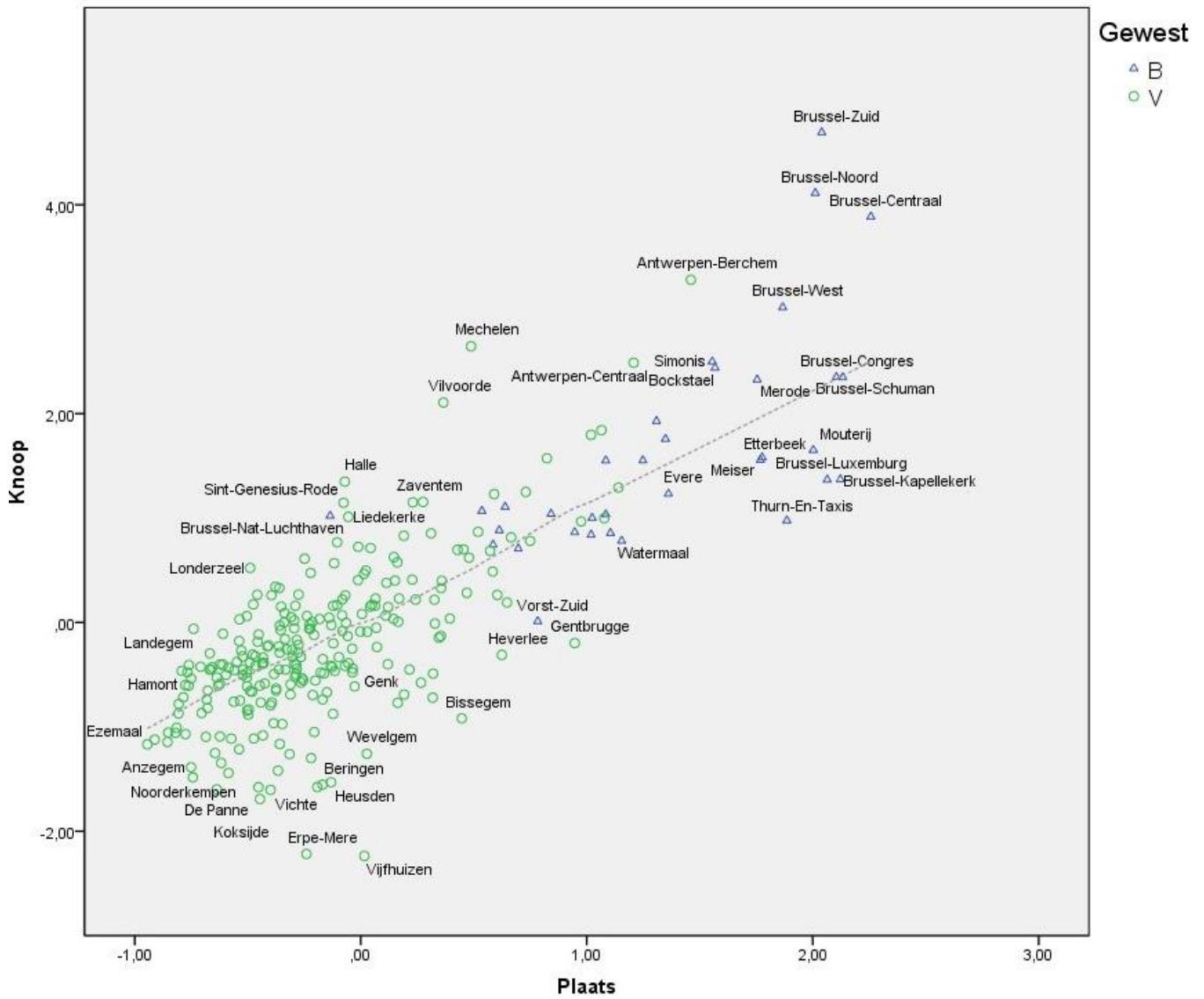
²² Monajem en Nosratian (2015) lossen dit op door zelf een eigen symmetrisch diagram over de scatterplot te projecteren, maar omwille van het arbitraire karakter van een dergelijke typering volgen wij dit bewust niet.

realiseren GEN-netwerk (zoals de recent geopende stations Mouterij en Thurn & Taxis) een meer gebalanceerde positie zullen innemen in het diagram na volledige realisatie en ingebruikname van het GEN. Verder valt op dat de drie grootste Brusselse stations een klasse apart vormen wat hun knoopwaarde betreft – het zijn statistische uitschieters met allen z-scores groter dan 3,8. Halte Brussel-Nat-Luchthaven bevindt zich dan weer aan de andere kant van het spectrum met een opvallend lage knoopwaarde, wat te wijten is aan de lage waarden voor de indicatoren Y_4 (het gaat om een eindhalte die zich niet op een *kruispunt* van assen bevindt), Y_5 (vanuit de eigenlijke halte zijn overstappen op andere OV-modi beperkt) en Y_6 (beperkte wandel- en fietsvoorzieningen in de buurt). Gezien een meer diepgaande bespreking van de haltes uit deze verschillende types aan het doel van deze verkennende paper voorbijgaat, worden de mogelijkheden die de data levert met betrekking tot gedifferentieerde ontwikkelingskansen (beknopt) besproken aan de hand van de overmatige knopen.

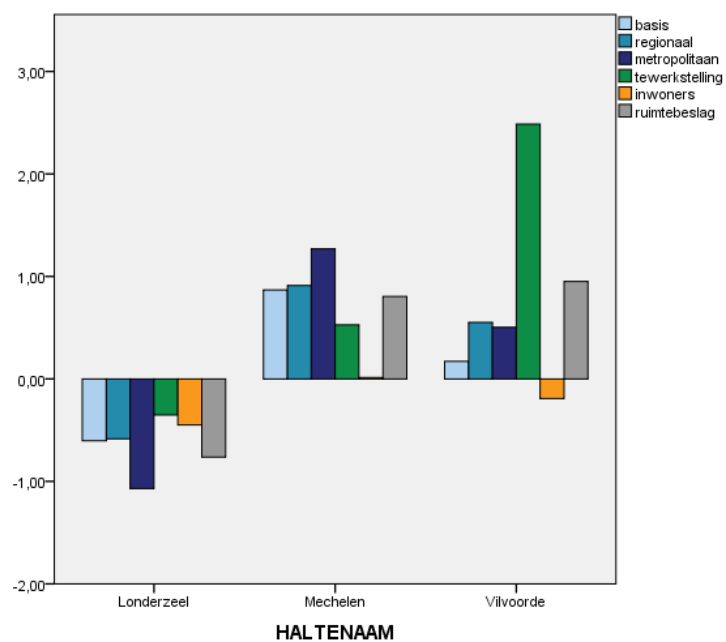
3.2 Gedifferentieerde ontwikkelingskansen

In het geval van de overmatige knopen zijn vier stereotiepe ontwikkelingspaden mogelijk: i) de knoop vervult een bijzondere functie in het netwerk waardoor het niet wenselijk is in te grijpen, ii) de knoopwaarde wordt afgebouwd, iii) de plaatswaarde wordt verhoogd of iv) beide dimensies worden aangepast. Hoewel uiteraard meerdere factoren van belang zijn in het differentiëren tussen de haalbaarheid en wenselijkheid van deze scenario's, geeft Figuur 6 een overzicht van de z-scores van de plaatsindicatoren, die reeds een generiek beeld geven van het profiel van elke stationsomgeving. Hieruit volgt dat halte Mechelen, centraal gelegen binnen de corridor Antwerpen – Brussel, een grote aanwezigheid van alle types voorzieningen kent, met in het bijzonder metropolitane voorzieningen. De lagere tewerkstellings- en vooral inwonersdichtheid zijn echter opvallend voor een knooppunt met dergelijk goeie bereikbaarheid in het netwerk en hoge score op knoopindicator Y_6 (net niet binnen de eerste 10%). Gezien Mechelen een regionale stad is met een goeie inbedding in het metropolaan kerngebied en bovendien een goeie aansluiting kent bij de Brusselse én Antwerpse arbeidsmarkt (van Meeteren *et al.* 2015), lijkt het op basis van deze resultaten een pragmatische keuze om deze stationsomgeving als mogelijke groeipool voor tewerkstellings- en inwonersdichtheid te gaan selecteren. Zoals van Meeteren *et al.* (2015) ook stellen, gaat het bij uitbreiding mogelijk om de volledige corridor tussen Antwerpen en Brussel – op voorwaarde dat de bediening van kleinere stopplaatsen wordt versterkt, wat met de plannen voor een nieuwe Noord-Zuid sneltram in het kader van het Brabantnet voor een aantal knopen ook effectief mogelijk wordt. Halte Londerzeel takt aan op deze geplande route en scoort momenteel op alle zes de plaatsindicatoren ondermaats. De gemeente wordt tot op heden verondersteld geen groei te faciliteren omdat ze niet als stedelijk gebied is aangeduid, maar een betere OV-bediening creëert wel nieuwe mogelijkheden voor verdere verdichting, zeker gezien de lage mate aan ruimtebeslag²³. Ook de knoopwaarde van halte Vilvoorde zal in de toekomst verder toenemen gezien de knoop aantakt op een andere geplande route uit het Brabantnet die Jette tangentieel met de luchthaven van Zaventem zal verbinden. Uit Figuur 6 blijkt dat vooral inzetten op een verhoogde inwonersdichtheid rondom de stationsomgeving effectief lijkt, hoewel de bedrijvigheid ten zuiden van het station mogelijks problemen i.v.m. verweefbaarheid stelt.

²³ Uiteraard dient hier bijkomend getoetst te worden met de concrete beperkingen die juridische instrumenten zoals ruimtelijke bestemmingsplannen en verordeningen opleggen.



Figuur 5: knoop-plaatsmodel voor het Vlaams en BH Gewest



Figuur 6: z-scores t.o.v. de verdeling (n=285) van de plaatsindicatoren voor 3 overmatige knopen

4. Discussie en slotbeschouwingen

Dit verkennend onderzoek waarin het knoop-plaatsmodel van Bertolini werd toegepast op de treinknopen in het Vlaams en Brussels Hoofdstedelijk Gewest, resulteerde in een werkbaar analytisch kader dat vatbaar is voor uitgebreider vervolgonderzoek. Met het oog op de beoogde beleidsimpact van deze studie – dagelijkse verplaatsingen verduurzamen door te verdichten op functioneel gemengde wijze rondom treinknooppunten – dienen echter enkele belangrijke kanttekeningen en randvoorwaarden te worden vermeld.

Vooreerst is het zo dat de literatuur tot op vandaag verdeeld is over de impact van TOD-maatregelen op de duurzaamheid van mobiliteit. Neuman stelde in 2005 dat “preliminary evidence testing the compact city vis-à-vis sustainability suggests that the relation between compactness and sustainability can be negatively correlated, weakly related or correlated in limited ways” (p. 12). Meerdere voorbeelden worden in de studie aangehaald waarin het verband tussen ruimtelijke planning en transport helemaal niet zo eenduidig blijkt. “The attempt to attain sustainability via physical means alone is non-sensical”, zo klinkt het (Neuman 2005, 23). Deze onzinnigheid is voor een deel te wijten aan de hardnekkigheid van attitudes en percepties ten aanzien van duurzame mobiliteit en van levensstijlen en residentiële voorkeuren (zie Schwanen en Mokhtarian 2005; De Vos *et al.* 2012b; De Vos *et al.* 2014). Daarnaast kan een toename aan keuzeaanbod door verbeterde bereikbaarheid de gecreëerde nabijheid voor een stuk compenseren omdat minder vaak voor de dichtstbijzijnde bestemming wordt gekozen, of kan het klassieke *reboundeffect* optreden waarbij kostenbesparingen door efficiëntere dagelijkse verplaatsingen zich bijvoorbeeld vertalen in meer of verdere recreatieve trips (zie Boussauw 2011). De ruimtelijke structuur voorziet dus slechts in de randvoorwaarden die een duurzaam verplaatsingspatroon mogelijk maken. Daarentegen is een transportbeleid dat zich op meer directe wijze richt tot het minder aantrekkelijk maken van de wagen (door autogebruik duurder of trager te maken, vb. rekeningrijden) een stuk efficiënter, zeker op korte termijn (Wegener en Fürst 1999). Toch blijft een TOD-beleid belangrijk omdat het de fundamentele en *structurele condities* schept voor een minder auto-afhankelijke mobiliteit *in de toekomst* (Wegener en Fürst 1999). Het verduurzamen van dagelijkse verplaatsingspatronen in Vlaanderen moet dan ook aangepakt worden vanuit een en-en-optiek waarbij een flankerend transportbeleid wordt gecombineerd met doordachte en proactieve TOD-georiënteerde ingrepen.

Verder is het zo dat het verduurzamen van mobiliteit in Vlaanderen zich niet beperkt tot het verminderen van autoverkeer alleen. De grootste en meest urgente uitdaging met het oog op de klimaatverandering situeert zich immers bij de meest energie-inefficiënte vorm van personenvervoer (Neuman 2005): de luchtvaart. Zowel de Vlaamse beleidsnota Mobiliteit en Openbare Werken 2014 – 2019 als het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2013 – 2020 bevatten geen specifieke secties toegewijd aan deze kwestie, terwijl ‘vaker fietsen’ als belangrijk deel van de oplossing naar voor wordt geschoven (zie ook Boussauw en Vanoutrive 2016). Deze onvolledige probleemdefinitie is verontrustend en wijst op een gebrek aan *sense of urgency*.

Tot slot bestaan de voornaamste vervolgstappen van dit onderzoek uit i) verdere analyse van de gedesaggregeerde relaties tussen de indicatoren en het optimaliseren van hun operationalisering, en ii) het uitvoeren van een clusteranalyse om op basis van sets gelijkaardige kenmerken een mogelijke typologie van potentiële TOD-buurtjes te detecteren. Dergelijke clusteranalyse kan mogelijk meer inzicht geven in de onderliggende datapatronen dan de conceptuele en ideaaltypische situaties zoals beschreven door

Bertolini. Daarnaast is het essentieel om – in lijn met de vermelde kanttekeningen en randvoorwaarden – rekening te houden met aspecten die de *vraagzijde* van mobiliteit in rekening brengen. Knooppunten analyseren op basis van hun ligging binnen de *daily urban systems* (in Vlaanderen voltrekken deze zich voornamelijk op stadsregionaal niveau) moet bijvoorbeeld reeds bijkomend inzicht geven m.b.t. hun functionele samenhang in relatie tot de knoop-en plaatswaardes uit het model. Enkel op die manier zullen de beoogde gedifferentieerde ontwikkelingskansen voor de knooppunten in Vlaanderen op gegronde wijze geformuleerd kunnen worden.

Literatuur

- Atkinson-Palombo, C., Kuby, M.J. (2011) "The geography of advance transit-oriented development in metropolitan Phoenix, Arizona, 2000 – 2007", *Journal of Transport Geography* 19, 189 – 199.
- Bertolini, L. (1996) *The Station as a Node and Place: Towards an Operationalisation* (Utrecht: Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit van Utrecht).
- Bertolini, L. (1999) "Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands", *Planning Practice & Research* 14 (2), 199 – 210.
- Bertolini, L. (2009) *De planologie van mobiliteit*. Amsterdam: Vossiuspers.
- Bertolini, L., Spit, T. (1998) *Cities on Rails. The redevelopment of Railway Station Areas*. London: Spon.
- Bertolini, L., Le Clercq F. (2003) "Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region", *Environment and Planning A* 35, 575 – 589.
- Blondia, M., De Deyn, E., Smets, M. (2011) "Regional LRT as a backbone for the peri-urban landscape in 2050 (Belgium)", UIA Conference proceeding.
- Boussauw, K. (2011) *Ruimte, regio en mobiliteit. Aspecten van ruimtelijke nabijheid en duurzaam verplaatsingsgedrag in Vlaanderen*. Garant, Antwerpen.
- Boussauw, K., Vanoutrive, T. (2016) "Transport policy in Belgium: Translating sustainability discourses into unsustainable outcomes", *Transport Policy* 53, 11 – 19.
- Braem, R. (1968) *Het lelijkste land ter wereld*. Davidsfonds, Leuven.
- BUUR (2014) <http://2014.dagmobiliteitsacademie.be/sites/default/files/3.%20Regionet%20Leuven.pdf>
- Calthorpe, P. (1993) *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press, Princeton.
- Calthorpe, P. (2011) *Urbanism in the Age of Climate Change*. Island Press.
- Canfyn, F. (2014) *Het syndroom van verkavelingsvlaanderen*. VUB press.
- Castells, M. (1989) *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring and the Urban-Regional Process*. Oxford and Cambridge: Blackwell Publishers.
- Cervero, R. en Kockelman, K. (1997) "Travel demand and the 3 D's: density, diversity and design". *Transportation Research D* 2, 199 – 219.
- Cervero, R. (1998) *The Transit Metropolis: A Global Enquiry*. Island Press, Washington.
- Curtis, C., Scheurer, J. (2010) "Planning for Sustainable Accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making", *Progress in Planning* 74 (2010), 53 – 106.
- De Decker, P. (2011) "Understanding housing sprawl: the case of Flanders, Belgium", *Environment and Planning A* 43, 1634 – 1654.
- De Rynck, F. (red.) (2003) *De eeuw van de stad. Over stadsrepublieken en rastersteden. Witboek*. Brussel: Project Stedenbeleid, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.
- De Vos, J., Van Acker, V., Witlox, F. (2012a) "Vlaanderen vs. Nederland: invloed van de ruimtelijke planning op mobiliteit", *Ruimte & Maatschappij* 3 (4), 1 – 27.
- De Vos, J., Derudder, B., Van Acker, V., Witlox, F. (2012b) "Reducing car use: changing attitudes or relocating? The influence of residential dissonance on travel behaviour", *Journal of Transport Geography* 22, 1 – 9.
- De Vos, J., Witlox, F. (2013) "Transportation policy as spatial planning tool; reducing urban sprawl by increasing travel costs and clustering infrastructure and public transportation", *Journal of Transport Geography* 33, 117 – 125.
- De Vos, J., Van Acker, V., Witlox, F. (2014) "The influence of attitudes on Transit-Oriented Development: an explorative analysis", *Transport Policy* 35, 326 – 329.
- Dehaene, M., Loopmans, M. (2003) "Een argeloze transformatie naar een diffuse stad", *Agora* 19 (3), 4 – 6.

- De Vries, J. (2014) "Planning and culture unfolded: The cases of Flanders and the Netherlands", *European Planning Studies* 23 (11), 2148 – 2164.
- Hillier B, Hanson J (1984) *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press.
- Kamruzzaman, Md., Baker, D., Washington, S., Turrell, G. (2014) "Advance transit oriented development typology: case study in Brisbane, Australia", *Journal of Transport Geography* 34, 54 – 70.
- Kesteloot, C. (2003) "Verstedelijking in Vlaanderen: problemen, kansen en uitdagingen voor het beleid in de 21e eeuw". In *De eeuw van de stad. Over stadsrepublieken en rastersteden. Voorstudies*. Brussel: Project Stedenbeleid, Ministerie Vlaamse Gemeenschap.
- Loris, I., Van Caudenberg, A., van den Berg, H. (2013) "Op maat van de mensen. Hoe 1,2 miljoen mensen en voorzieningen huisvesten tegen 2050?" Paper Plandag 2013.
- Martínez L.M. en Viegas J.M. (2013) "A new approach to modelling distance-decay functions for accessibility assessment in transport studies", *Journal of Transport Geography* 26, 87 – 96.
- Meeus, B., De Decker, P., Claessens, B. (2013) *De geest van suburbia*. Garant, Antwerpen.
- Neuman, M. (2005) "The Compact City Fallacy", *Journal of Planning Education and Research* 25 (1), 11 – 26.
- Papa, E., Bertolini, L. (2014) "Accessibility impacts of TOD experiences in European metropolitan areas", conferentiebijdrage AESOP Congres Utrecht 2014.
- Peek, G.J. (2006) *Locatiesynergie. Een participatieve start van de herontwikkeling van binnenstedelijke stationslocaties*. Eburon, Delft.
- Poelmans, L. (2010) *Modelling urban expansion and its hydrological impacts*. Doctoral dissertation. Katholieke Universiteit Leuven.
- Poelmans, L., Engelen, G. (2014) *Verklarende factoren in de evolutie van het ruimtebeslag*, eindrapport studie Ruimte Vlaanderen. http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/onderzoek/studies/Eindrapport_ruimtebeslag.pdf
- Porta S, Crucitti P, Latora V (2006) "The Network Analysis of Urban Streets: A Dual Approach". *Physica A, Statistical Mechanics and its Applications*, Vol 369, No 2.
- Reusser, D.E., Loukopoulos, P., Stauffacher, M., Scholz, R.W. (2008) "Classifying railway stations for sustainable transitions – balancing node and place functions", *Journal of Transport Geography*, 16 (3), 191 – 202.
- Schlossberg, M., Brown, N. (2004) "Comparing transit-oriented development sites by walkability indicators", *Transportation Research Record* 1887, 34 – 42.
- Schwanen, T., Mokhtarian, P. L. (2005) "What if you live in the wrong neighborhood? The impact of residential neighborhood type dissonance on distance travelled", *Transportation Research Part D Transport and Environment* 10 (2), 127 – 151.
- Sum Research (2013) *Stedenstructuur Vlaanderen*. Onderzoeksopdracht in het kader van het Witboek Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. Ruimte Vlaanderen, Brussel.
- Tindemans, H. (2016) "Stop het verkavelen, ga voor verdichting". <http://www.vrp.be/gallery/documents/vrp-activiteiten-2016/manifest-2.0/interview-verkeersspecialist228-juli2016.pdf>
- Vale, D. S. (2015) "Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon", *Journal of Transport Geography* 45, 70 – 80.
- Van Meeteren, M., Boussauw, K., Sansen, J., Storme, T., Louw, E., Meijers, E., De Vos, J., Derudder, B., Witlox, F. (2015) *Verdiepingsrapport Kritische Massa, uitgevoerd in opdracht van Ruimte Vlaanderen*.
- Van Meeteren, M., Boussauw, K., Derudder, B., Witlox, F. (2016a) "Flemish Diamond or ABC-Axis? The spatial structure of the Belgian metropolitan area", *European Planning Studies* 24 (5), 973 – 995.
- Van Meeteren, M. (2016b) *From Polycentricity to a Renovated Urban Systems Theory: Explaining Belgian Settlement Geographies*. Doctoraatsthesis.
- Verachtert, E., Meyeres I., Poelmans, L., Van der Meulen, M., Vanhulsel, M., Engelen, G. (2016) *Ontwikkelingskansen op basis van knooppuntwaarde en nabijheid voorzieningen. Eindrapport*. Studie uitgevoerd in opdracht van Ruimte Vlaanderen. VITO Rapport 2016/RMA/0545.
- VRP (2016) *Manifest Mobiliteit 2.0. Pleidooi voor een betere (stads)regionale samenhang tussen mobiliteit en ruimtelijke ontwikkeling*.
- Wegener, M., Fürst, F. (1999) *Land-Use Transport Interaction: State of the Art*. Berichte aus dem Institut für Raumplanung 46. Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, Dortmund.
- Zemp, E., Stauffacher, M., Lang, D.J., Scholz, R.W. (2011) "Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: context matters!", *Journal of Transport Geography* 19, 670 – 679.