

Openbaar vervoer in policentrische regio's

Een alternatieve invalshoek voor kwaliteitsanalyse

Bachelorthesis



Sonam Plomp

Bachelor Planologie

Faculteit Managementwetenschappen

Radboud Universiteit Nijmegen

December 2010



Radboud Universiteit Nijmegen



Openbaar vervoer in policentrische regio's

Een alternatieve invalshoek voor kwaliteitsanalyse

Bachelorthesis

Afbeelding Omslag: Grand Junction (Bownas, 2004)

Auteur: Sonam Plomp

Studentnummer: s0712558

Begeleider: Dr. Karel Martens

Bachelor Planologie

Faculteit der Managementwetenschappen

Radboud Universiteit Nijmegen

December 2010



Voorwoord

Voor u ligt het rapport van het onderzoek dat dient als sluitstuk van drie jaar studie aan de Radboud Universiteit te Nijmegen. Een sluitstuk dat geenszins eenvoudig tot stand is gekomen; enerzijds vanwege een wellicht ietwat te hoog gehalte aan ambitie en perfectionisme, anderzijds door de geregelde tussenkomst van andere zaken van belang. Soms verliep het schrijf- en denkproces traag en hortend, hetgeen regelmatig aanleiding gaf tot dagenlange overpeinzingen, zonder dat er een nieuw woord op papier verscheen: een *iteratief proces* in optima forma.

Eens te meer is het dan enigszins teleurstellend maar evenzeer leerzaam om te worden geconfronteerd met de beperkingen van een onderzoek. Vanwege de geringe toegang tot geschikte data zijn deze beperkingen echter niet meer dan gerechtvaardigd; ik denk dat ik de mogelijkheden die er lagen maximaal heb benut. Juist om die reden voel ik – en hiervoor schaam ik mij niet – toch een zekere trots bij de afronding van dit project. Bovendien is het toch vooral de creatie van een nieuw concept, de nieuwe denkwijze, die mij telkens heeft geboeid en die als centraal aspect in dit onderzoek mijns inziens goed uit de verf is gekomen. Omdat voor de verdere uitwerking van dit concept en de daadwerkelijke toepassing ervan op tal van punten inhoudelijke en methodologische verbeteringen mogelijk zijn, ben ik ervan overtuigd dat de werking van dit concept door vervolgonderzoek alsnog aan de empirie kan worden getoetst.

Mijn dank gaat uit naar Karel Martens, die mij als begeleider niet alleen van veel nuttig commentaar heeft voorzien maar mij ook wanneer ik het kon gebruiken heeft geënthousiasmeerd. Eveneens wil ik een woord van dank uitspreken richting Goudappel Coffeng en ABF Research, die mij van de broodnodige gegevens hebben voorzien. Tenslotte wil ik speciale dank richten aan mijn ouders, die mij in het schrijfproces over de nodige drempels heen hebben getild.

Arnhem, 23 november 2010

Samenvatting

Onder invloed van de mondiale discussie op vlak van milieuproblematiek en het ontstane duurzaamheidsdiscours is de grote afhankelijkheid van automobilititeit in stedelijke regio's in Nederland erkend als maatschappelijk probleem. Verdere groei van de automobilititeit is ongewenst en transitie naar openbaar vervoer als duurzame mobiliteitsvorm ligt voor de hand. Echter, alvorens een dergelijke transitie succesvol kan plaatsvinden, dienen typische tekortkomingen van openbaar vervoer ten opzichte van de auto te worden weggenomen. Onderzoek naar deze tekortkomingen is hierbij van cruciaal belang.

Diverse onderzoeken hebben verondersteld dat tekortkomingen van OV zich relatief sterk manifesteren in moderne *policentrische regio's*. De sterke ruimtelijke spreiding van activiteiten en voorzieningen die kenmerkend is voor deze regio's, resulteert – veel meer dan in de monocentrische tegenhangers waar activiteiten centraal geconcentreerd zijn – in een zeer diffuus geheel van interactiepatronen waarin inwoners zeer uiteenlopende reisherkomsten en -doelen hebben. Dit maakt het opzetten van een OV-net dat het merendeel relevante reisdoelen en -herkomsten efficiënt verbindt, zeer moeilijk. Hierdoor blijft de kwaliteit van OV-systemen, alsmede hun competitiviteit ten opzichte van de auto, in policentrische regio's aanzienlijk achter.

Voor de veronderstelde relatie tussen de vorm van een regio en OV-kwaliteit is echter nooit op systematische wijze wetenschappelijk bewijs geleverd. Door de analyse van deze relatie radicaal anders te benaderen vanuit de organisatie van vervoersnetwerken, geënt op de *Knoop-plaatstheorie* van Bertolini (1999), tracht dit onderzoek de kennis over de relatie tussen regiovorm en OV-kwaliteit aan te scherpen en een opmaat te vormen voor verdere research. Op deze wijze wordt invulling gegeven aan de lacune op het gebied van policentriciteit binnen het onderzoek naar vervoerskwaliteit. De onderzoeksvraag die uit deze doelstelling voortkomt, luidt:

In hoeverre en op welke wijze verschilt de kwaliteit van openbaar vervoer in verhouding tot de auto tussen policentrische regio's en monocentrische regio's, volgens de Knoop-plaatstheorie?

Ter beantwoording van deze vraag wordt voor een casuïstiek van zes Nederlandse stedelijke regio's de kwaliteit van het OV-systeem bepaald en afgezet tegen de vervoerskwaliteit die wordt geboden door de auto. Het kenmerk regiovorm wordt gevarieerd; hiertoe zijn drie monocentrische en drie policentrische regio's geselecteerd. Vervolgens worden de meetresultaten geanalyseerd en vergeleken om te komen tot onderlinge benchmarking van (1) de afzonderlijke regio's en (2) de policentrische- ten opzichte van de monocentrische regio's, wat betreft de relatieve OV-kwaliteit.

De analyse behoeft een meetinstrument dat een representatie van zowel vervoerskwaliteit als regiovorm incorporeert, zodat de meetresultaten op een directe wijze het verband tussen beide factoren beschrijven. Dit verbindende element kan gevonden worden in de Knoop-plaatstheorie van Bertolini (1999). Deze beredeneert dat in een regio *plaatsen* (locaties waar werkgelegenheid en activiteiten geclusterd zijn) en *knopen* (bijbehorende vervoersknooppunten) kunnen worden onderscheiden, die vaak onderling niet in balans zijn. In dit onderzoek wordt een stap verder gegaan door te veronderstellen dat de balans tussen vervoersknopen en plaatsen bepalend is voor de *kwaliteit* van een vervoerssysteem: wanneer knopen en plaatsen slecht op elkaar afgestemd zijn faciliteert een vervoerssysteem niet die verplaatsingen die mensen willen maken, hetgeen de kwaliteit van het systeem negatief beïnvloedt; de *organisatie* van het systeem is niet efficiënt.

Regiovorm wordt binnen de Knoop-plaatstheorie gerepresenteerd door de plaats-component: er wordt verondersteld dat in een policentrische regio plaatsen relatief gespreid zijn, terwijl zij in een monocentrische regio relatieve clustering vertonen. De hypothese is dat in policentrische regio's de balans tussen OV-knopen en plaatsen (ofwel: de systeemorganisatie) minder goed is dan in monocentrische

regio's, omdat de diffuse interactiepatronen die voortkomen uit de grote ruimtelijke spreiding van plaatsen niet goed door het OV-systeem kunnen worden gefaciliteerd. Omdat de auto veel minder afhankelijk van regiovorm wordt geacht, zal de kwaliteit van het OV ten opzichte van de auto in policentrische regio's achterblijven.

In de analyse worden plaatsen geoperationaliseerd op basis van het *aantal arbeidsplaatsen*. De waarde van een locatie als plaats wordt direct gevormd door het aantal arbeidsplaatsen dat er is gevestigd. Knopen worden geoperationaliseerd op basis van *reistijd*: hoe korter de gemiddelde reistijd naar een locatie vanuit alle andere locaties in een regio, des te hoger de waarde van de locatie als knoop. De balans tussen knopen en plaatsen binnen een vervoerssysteem wordt vervolgens bepaald door de correlatie van knopen en plaatsen te bepalen en per locatie de knoop-plaatsverhouding vast te stellen. Verondersteld wordt dat bij een ideale knoop-plaatsbalans de knoopwaarden van alle locaties in een regio een 1 op 1 relatie hebben met de plaatswaarde van de locatie.

Analyse van de meetresultaten biedt geen bevestiging van de hypothese: de balans tussen knopen en plaatsen is voor zowel OV als de auto niet lager, maar juist beduidend *hoger* in de policentrische regio's. Daarnaast is de invloed van plaatswaarde op de knoopwaarde veel lager dan verwacht: een stijging van de plaatswaarde van een locatie met 1 % leidt gemiddeld slechts tot een toename van de knoopwaarde met circa 0,20 %, in plaats de veronderstelde 1 op 1 stijging. Oorzaak is de *spillover* van bereikbaarheid: locaties met een kleine plaatswaarde profiteren mee van de bereikbaarheid geboden door hoogwaardige verbindingen tussen belangrijke centra. Hierdoor kunnen onbelangrijke locaties en de grote centra in veel gevallen binnen een vergelijkbare reistijd worden bereikt. De distributie van knoopwaarden over de locaties van verschillende grootte wordt hierdoor gehomogeniseerd. Doordat in monocentrische regio's de kleine plaatsen relatief kleiner zijn en de grote plaatsen relatief groter zijn dan in policentrische regio's, zorgt deze homogenisatie hier voor grotere tegenstellingen tussen locaties wat betreft knoop-plaatsverhoudingen, waardoor de knoop-plaatsbalans lager is.

De auto scoort qua knoop-plaatsbalans in monocentrische regio's veel slechter dan het OV: door de vrijwel alomtegenwoordige infrastructuur van het auto-systeem kunnen ook kleine locaties zeer goed worden bereikt. Hierdoor zijn de knoopwaarden op locaties met kleine plaatswaarden relatief hoog in vergelijking met de knoopwaarden in de grote centra, hetgeen een negatief effect heeft op de knoop-plaatsbalans van een systeem. Doordat in monocentrische regio's de kleine plaatsen relatief kleiner zijn en de grote plaatsen relatief groter zijn dan in policentrische regio's, manifesteert het negatieve effect op de knoop-plaatsbalans van het autosysteem zich meer in de monocentrische regio's.

Ten aanzien van de beantwoording van de hoofdvraag leidt deze uitkomst tot een bevestiging van de aan de hoofdvraag gekoppelde hypothese: er is ten opzichte van de auto sprake van *minder balans* tussen plaatsen en OV-knopen in policentrische regio's dan in monocentrische regio's. Desalniettemin lijkt deze bevinding geenszins voort te komen uit de verwachte mindere prestaties van OV in policentrische regio's (het tegendeel is immers het geval) maar vooral uit het slechte presteren van de auto in monocentrische regio's. Dit resultaat vloeit vooral voort uit de gebruikte methode op basis van reistijd, waarin geen rekening is gehouden met de omvangrijke spillover van bereikbaarheid in een vervoersnetwerk. Om die reden kunnen aan de hand van dit onderzoek de veronderstelde problemen van OV-systemen wat betreft policentrische regiovorm dan ook *niet* worden bevestigd.

Daarnaast is er een aanzienlijke kans dat de meetresultaten sterk zijn beïnvloed door onvolkomenheden in de operationalisatie, ingegeven door de beperkte beschikbare middelen: de invloed van locaties met een zeer grote plaatswaarde op de knoop-plaatsbalans is onevenredig groot door de excessieve weging op plaatswaarde; deze gaat uit van een 1 op 1 verhouding tussen knoop en plaats waar deze in de praktijk onmogelijk te realiseren is. Daarnaast is de toegepaste afbakening van locaties op het niveau van postcode-4-gebieden te grof om de essentiële regiovorm te kunnen representeren.

Voor de tekortkomingen op methodologisch vlak kunnen diverse oplossingen worden aangedragen. Vervanging van reistijd als meetinstrument voor knoopwaarde door centraliteit is een van de meest vitale verbeterlagen die moet worden gemaakt. De uitdaging ligt bij vervolgonderzoek deze op te pakken en de methode te perfectioneren.

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| 1. Inleiding | 1 |
| 1.1 Projectkader | 1 |
| 1.1.1 <i>Achtergrond: duurzame mobiliteit</i> | 1 |
| 1.1.2 <i>Aanleiding: beperkingen van openbaar vervoer als duurzame mobiliteitsvorm</i> | 1 |
| 1.2 Onderzoeksprofiel | 2 |
| 1.2.1 <i>Interne en externe doelstelling</i> | 2 |
| 1.2.2 <i>Onderzoeksmodel</i> | 2 |
| 1.2.3 <i>Vraagstelling</i> | 3 |
| 1.3 Leeswijzer | 4 |
| 2. Theoretisch Kader | 6 |
| 2.1 Kwaliteit van vervoerssystemen | 7 |
| 2.1.1 <i>Bereikbaarheid als representatie van kwaliteit</i> | 7 |
| 2.1.2 <i>Perceptie als representatie van kwaliteit</i> | 10 |
| 2.1.3 <i>Organisatie als representatie van kwaliteit</i> | 12 |
| 2.2 Regioform | 16 |
| 2.2.1 <i>Van monocentrische naar policentrische stad</i> | 16 |
| 2.2.2 <i>Van policentrische stad naar policentrische regio</i> | 17 |
| 2.2.3 <i>Policentrische regioform en openbaar vervoer</i> | 18 |
| 2.3 Verbinding van regioform en kwaliteit vervoerssystemen | 19 |
| 3. Methoden | 21 |
| 3.1 Onderzoeksstrategie | 21 |
| 3.2 Analysemethode | 22 |
| 3.2.1 <i>Regio's</i> | 22 |
| 3.2.2 <i>Activiteitencentra</i> | 23 |
| 3.2.3 <i>Plaatsen</i> | 24 |
| 3.2.4 <i>Knopen</i> | 24 |
| 3.2.5 <i>Knoop-plaatsbalans</i> | 25 |
| 3.2.6 <i>Vergelijking tussen regio's en tussen modaliteiten</i> | 26 |
| 3.2.7 <i>Onderzoeksmateriaal</i> | 27 |
| 4. Analyse | 28 |
| 4.1 Introductie van de onderzochte regio's | 28 |
| 4.1.1 <i>Kenmerken ten aanzien van regioform</i> | 28 |
| 4.1.2 <i>Algemene kenmerken</i> | 28 |
| 4.2 Onderzoeksresultaten | 32 |
| 4.2.1 <i>Algemeen</i> | 32 |
| 4.2.2 <i>Openbaar vervoer</i> | 33 |
| 4.2.3 <i>Auto</i> | 35 |
| 4.2.4 <i>Vergelijking openbaar vervoer-auto</i> | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3 Discussie | 41 |
| 4.3.1 <i>PC4-gebieden als representatie van activiteitencentra</i> | 41 |
| 4.3.2 <i>Significantie als demarcatie criterium</i> | 42 |
| 4.3.3 <i>Bereikbaarheidsmaat op basis van reistijd</i> | 43 |
| 4.3.4 <i>Weging van activiteitencentra naar aantal arbeidsplaatsen</i> | 44 |
| 5. Conclusie | 45 |
| 5.1 Beantwoording van de vraagstelling | 45 |
| 5.2 Slotbeschouwing | 48 |
| Literatuurlijst | 49 |

Hoofdstuk 1

Inleiding

Dit onderzoek richt zich op de analyse van de veronderstelde (problematische) relatie tussen de structuur van regio's en de kwaliteit van openbaar vervoer. In deze inleiding zullen de kenmerken van dit onderzoek en zijn betekenis binnen een wetenschappelijk en een maatschappelijk kader uiteen worden gezet. Allereerst wordt de aanleiding voor dit onderzoek besproken; vervolgens wordt aangegeven op welke wijze er wordt getracht een bijdrage te leveren aan de bestaande theorievorming op dit gebied. De interne structuur van dit onderzoek komt daarna aan bod, om te besluiten met een beknopte leeswijzer.

1.1 Projectkader

1.1.1 Achtergrond: duurzame mobiliteit

De mondiale discussie op vlak van milieuproblematiek heeft het laatste decennium een grootschalig duurzaamheidsdiscours aangewakkerd, dat over de gehele breedte van de maatschappij zijn weerslag vindt: kwesties over energieconsumptie, vervuiling en daarmee verbonden klimaatverandering zijn aan de orde van de dag. In dit debat vormt automobilititeit als voorname vervuilende en verbruikende factor één van de centrale thema's (Bertolini & Le Clerq, 2003, p. 575).

Vanuit het oogpunt van *sociale* duurzaamheid is een rechtvaardige verdeling van mobiliteit, als noodzakelijk middel voor toegang tot activiteiten (*derived need*), gewenst. In de huidige situatie waarin ruimtelijke ontwikkelingen veelal gebaseerd zijn op automobilititeit, wordt de mobiliteitsruimte van groepen die geen toegang hebben tot de auto (bijvoorbeeld wegens financiële, mentale of fysieke beperkingen) sterk gelimiteerd (Martens, 2000, pp. 139-140). Kawabata (2003, p. 1665) toont voor een drietal Amerikaanse stedelijke regio's aan dat niet-autobezitters beduidend minder kans hebben op het verkrijgen van een baan. De sterke ruimtelijke spreiding van activiteiten en werkgelegenheid in stedelijke regio's die de afgelopen halve eeuw heeft plaatsgevonden, heeft de vereiste mobiliteit aanzienlijk doen toenemen. Dit heeft de positie van niet-autobezitters verder verslechterd (Bertolini & Le Clerq, 2003, p. 576).

Het inzicht in de bovenstaande duurzaamheidskwesties heeft ertoe geleid dat automobilititeit en de grote afhankelijkheid van automobilititeit in stedelijke regio's als maatschappelijk probleem zijn erkend door politiek en wetenschap (Newman & Kenworthy, 2000, pp. 109, 113). In dichtbevolkte gebieden zoals Nederland voegt de slepende fileproblematiek in de stedelijke regio's nog een extra urgentie aan het automobilititeitsprobleem toe. Beperking van (auto-)mobiliteit (*ABC-locatiebeleid, compacte stadsbeleid*) en transitie naar meer duurzame, collectieve vormen van transport hebben daarom hun rol op de Nederlandse politieke agenda opgeëist (VROM, n.d.; Martens, 2000, pp. 117, 121).

1.1.2 Aanleiding: beperkingen van openbaar vervoer als duurzame mobiliteitsvorm

Transitie van auto naar openbaar vervoer als duurzame mobiliteitsvorm ligt voor de hand. Echter, de tekortkomingen van openbaar vervoer als alternatief voor de auto beperken de mogelijkheden die een dergelijke transitie biedt: typische kwaliteiten van het auto-systeem (alomtegenwoordigheid, gebruiksgemak, directheid, snelheid) zijn slechts in beperkte mate toepasbaar gebleken op openbaar vervoer (Schwanen, Dieleman & Dijst, 2002, p. 4). Dit leidt tot lagere prestaties en zwakke competitiviteit van openbaar vervoer ten opzichte van de auto. Benenson et al. (2010) brachten OV-prestaties in verband met bereikbaarheid en concludeerden voor de Israëlische regio Tel-Aviv dat binnen diverse reistijdgrenzen per OV slechts 2-6 % van het aantal per auto te bereiken locaties te benaderen is. Casello (2006) kwam, op basis van economische waardering van reistijd, tot de conclusie dat de auto in de Amerikaanse regio Philadelphia circa 4,1 keer méér competitief is dan het openbaar vervoer.

De schikking van de maatschappij naar de auto heeft het openbaar vervoer veelal in een achtergestelde positie gebracht. Dit geldt in het bijzonder voor *policentrische regio's* (Casello, 2006, p.2). De sterke ruimtelijke spreiding van activiteiten en voorzieningen die kenmerkend is voor deze regio's, resulteert logischerwijs – veel meer dan in de concentrische stad – in een zeer diffuus geheel van interactiepatronen waarin inwoners zeer uiteenlopende reisherkomsten en -doelen hebben. Dit maakt het opzetten van een OV-net dat het merendeel relevante reisdoelen en -herkomsten efficiënt verbindt, waarbij de passagiersvolumes per individuele lijn bovendien groot genoeg zijn om kostenefficiënte exploitatie mogelijk te maken, zeer moeilijk (Schwanen, Dieleman & Dijkstra, 2002, p. 4).

1.2 Onderzoeksprofiel

1.2.1 Interne en externe doelstelling

Voor een succesvolle omschakeling richting meer OV-gebruik is het van groot belang onderzoek te doen naar de factoren die bepalend zijn voor (1) de kwaliteit van openbaar vervoerssystemen en (2) de competitiviteit van openbaar vervoerssystemen ten opzichte van auto-systemen. Bijdragen aan kennis op het gebied van OV-kwaliteit en inzicht in de competitiviteit ten opzichte van de auto kunnen hierbij uiteindelijk uitmonden in nieuwe strategieën voor ontwikkeling en exploitatie van openbaar vervoer die het huidige kwaliteitsgat tussen auto en OV kunnen ondervangen:

“If we widen the gap between the accessibilities, more people will shift to the higher accessibility mode, which is usually private transport. On the other hand, if we narrow the gap, some people may move from private transport to public transport.” (Kwok & Yeh, 2004, p. 923)

“Developing conditions for as large as possible a share of the more environmentally friendly modes in urban mobility, while at the same time maintaining, and possibly increasing, the amount and the diversity of activity places that can be reached within an acceptable travel time.” (Bertolini & Le Clerq, 2003, p. 577)

Binnen dit onderzoek ligt op het gebied van policentriciteit nog altijd een zekere lacune: hoewel de genoemde beperkingen van openbaar vervoer ten opzichte van policentrische situaties een wezenlijke maatschappelijke kwestie vormen (de ondermaatse prestaties van het OV-netwerk in de Randstad werden door de Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2007) voornamelijk aan de slechte adaptatie van het netwerk aan de policentrische regiovorm toegeschreven) is de precieze relatie tussen regiovorm en OV-kwaliteit nooit door onderzoek op systematische wijze bewezen. Schwanen, Dieleman & Dijkstra (2003) onderzochten de relatie tussen regiovorm en daadwerkelijk OV-gebruik; veranderingen in OV-gebruik kunnen echter ook door andere factoren dan OV-kwaliteit worden veroorzaakt (bijvoorbeeld meer filevorming in policentrische regio's). Derhalve biedt dit onderzoek geen verificatie van de directe relatie tussen regiovorm en OV-kwaliteit.

Door zich toe te spitsen op deze relatie tussen regiovorm en OV-kwaliteit stelt dit onderzoek zich ten doel een toevoeging op de bestaande kennis te betekenen die kan worden ingezet om het maatschappelijke probleem dat uit deze relatie voortvloeit beter te leren begrijpen. Teneinde dit doel te bereiken komt dit onderzoek met een *nieuwe benaderingswijze* voor conceptualisatie van het OV-kwaliteitsbegrip, dat – in tegenstelling tot in conventioneel onderzoek – op een directe wijze voortvloeit uit de ruimtelijke configuratie van centra binnen een regio (de *land-use component*), als onderscheidend kenmerk van policentrische ten opzichte van monocentrische regio's. Het vertrekpunt voor deze conceptualisatie is de *Knoop-plaatstheorie* van Luca Bertolini (1999).

1.2.2 Onderzoeksmodel

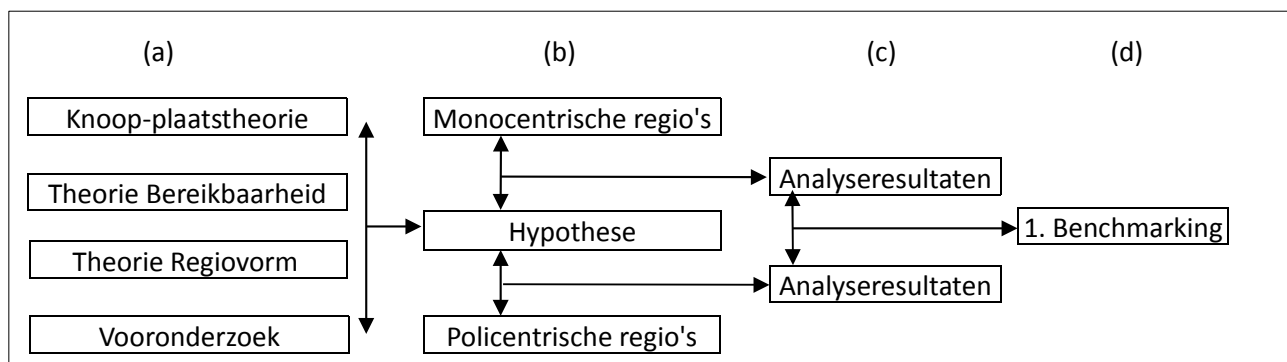
De Knoop-plaatstheorie van Bertolini beredeneert dat in een regio *plaatsen* (locaties waar werkgelegenheid en activiteiten geclusterd zijn) en *knopen* (bijbehorende vervoersknooppunten) kunnen worden onderscheiden, die vaak onderling niet in balans zijn. In dit onderzoek wordt een stap verder gegaan door te veronderstellen dat de balans tussen vervoersknopen en plaatsen een bepalende factor is voor de kwaliteit van een vervoerssysteem: wanneer OV-knopen en plaatsen slecht op elkaar afgestemd zijn faciliteert het

openbaar vervoer niet die verplaatsingen die mensen willen maken, hetgeen de kwaliteit van het systeem negatief beïnvloedt. Juist in policentrische regio's wordt een lagere mate van afstemming tussen OV-knopen en plaatsen verwacht, vanwege de in paragraaf 1.1.2 genoemde beperkingen van OV die zich manifesteren bij ruimtelijke spreiding van plaatsen in policentrische regio's. Hierdoor zal het verschil in kwaliteitsniveau tussen auto en OV relatief hoog zijn.

Uit deze veronderstelling volgt de volgende *onderzoekshypothese*: ten opzichte van de auto is er *minder balans* tussen plaatsen en OV-knopen aanwezig in policentrische regio's dan in monocentrische regio's. Oftewel: ten opzichte van het auto-netwerk sluit het OV-netwerk in policentrische regio's minder goed aan op de ruimtelijke configuratie van centra binnen de regio dan in de monocentrische regio's.

Het toetsen van deze hypothese vergt een analyse waarin de kwaliteit van OV- en autosystemen in policentrische- en monocentrische situaties worden vergeleken. Hiertoe heeft dit onderzoek de volgende opzet:

- Allereerst wordt de basis voor de analyse gelegd in een theoretisch kader (zie kolom **a** van het schematische onderzoeksmodel, weergegeven in **figuur 1.1**) bestaande uit concepten op gebied van regiovorm en kwaliteit van vervoerssystemen. De knoop-plaatstheorie fungeert als een verbindingsstuk tussen deze beide dimensies. Bereikbaarheidstheorie levert vervolgens de meetinstrumenten waarmee de knoop-plaatstheorie kan worden geoperationaliseerd.
- Na de conceptualisatie wordt in de analyse op basis van de theorie voor drie policentrische- en drie monocentrische regio's de mate van knoop-plaatbalans bepaald – zowel voor auto- als OV-knopen – (kolom **b**) en worden de analyseresultaten voor de policentrische en de monocentrische regio's met elkaar vergeleken (kolom **c**).
- Op basis van deze vergelijking kan vervolgens een onderlinge benchmarking van (1) de afzonderlijke regio's en (2) de policentrische- ten opzichte van de monocentrische regio's worden opgesteld (kolom **d**), waarmee de hypothese kan worden getoetst.



Figuur 1.1: Onderzoeksmodel. Naar: Verschuren & Doorewaard, 2007.

Het onderzoek zal niet direct leiden tot een generaliseerbare bevestiging dan wel ontkrachting van de relatie tussen OV-kwaliteit en regiovorm leiden: stedelijke regio's vormen zeer complexe onderzoeksobjecten en vertonen onderling vele verschillen; omgevingsfactoren die de OV-kwaliteit beïnvloeden zijn talrijk en deels onbekend. Aansluitend zal soortgelijk onderzoek nodig zijn om tot meer generaliseerbare uitspraken te kunnen komen; dit onderzoek tracht daarom vooral een opmaat voor verdere research te vormen door de policentrische en monocentrische cases onderling te vergelijken in een benchmark.

1.2.3 Vraagstelling

Voortvloeiend uit genoemde doelstelling en parallel aan het hierboven beschreven onderzoeksontwerp kan een vraagstelling worden uitgewerkt. Deze is hieronder weergegeven. De deelvragen zijn gesteld op het concrete niveau van het zestal onderzochte regio's; de hoofdvraag is van toepassing op het algemene niveau.

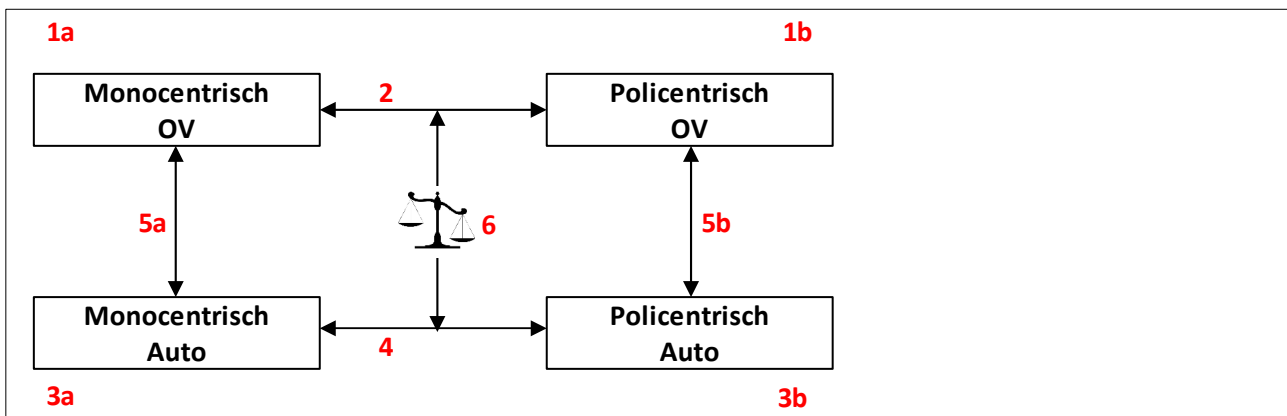
Hoofdvraag:

In hoeverre en op welke wijze verschilt de relatieve kwaliteit van openbaar vervoer (ten opzichte van de auto) tussen policentrische regio's en monocentrische regio's, volgens de Knoop-plaatstheorie?

Deelvragen:

1. In hoeverre en op welke wijze is er balans tussen OV-knopen & plaatsen volgens de Knoop-plaatstheorie, in:
 - a) de locaties met significante plaatswaarde (zie paragraaf 3.2.3) in de policentrische regio's Leiden, Dordrecht en Apeldoorn
 - b) de locaties met significante plaatswaarde in de monocentrische regio's Zwolle, Leeuwarden en Groningen
2. In hoeverre en op welke wijze is er verschil tussen de policentrische regio's enerzijds en de monocentrische regio's anderzijds, wat betreft de balans tussen OV-knopen & plaatsen voor de locaties met significante plaatswaarde? (vergelijking 1a en 1b)
3. Als 1; voor **Auto**-knopen & plaatsen
4. Als 2; voor **Auto**-knopen & plaatsen (vergelijking 3a en 3b)
5. In hoeverre en op welke wijze is er verschil tussen de balans van OV-knopen & plaatsen enerzijds en Auto-knopen & plaatsen anderzijds, in:
 - a) de locaties met significante plaatswaarde in de policentrische regio's Leiden, Dordrecht & Apeldoorn (vergelijking 1a en 3a)
 - b) de locaties met significante plaatswaarde in de monocentrische regio's Zwolle, Leeuwarden en Groningen (vergelijking 1b en 3b)
6. Welke regio's en welke regiovorm (policentrisch of monocentrisch) vertonen deze verschillen tussen balans van OV-knopen & plaatsen enerzijds en Auto-knopen & plaatsen anderzijds sterker en welke minder sterk? (vergelijking en rangschikking 2 en 4)

De structuur van deze vraagstelling is weergegeven in het onderstaande model (figuur 1.2).



Figuur 1.2: Modelweergave van de vraagstelling.

1.3 Leeswijzer

De beantwoording van deze vragen vormt de kern van dit onderzoek. Hiertoe zal allereerst een conceptueel kader worden opgezet waarin de twee theoretische kernbegrippen van het onderzoek, *regio* en *kwaliteit* van vervoerssystemen, nader worden gedefinieerd en gedetailleerd. Het gebruikte theoretisch kader wordt uiteengezet in hoofdstuk 2 van dit rapport. De concretisering van de theorie in een methodologisch ontwerp voor de analyse wordt besproken in hoofdstuk 3; hier zal aan zowel het strategisch als het inhoudelijk ontwerp aandacht worden besteed. In het vierde hoofdstuk worden de meetresultaten getoond en geanalyseerd, op basis waarvan de verschillende deelvragen kunnen worden beantwoord. Dit hoofdstuk wordt besloten met een kritisch retrospectief op de gebruikte methode, waarbij op basis van de analysesresultaten beperkingen en eventuele mogelijkheden tot verbetering worden blootgelegd. In de

conclusie, die het laatste hoofdstuk in dit rapport beslaat, zal vanuit de analyse terug worden gekoppeld naar de onderzoeksvraag en zal worden getracht deze te beantwoorden. Ook zal er worden teruggeblikt op de verworvenheden van dit onderzoek en vooruit wordt gekeken naar de mogelijkheden van vervolgonderzoek.

Hoofdstuk 2

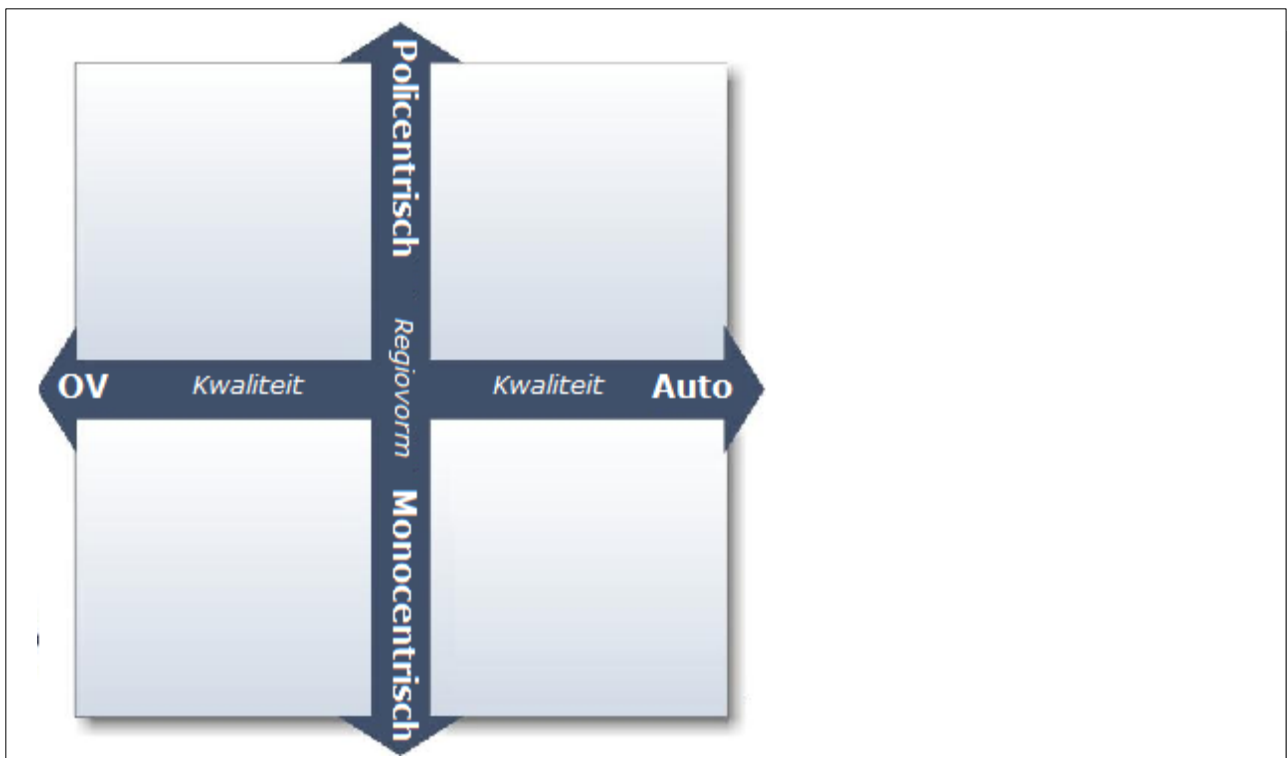
Theoretisch Kader

In dit hoofdstuk wordt, alvorens over te gaan op de kwaliteitsanalyse die de onderzoeksvraag moet beantwoorden, allereerst een ondersteunend theoretisch kader uiteengezet. Dit is van cruciaal belang, zeker gezien de multi-interpretabele aard van de materie: de bestaande literatuur toont zich evenzeer uitgebreid als uiteenlopend van karakter en laat een veelvoud van conceptuele invalshoeken zien.

Binnen dit onderzoek zijn twee theoretische hoofddimensies te onderscheiden: *kwaliteit* van een vervoerssysteem en *regiovorm* (zie **figuur 2.1**). De verklaring en toetsing van het veronderstelde verband tussen beide vormt het doel van dit onderzoek. Dienovereenkomstig vormen in dit hoofdstuk de beide dimensies de bouwstenen voor het theoretisch kader: ten eerste zal in paragraaf 1 het begrip kwaliteit worden besproken; vervolgens komt in paragraaf 2 regiovorm aan bod.

De dimensie kwaliteit heeft betrekking op de mate waarin vervoersmodaliteiten (OV versus auto) de interactiepatronen van mensen kunnen faciliteren. In de loop der tijd zijn vele methoden voor analyse van vervoerskwaliteit ontwikkeld; diverse typen, waaronder de in dit onderzoek gebruikte Knoop-plaatstheorie van Bertolini, zullen worden besproken.

De dimensie regiovorm behelst de ruimtelijke opbouw van regio's, een continuüm tussen twee grondvormen: de policentrische en de monocentrische regio. Regiovorm wordt beschouwd als een factor die in hoge mate bepalend voor de mobiliteitspatronen van bewoners (Kloosterman & Musterd, 2001, p. 625; Schwanen, Dieleman & Dijst, 2002; zie ook **figuur 2.8**) en wordt op die manier van invloed geacht op de inpasbaarheid en de prestaties van de verschillende vervoersmodaliteiten. De gevolgen hiervan (met name ten aanzien van OV) zullen worden behandeld, alsmede een korte ontstaansgeschiedenis van de policentrische regio.



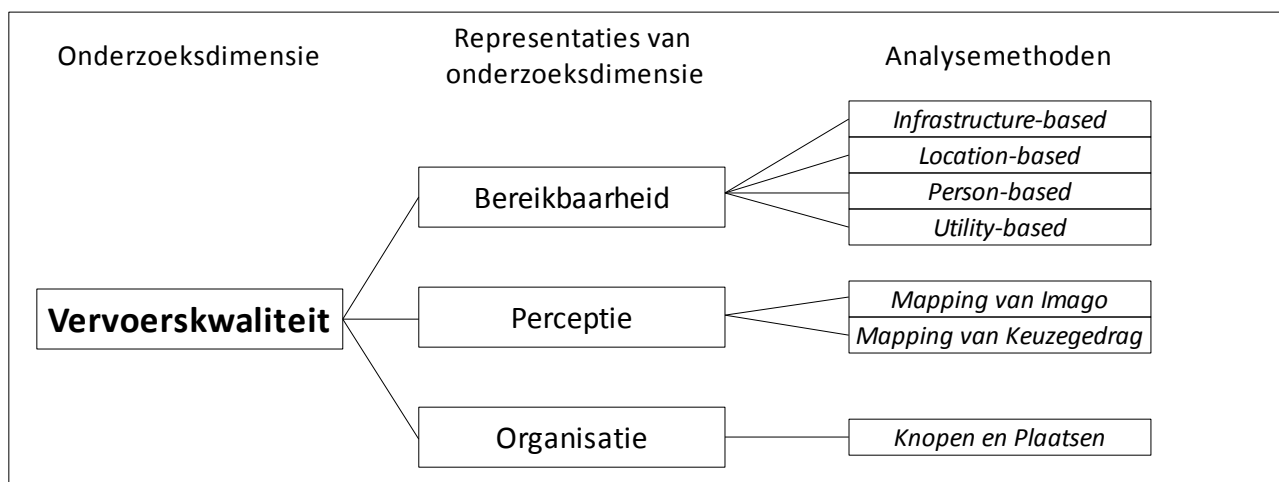
Figuur 2.1: Model van de voornaamste onderzoeksdimensies.

2.1 Kwaliteit van vervoerssystemen

Het grote aantal ruimtelijke interacties dat dagelijks in een regio plaatsvindt, heeft mobiliteit die wordt gefaciliteerd door de verschillende transportmodaliteiten en bijbehorende diensten en infrastructuur. Het *kwaliteitsniveau* van een vervoerssysteem behelst de mate waarin het de gevraagde interactie kan faciliteren. De theorievorming die in de loop der tijd is ontstaan conceptualiseert vervoerskwaliteit op diverse wijzen. In de meeste gevallen wordt de *bereikbaarheid* geanalyseerd; sommige onderzoekers nemen de *perceptie* van de gebruiker als uitgangspunt (Guiver, 2007; Beirão & Sarsfield Cabral, 2007).

De complexe aard van de onderzochte materie manifesteert zich in de grote verschillen tussen onderzoeken wat betreft hun invalshoek, focus en modellering. In veel gevallen beperkt onderzoek zich vooral tot de harde, verkeerskundige factoren van bereikbaarheid. Soms wordt er gekozen voor een meer holistische, kwalitatieve benadering.

In deze paragraaf worden deze verschillende theoretische stromingen, die alle een andere representatie van vervoerskwaliteit kiezen, ingedeeld en besproken volgens een driedelige taxonomie: naast bereikbaarheid en perceptie wordt *systeemorganisatie* in deze paragraaf aangedragen als een derde wijze waarop vervoerskwaliteit kan worden belichaamd. Voor ieder van deze drie representatiewijzen zullen vervolgens de bijbehorende analysemethoden en voorbeelden worden behandeld (zie 2.2).



Figuur 2.2: Een taxonomie van vervoerskwaliteit, leidraad in deze paragraaf.

2.1.1 Bereikbaarheid als representatie van kwaliteit

De grootste deelverzameling van onderzoek naar vervoerskwaliteit richt zich op het bieden van *bereikbaarheid* als voorwaarde voor een goed vervoerssysteem. Bereikbaarheid wordt in sommige wetenschappelijke publicaties gedefinieerd als een vrijwel een-op-een representatie van het hierboven genoemde kwaliteitsbegrip als zijnde:

“... the potential for desired interaction.” (Helling, 1998, p. 58)

“... the ability of people to reach and participate in activities ...” (Garb & Levine, in Benenson et al., 2010, p. 3)

Echter, voorbij deze generieke definities openbaart bereikbaarheid zich als een bijzonder complex, multi-dimensionaal begrip. Het opnemen van zijn dimensies in een bereikbaarheidsmaat is daarom niet mogelijk (Benenson et al., 2010, p. 5). De complexiteit voort uit een drietal bepalende karaktereigenschappen van het concept bereikbaarheid. Zij worden hieronder besproken.

Bereikbaarheid: Samengesteld begrip

Ten eerste is bereikbaarheid een *samengesteld* begrip; het is de resultante van het samenspel van vier componenten met een sterke onderlinge afhankelijkheid (Geurs & Van Wee, 2003, p. 128):

- *Land-use* component: de ruimtelijke spreiding van activiteiten en vragers van activiteiten.
- *Transportation* component: de moeite die de vrager van een activiteit moet doen om de afstand tussen zijn herkomstlocatie en de activiteit te overbruggen, gebruik makend van een bepaalde vervoersmodaliteit.
- *Temporal* component: de aan tijdstip gebonden dynamiek van beschikbaarheid van activiteiten en van beschikbare tijd van vragers om aan activiteiten deel te nemen.
- *Individual* component: de specifieke behoeften, mogelijkheden en beperkingen van individuen om aan activiteiten deel te nemen, voortkomend uit hun persoonlijke situatie.

Bereikbaarheid: Multi-interpretabel begrip

Ten tweede is bereikbaarheid *multi-interpretabel*: het begrip laat zich vanuit diverse perspectieven bekijken. Geurs & Van Wee (2003, pp. 128, 129) onderscheiden een viertal typen bereikbaarheidsmaten, ieder met een specifiek perspectief op bereikbaarheid:

- *Infrastructure-based* maten: analyseren de prestaties van de infrastructuur als belichaming van bereikbaarheid. Voorbeelden: het optreden van congestie; gemiddelde reissnelheid.
- *Location-based* maten: analyseren de bereikbaarheid van locaties vanuit ruimtelijk verspreide herkomstgebieden. Voorbeeld: het aantal inwoners dat een locatie binnen een uur kan bereiken.
- *Person-based* maten: analyseren de (beperkingen in) bereikbaarheid van activiteiten voor individuen, voortkomend uit hun persoonlijke situatie. Voorbeelden: *Time geography*, time budgets.
- *Utility-based* maten: analyseren het (economisch) nut van bereikbaarheid van activiteiten en de kosten die aan het reizen naar activiteiten verbonden zijn. Voorbeeld: *Value of travel time*.

Idealiter zou een bereikbaarheidsmaat rekening houden met alle vier de genoemde componenten van bereikbaarheid. In de praktijk ligt de focus op één of enkele componenten, afhankelijk van de toepassing (Geurs & Van Wee, 2003, pp. 128, 130). Infrastructure-based maten, bijvoorbeeld, laten de land-use component (ruimtelijke spreiding van activiteiten, die mobiliteit noodzakelijk maakt) buiten beschouwing. Hierdoor bepalen dergelijke maten alleen de prestaties van de infrastructuur an sich; niet de mate waarin de geboden mobiliteit ruimtelijke interacties kan faciliteren.

Location-based maten vormen de meest gebruikte deelverzameling bereikbaarheidsmaten. Dergelijke maten conceptualiseren bereikbaarheid veelal als volgt:

“... the number and the diversity of places of activity that can be reached within a given time limit.” (Bertolini & Le Clerq, 2003, p. 577)

“... the number of jobs within a 30 min. travel from origin locations.” (Geurs & Van Wee, 2003, p. 129)

Typisch incorporeert een location-based maat de transportation component ('de afstand die met een vervoersmodaliteit binnen 30 minuten kan worden afgelegd') en de land-use component ('het aantal activiteiten dat binnen deze afstand kan worden bereikt'). Binnen de verzameling van de location-based maten zijn verschillende subtypes te onderscheiden (Geurs & Van Wee, 2003, pp. 128-129; Martens, 2009³, pp. 16, 20):

- *Distance* maten: analyseren de verbondenheid (= onderlinge bereikbaarheid) van twee locaties in de ruimte.
- *Contour* maten: analyseren de bereikbaarheid van alle activiteiten vanuit één locatie.
- *Potential accessibility* maten: als contour maten, maar kleinere en verder weg gelegen activiteiten wegen minder zwaar (*distance decay* effect).
- *Competition* maten: als potential accessibility maten, maar de invloed van andere locaties op vraag en aanbod van activiteiten (*competition* effect) wordt verdisconteerd.

De afweging van deze subtypes bevindt zich voornamelijk op het vlak tussen werkbaarheid en interpreteerbaarheid enerzijds en theoretische zuiverheid anderzijds. Gewogen competition maten zijn theoretisch het meest compleet, maar door hun methodologische complexiteit veel bewerklijker en moeilijker te interpreteren dan ongewogen distance- en contour maten. Daarnaast bestaat bij gewogen maten altijd het gevaar van arbitraire parameterbepaling voor wegingsfactoren die de analyseresultaten sterk kan beïnvloeden.

Bereikbaarheid: Latent begrip

De derde bepalende karaktereigenschap van het concept bereikbaarheid volgt uit haar samengestelde karakter: bereikbaarheid is een *latent* begrip. Omdat het op zichzelf niet gemeten kan worden, dienen geschikte factoren als indicator te worden gekozen. Factoren zoals snelheid, directheid, betrouwbaarheid, punctualiteit & reiskosten en zachtere factoren zoals comfort, flexibiliteit & gebruiksgemak constitueren tezamen het algehele bereikbaarheidsbegrip (STIMULUS, in Beirão & Sarsfield Cabral, 2007, p. 479). Het meewegen van al deze factoren bij bereikbaarheidsanalyse vereist een dermate complexe modellering dat de meetresultaten een artefact van de methode kunnen worden; hierdoor is de zeggingskracht beperkt (Modarres, 2003, pp. 843-844). Als gevolg zijn de meeste bereikbaarheidsanalyses partieel van karakter en kiezen zij een beperkte set indicatoren. In de meeste gevallen wordt er gefocust op de harde factoren, waardoor meer verkeerskundige analyses ontstaan. Gevolg van het partiële karakter van de meeste analyses is dat zij een onvolledig inzicht in bereikbaarheid verschaffen; het toevoegen dan wel wegnemen van bepaalde factoren kan analyseresultaten drastisch beïnvloeden, zo concludeerden onder meer Benenson et al. (2010, p. 15).

Voorbeelden van bereikbaarheidsonderzoek

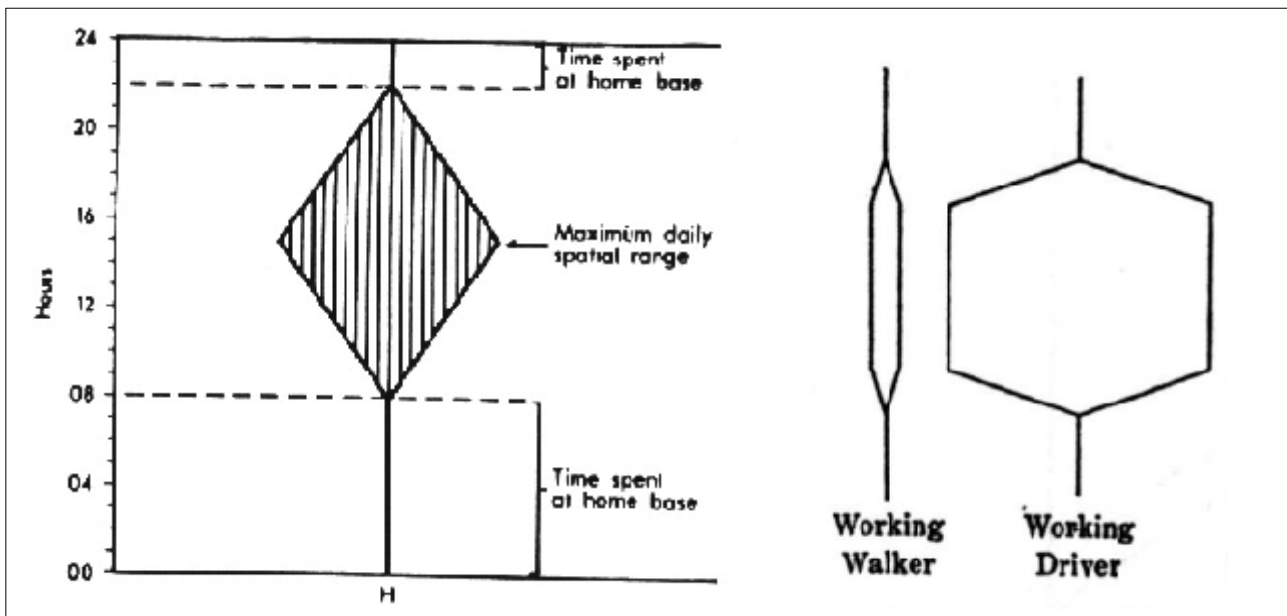
Benenson et al. (2010) gebruiken een location-based contour maat om het auto- en busvervoer in de Israëlische stadsregio Tel Aviv te vergelijken. Uit de bevindingen van het onderzoek blijkt dat in de casus van Tel Aviv het verschil in bereikbaarheid tussen auto en bus (*accessibility gaps*) tijdens de spits kleiner is onder invloed van de relatief hogere busfrequenties (*temporal* component) en congestie (*infrastructure* component). Ook laten de auteurs zien dat de accessibility gap voor woon-werkverkeer beduidend kleiner is dan voor verkeer ten behoeve van overige activiteiten (*land-use* component). Dit laatste wijst op een organisatie van het busnetwerk richting de locaties waar de belangrijkste werkgelegenheid is geconcentreerd. De accessibility gaps tussen bus en auto die zijn gevonden, zijn veel groter dan in eerder onderzoek is aangetoond. De auteurs verbinden deze opmerkelijke uitkomst aan de beter gedetailleerde modellering van OV-bereikbaarheid: door analyse op het niveau van het individuele huisadres in plaats van een buurt of zone (zoals gebruikelijk in soortgelijk onderzoek) en door het opnemen van nieuwe indicatoren zoals wachttijd, overstaptijd en voor- en natransport, wordt met bijkomende bereikbaarheidsnadelen van OV ten opzichte van de auto rekening gehouden (Benenson, Martens et al., p. 15).

Een veelgebruikte utility-based bereikbaarheidsmaat is de zogenaamde *Value of Travel Time* [VTT] methode. Sinds haar ontstaan in de jaren 1960 is de VTT-methode veelvuldig onderzocht en toegepast om de baten van nieuwe infrastructurele projecten te waarderen (Wardman, 1998, p. 285). Deze methode redeneert vanuit de veronderstelling dat tijd kostbaar is: tijd die aan reizen wordt besteed is alternatief aanwendbaar en is derhalve idealiter zo kort mogelijk. De waardebeoordeling van reistijd hangt af van het reisdoel (woon-werkverkeer wordt hoger gewaardeerd dan bijvoorbeeld verkeer naar recreatieve

bestemmingen), reisomstandigheden en persoonlijke voorkeur (Victoria Transport Policy Institute, 2002, p. 5.2-2).

Het Victoria Transport Policy Institute (2002) monetariseert naast reistijd ook alle andere factoren van bereikbaarheid – prijs en stiptheid, maar ook zachte aspecten die verband houden met comfort en gemak – in één integrale kostenwaardering (*Generalized Cost of Travel*). Op basis van casuïstiek uit eerdere onderzoeken zijn de verschillende factoren en hun relatief gewicht vastgesteld voor verschillende modaliteiten, verkeerssituaties en typen verplaatsingen. De vervoersmodaliteit met de laagste kosten voor een bepaalde reis wordt in deze theorie aangemerkt als het meest aantrekkelijke alternatief.

Time geography, een theorie die de conceptuele basis biedt voor person-based bereikbaarheidsmaten, kent zijn oorsprong bij de Zweedse geograaf Hägerstrand (1953). Deze theorie duidt dat de ruimte en tijd waarbinnen een individu zich (dagelijks) kan bewegen om aan activiteiten deel te nemen wordt ingeperkt door diverse factoren die samenhangen met zijn persoonlijke situatie en met verschillende instituties. Deze dagelijkse bewegingsruimte kan worden weergegeven in een zogenaamd *Space-Time Prism* (zie **figuur 2.3**), waarin de bewegingsruimte (*x-as*) wordt uitgezet tegen de tijd (*y-as*). Te zien is dat het niet bezitten van een auto een grote beperking vormt voor de ruimte die kan worden bereikt binnen de het tijdsbudget van een individu, met uitsluiting van alle buiten de prisma gelegen activiteiten als gevolg.



Figuur 2.3: *Space-Time Prisms* (Martens, 2009^b, pp. 11, 14).

Time geography wordt aangewend om de positie en het gedrag van verschillende bevolkingsgroepen ten aanzien van mobiliteit te analyseren en te vergelijken (bijvoorbeeld: mannen ↔ vrouwen, autogebruikers ↔ OV-gebruikers). Ook wordt time geography gebruikt bij het bestuderen van mobiliteitsvraagstukken in het licht van verdeling en rechtvaardigheid (Corbett, n.d.).

2.1.2 Perceptie als representatie van kwaliteit

De tot nu toe besproken theorieën beschouwen de kwaliteit van een transportmodaliteit alle als direct gevolg van (verschillende geselecteerde onderdelen van) bereikbaarheid: een kwalitatief hoogwaardig OV-netwerk is snel, punctueel en comfortabel.

Echter, vanuit het in paragraaf 1.1.1 gestelde ecologische duurzaamheidsperspectief kan een focus op de intrinsieke kwaliteit van een vervoerssysteem onvoldoende zijn. Omdat dit perspectief inzet op transitie van auto- naar OV-gebruik, telt uiteindelijk niet het beleidsproduct (betere verkeerskundige kwaliteit OV), maar het beleidseffect (meer gebruik van het OV in plaats van de auto, hetgeen nadrukkelijk afhankelijk is van de perceptie van de kwaliteit van OV ('imago')).

In dit licht is *perceptie* van de kwaliteit van een vervoerssysteem door (potentiële) gebruikers het uitgangspunt voor analyse. Onderzoek naar perceptie kent een sociaal-psychologische grondslag en is doorgaans kwalitatief van aard. In het verlengde ligt onderzoek naar keuzegedrag ten aanzien van vervoersmodaliteiten.

Beirão & Sarsfield Cabral (2007) beogen door middel van kwalitatieve analyse van de kwaliteitspercepties van OV in vergelijking met de auto samenhangend keuzegedrag in kaart te brengen. Zij betogen:

“... improvement in service quality can only be achieved by a clear understanding of travel behaviour and consumer needs and expectations.” (Beirão & Sarsfield Cabral, 2007, p. 478)

Teneinde een omslag naar meer OV-gebruik te bewerkstelligen, is het nodig dat OV zich schikt naar de kwaliteitseisen van (potentiële) gebruikers en op die wijze een attractiever imago verkrijgt. Beirão & Sarsfield Cabral hebben het imago van OV en auto, op basis van 24 open interviews met OV- en autogebruikers, in kaart gebracht. Uit de resultaten (zie **figuur 2.4**) blijkt dat het imago van OV en auto grotendeels is opgebouwd uit relatief zachte kwaliteitsfactoren (Beirão & Sarsfield Cabral, 2007, pp. 482, 488).

| Perceived advantages and disadvantages of buses and private car | |
|---|------------------------------------|
| Advantages | Disadvantages |
| <i>Public transport</i> | |
| Cost | Waste of time |
| Less stress | Too crowded |
| No need to drive | Lack of comfort |
| Be able to relax | Time uncertainty |
| Be able to rest or read | Lack of control |
| Travel time on bus lanes | Unreliability |
| Less pollution | Long waiting times |
| Talk to other persons on the vehicle | Need of transfers |
| | Traffic |
| | Lack of flexibility |
| | Long walking time |
| <i>Private car</i> | |
| Freedom/ independence | Cost |
| Ability to go where I want | Difficulty of parking |
| Convenience | Cost of parking |
| Rapidity | Stress of driving |
| Comfort | Traffic |
| Flexibility | Waste of time in rush-hour traffic |
| Know what I can expect | Pollution |
| Safety | Accidents |
| Having my own private space | Isolation |
| Listen to music | |

Figuur 2.4: Onderzoekresultaten (Beirão & Sarsfield Cabral, 2007, p. 482).

Daarnaast zijn kwaliteitspercepties sterk aan bias onderhevig door het optreden van discoursvorming. Guiver (2007) en Steg (2005) stellen dat er wereldwijd sprake is van een breedgedragen pro-auto-discours: de auto is niet alleen een vervoersmiddel, maar ook een welvaarts- en statussymbool, een teken van vrijheid en superioriteit, een 'way of living'. Dit vergroot de binding met de auto en daarmee de drempel voor overstap naar OV-gebruik. Tevens legt een pro-auto-discours sociale druk op; de omgeving verwacht van een individu dat hij of zij van de auto gebruik maakt. In de bedrijfsweld wordt bijvoorbeeld veelal van werknemers verwacht dat zij, door per auto te reizen, een representatief beeld afgeven (Bamberg, 2009, p. 13).

Beirão & Sarsfield Cabral (2007, pp. 483, 486) constateren een beduidend negatievere beeldvorming van OV bij autogebruikers dan bij de overige respondenten. Naast de invloed van pro-auto discourses wijten de onderzoekers dit aan de gebrekkige mate waarin informatie over de voordelen en mogelijkheden van OV deze reizigerscategorie bereikt. Door tactieken van gerichte marketing en promotie toe te passen kan het kwaliteitsbeeld van OV positief worden beïnvloed (Thogersen; in Beirão & Sarsfield Cabral, 2007, p. 486).

Hoewel de op perceptie gebaseerde methoden als aparte stroming tamelijk veel navolging vinden in wetenschappelijke kring, hebben zij hun weg naar de *mainstream* van verkeerskundig onderzoek en toepassing in verkeersbeleid nog niet kunnen vinden. Dit heeft voornamelijk te maken met de wetenschappelijke benadering, die tot nog toe voornamelijk beperkt is gebleven tot kwalitatief diepte-onderzoek, meestal op basis van enquêtering (Van Acker et al., 2010, p. 220; Hannes et al., 2010, pp. 3,4): datasets zijn beperkt in omvang, gegevens zijn betrekkelijk ongestructureerd en zeer lastig te kwantificeren. Hierdoor laten de bevindingen van dergelijke analyses zich zeer moeilijk inpassen in de algemene verkeerskundige onderzoekspraktijk, die wordt beheerst door een uitgesproken kwantitatief, positivistisch paradigma. Bovendien zijn op perceptie gebaseerde onderzoeken inherent afhankelijk van subjectieve interpretaties waarvan de validiteit en betrouwbaarheid in kwantitatieve analyses niet kan worden gewaarmerkt (Hannes et al., p. 2).

2.1.3 Organisatie als representatie van kwaliteit

De Knoop-plaatstheorie van Bertolini

De *Knoop-plaatstheorie* (*Node-place theory*) werd door Bertolini (1999) ontwikkeld om de kansen voor stedelijke ontwikkeling rondom (openbaar-) vervoersknooppunten te analyseren. Bertolini's onderzoek heeft plaatsgevonden binnen de toenmalige context van herontwikkeling van stationsgebieden (zogenaamde *sleutelprojecten*) die vanaf begin jaren 1990 een hoofdpunt op de Nederlandse ruimtelijke agenda vormde (Bureau Stedelijke Planning & TU Delft, 2009, pp. 9, 19). Het beleid met betrekking tot sleutelprojecten speelt in op het veronderstelde toenemende potentieel van stationsgebieden voor stedelijke ontwikkeling, ingegeven door de komst van hogesnelheidslijnen (HSL) die de bereikbaarheid van deze gebieden drastisch zouden vergroten.

Bertolini (1999) haakt direct in op deze veronderstelling en conceptualiseert deze als volgt: stedelijke ontwikkeling op een locatie is het resultaat van de fysieke interacties die er plaatsvinden. Interacties vinden plaats omdat op een locatie activiteiten kunnen worden ontplooid (de locatie heeft een waarde als *plaats*). Echter, de *mogelijkheden* tot interactie op een locatie worden bepaald door haar bereikbaarheid (de locatie heeft een waarde als (vervoers-) *knoop*). Op deze wijze onderscheidt Bertolini aan iedere locatie zowel een knoop als een plaats die tezamen de kansen voor interactie op een locatie bepalen.

In het optimale geval, zo veronderstelt Bertolini, is er sprake van een balans tussen de knoop- en plaatswaarde van een locatie: noch worden de kansen voor interactie beperkt door een te kleine bereikbaarheid van de locatie, noch worden er mogelijkheden tot interactie onbenut gelaten doordat op de locatie te weinig activiteiten kunnen worden ontplooid.

“This assumption of ‘equilibrium’ in the long term is coherent with the earlier discussed, broad definition of accessibility: an accessible node (a location that ‘can be reached’ in a certain degree) needs an equally accessible place (a location where ‘something can be done’ in a corresponding degree), and the other way round.” (Bertolini, 1999, p. 203)

Echter, in werkelijkheid is er altijd zekere onbalans tussen knoop en plaats, waardoor één van beide de knelpuntfactor wordt. In het geval van een overmatige plaats wordt de ontwikkeling van een locatie tegengehouden door haar beperkte bereikbaarheid; investering in bereikbaarheid is hier gewenst. Als er sprake is van een overmatige knoop, is de verschaft bereikbaarheid deels overbodig. Stedelijk ontwikkelingsbeleid dat de aantrekkelijkheid van de locatie als plaats verhoogt, kan hier een goede strategie vormen (Van Bakel, 2001, p. 13).

Het verband tussen knoop en plaats is door Bertolini (1999) inzichtelijk gemaakt in een *Knoop-plaatsmodel* (zie **figuur 2.5**, links). In een grafiek zijn knoop- en plaatswaarde aan respectievelijk de y- en de x-as verbonden. Balans tussen knoop en plaats (als ideale situatie) wordt weergegeven door de lijn $x = y$, de 'rugbybal' daar omheen toont het gebied waarbinnen een locatie duurzaam te handhaven is. Rechts bovenaan deze bal liggen zeer intensief ontwikkelde locaties waar de grenzen aan de groei bereikt zijn: de spanning in het ruimtegebruik wordt een steeds grotere 'wrijvingskracht' die groei tegenwerkt. Links

onderaan de bal is de tegengestelde toestand een feit: locaties in deze categorie genereren vrijwel geen vraag naar interactie ter plekke, noch naar bereikbaarheid. Dergelijke locaties zijn onder marktconforme omstandigheden niet levensvatbaar voor stedelijke ontwikkeling. Rechtsonder de bal liggen overmatige plaatsen; linksboven de bal liggen overmatige knopen.

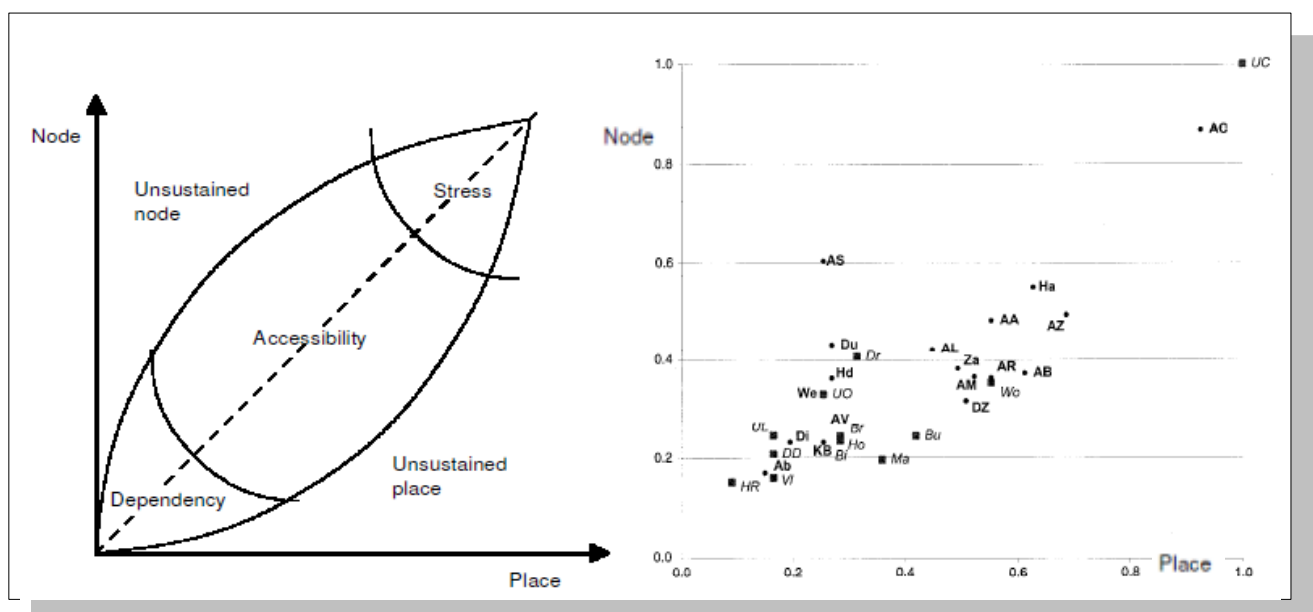
De door Bertolini ontwikkelde theorie is geoperationaliseerd voor stationslocaties door Zweedijk (1997) en Serlie (1998). De beide dimensies zijn vastgesteld als een construct van verschillende indicatoren, die op basis van multi-criteria analysis zijn afgewogen. De knoopdimensie van een locatie wordt gerepresenteerd door haar integrale bereikbaarheid voor alle onderzochte vervoersmodaliteiten tezamen. Als indicatoren zijn gekozen (Bertolini, 1999, p. 202):

- *Trein*: aantal verbindingen, dienstfrequentie, aantal stations binnen 45 minuten reizen
- *Bus, tram en metro*: aantal verbindingen, dienstfrequentie
- *Auto*: afstand tot dichtstbijzijnde snelwegoprit, parkeercapaciteit
- *Fiets*: aantal verbindingen over vrije fietspaden, stalcapaciteit

De plaatsdimensie wordt belichaamd door de hoeveelheid en verscheidenheid aan activiteiten op de locatie. Deze wordt hiertoe afgebakend als het gebied binnen een radius van 700 meter rondom het station ('loopafstand'). De indicatoren zijn (Bertolini, 1999, pp. 202, 203):

- *Aantal inwoners op locatie*
- *Aantal banen op locatie*
- *Mate van functiemenging* van activiteiten over vier economische clusters (detailhandel & horeca; educatie, gezondheid & cultuur; administratie & dienstverlening; industrie en transport)

Bertolini (1999) past aan de hand van de bovenstaande operationalisatie zijn knoop-plaatsentheorie toe op een dertigtal stationslocaties in de Randstad (zie **figuur 2.5**, rechts). Zowel de knoop- als de plaatsdimensie zijn gewaardeerd als een index ten opzichte van de locatie met de hoogste knoop- en plaatswaarde, namelijk Utrecht Centraal.



Figuur 2.5: Knoop-plaatsmodel (links) en toepassing Knoop-plaatsmodel op dertig stationslocaties in de Randstad (rechts) (Bertolini, 1999, pp. 202, 204). Rechts is dezelfde 'rugbybal-vorm' zichtbaar als links.

Er is een duidelijke clustering zichtbaar rondom de lijn $x = y$. Het station Amsterdam Sloterdijk, dat een hoge knoopwaarde stelt tegenover een vrij geringe plaatswaarde, is de meest opvallende uitzondering. Op basis van de ligging ten opzichte van de 'rugbybal' kan vervolgens per locatie het potentieel voor stedelijke ontwikkeling worden vastgesteld.

Buiten de oorspronkelijke toepassing op stedelijk ontwikkelingsbeleid is de theorie van Bertolini niet meer verder ontwikkeld. Echter, in het kader van dit onderzoek kan de theorie ook worden gebruikt als conceptualisering van organisatie, een derde belichaming van vervoerskwaliteit (na bereikbaarheid en perceptie).

De Knoop-plaatstheorie als conceptualisering van organisatie

Regulier onderzoek beoordeelt bij het toetsen van vervoerskwaliteit voornamelijk de *effectiviteit* van een vervoerssysteem. De kwaliteit op systeemniveau wordt hierbij veelal als een optelsom van de individuele kwaliteitsmetingen beschouwd. Wanneer de competitiviteit van twee modaliteiten wordt onderzocht, resulteert dit bijvoorbeeld in een vergelijking van de gemiddelde bereikbaarheid per OV en de gemiddelde bereikbaarheid per auto voor alle locaties binnen een regio.

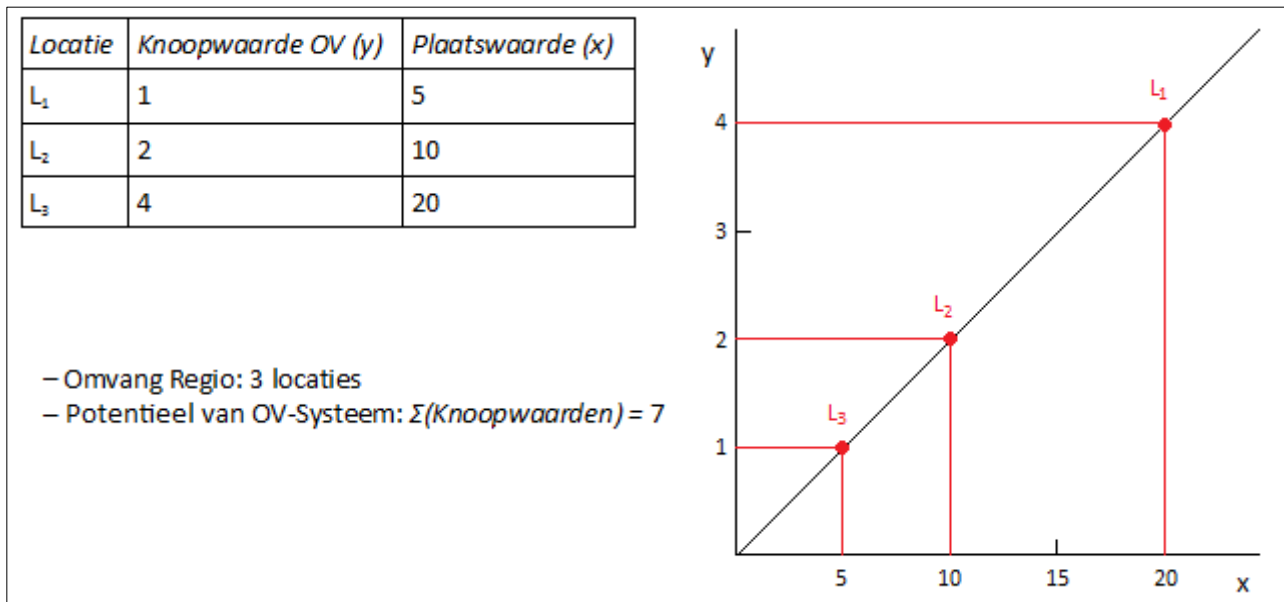
Echter, de *organisatie* van een vervoerssysteem is eveneens van invloed op de vervoerskwaliteit: een hoge bereikbaarheid per OV op systeemniveau hoeft niet automatisch te leiden tot een hoge OV-kwaliteit, wanneer het niet de gewenste locaties zijn die goed kunnen worden bereikt. Daarnaast is de lagere effectiviteit van OV-systemen ten opzichte van de auto vrijwel een gegeven (behoudens enkele zeer geurbaniseerde regio's zoals Tokyo en New York, waar OV een radicaal andere positie inneemt) (Kwok & Yeh, 2004, p. 922); hierdoor is effectiviteit op zichzelf niet altijd een even waardevolle maatstaf.

Dit maakt het interessant ook de *efficiëntie* van een vervoerssysteem te onderzoeken: hoe goed is het 'potentieel' (de totale hoeveelheid bereikbaarheid die een vervoerssysteem kan bieden) van het systeem *in situ* (transportation component) toegespitst op het faciliteren van de gewenste interacties (land-use component)? De organisatie van een vervoerssysteem is hierbij essentieel: deze bepaalt hoe het potentieel van het systeem over de te faciliteren interacties wordt verdeeld. Een efficiënte organisatie is op die wijze direct van invloed op de kwaliteit van een vervoerssysteem.

Wanneer het bovenstaande concept wordt ingepast in de theorie van Bertolini kan worden gesteld dat een optimale systeemorganisatie wordt behaald door een vervoerssysteem waarbinnen de knoop- en de plaatswaarden op alle relevante locaties met elkaar in balans zijn. Bij de allocatie van de totale bereikbaarheid (som van alle knoopwaarden) die het vervoerssysteem kan bieden, wordt iedere locatie bereikbaarheid toebedeeld die precies evenredig is aan haar plaatswaarde: de belangrijkste plaatsen zijn het best bereikbaar. Dit betekent dat alle locaties idealiter in het knoop-plaatsmodel op de lijn $x = y$ liggen (zie **figuur 2.6**)¹.

Suboptimaal functionerende systeemorganisaties leiden tot verschuiving van de bereikbaarheidsverdeling ten opzichte van het optimum $x = y$; er locaties gelegen boven en onder de lijn $x = y$. Situaties boven deze lijn krijgen een overmatig deel van de totale bereikbaarheid die het vervoerssysteem kan bieden toebedeeld; de totale bereikbaarheid blijft echter altijd gelijk. Direct gevolg is dan ook dat andere locaties een te klein deel van de totale bereikbaarheid zullen ontvangen (zij liggen onder de lijn). Knopen en plaatsen zijn hier niet volledig met elkaar in balans, oftewel: het vervoerssysteem is niet volledig toegespitst op het faciliteren van de interacties die men wenst. Op deze manier vormt de afwijking van de ideale situatie $x = y$ een kwaliteitsmaatstaf voor vervoerssystemen.

1: Uiteraard dient een der beide variabelen te worden vermenigvuldigd met een coëfficiënt, alvorens er werkelijk kan worden gesproken van een verband $x=y$. In berekeningen volgens de knoop-plaatsmethode wordt dit gedaan; voor de theorie is echter vooral het inzicht dat de verhouding tussen knoop en plaats gelijk blijft, van belang.



Figuur 2.6: Fictief voorbeeld van een OV-systeem met een optimale organisatie volgens de Knoop-plaatstheorie.

De organisatie van een vervoerssysteem is van belang voor het functioneren van zowel auto- als OV-systemen: omdat openbaar vervoer in de regel gebonden is aan een beperkte infrastructuur en een begrensd aantal vaststaande routes, bepaalt de organisatie van het systeem de mate van afstemming op de gewenste interacties en daarmee de geboden vervoerskwaliteit. Auto-systemen, daarentegen, worden niet begrensd door een lijnennet en kennen een in hoge mate alomtegenwoordige infrastructuur. De crux is vooral gelegen in de beperkte *capaciteit* van deze infrastructuur: doordat het autogebruik zeer omvangrijk is, ontstaat druk op de infrastructuur en worden de grenzen aan haar capaciteit dikwijls benaderd of overschreden. Dit resulteert in verminderde verkeersdoorstroming en dus in vertragingen, waardoor de bereikbaarheid terugloopt. De allocatie van een navenant groter aandeel wegcapaciteit aan belangrijkere interacties beperkt de vertragingen tot een minimum. Op die manier behelst de organisatie van auto-systemen in de eerste plaats de afstemming van de te verdelen wegcapaciteit op de gewenste interacties en is deze bepalend voor de geboden vervoerskwaliteit.

Omdat in zowel auto- als OV-systemen vervoerskwaliteit afhankelijk is van systeemorganisatie, kan voor beide de vervoerskwaliteit door middel van organisatie-gerelateerde maten worden geanalyseerd.

2.2 Regiovorm

Mobiliteit constitueert in hoge mate de ruimtelijke ontwikkeling. De drastische veranderingen die de auto sinds zijn opkomst in de jaren 1950 in onze ruimtelijke ordening heeft aangebracht (decentralisatie, suburbanisatie), zijn hiervan het levende bewijs. Als gevolg van deze sterke relatie zal in een regio die zich ruimtelijk naar de auto heeft ontwikkeld, een transitie naar OV-mobiliteit mogelijk problemen opleveren. Zoals vermeld in paragraaf 1.1.2, is in dit licht door vele onderzoekers vooral de relatie tussen OV-mobiliteit en policentrische regiovorm problematisch geacht. In deze paragraaf wordt dit probleem belicht; allereerst zal het begrip regiovorm nader toegelicht worden en zal een historisch ontwikkelingspad worden geschetst.

2.2.1 Van monocentrische naar policentrische stad

In de eerste helft van de 19^e eeuw veroorzaakt de industriële revolutie een ongekeerde stedelijke groei. De in eerste instantie beperkte en trage mobiliteit van de bevolking maakt het stadscentrum de best bereikbare plaats, met als gevolg dat vrijwel alle industrie en commercie zich hier vestigt. Werknemers wensen zo dicht mogelijk bij het stadscentrum te wonen om reistijden tot een minimum te beperken (Abraham, 2002, pp. 2, 6).

Dit typische voorkomen van de 19^e eeuwse stad werd voor het eerst op deze wijze beschreven door Alonso (1964). In zijn theoretisch model is de aantrekkelijkheid van een locatie als vestigingsplaats direct afhankelijk van de bereikbaarheid ten opzichte van het stadscentrum, waardoor zowel grond- en huizenprijzen als bevolkings- en bebouwingsdichtheid simpelweg als functies van de afstand tot het stadscentrum kunnen worden beschouwd (McMillen, 2001, p. 16). Dit resulteert in een urbaan gebied dat zich radiaal om één centraal punt concentreert en naar buiten toe geleidelijk in stedelijkheid afneemt; een *monocentrische* stad. Wanneer vanaf de tweede helft van de 19^e eeuw spoorwegen een explosieve groei doormaken, kunnen de steden zich in reikwijdte verder uitstrekken en maken de nieuwe stations plotseling veel nieuwe locaties bereikbaar; pendel tussen de buitenwijken en het *Central Business District* worden een kenmerkend verschijnsel (McMillen, p. 17).

Met de opkomst van de auto (in de Verenigde Staten vanaf de jaren 1920, in Nederland na de Tweede Wereldoorlog (Abraham, 2002, p. 2)) verandert het monocentrische stadsbeeld zeer drastisch: doordat de auto een individuele mobiliteit biedt (men kan – binnen de grenzen van de infrastructuur – in een continuüm van iedere locatie X naar iedere locatie Y reizen) zijn zowel bedrijvigheid als bewoners veel vrijer in de keuze voor hun vestigingslocatie. Naarmate het toenemende autobezit en de omvang van de auto-infrastructuur elkaar versterken, worden steeds meer locaties ontsloten, waardoor de auto in steeds hogere mate alomtegenwoordig wordt (Modarres, 2003, p. 843). Vanaf de jaren 1960 neemt de auto binnen de mobiliteit een steeds meer dominante positie in; de popularisering van de auto resulteert in een omvangrijke suburbanisatie. Deze vond het eerst en het sterkst plaats in de Verenigde Staten, waar autobezit zich eerder en in hogere mate manifesteerde, maar kondigt zich kort daarna ook in Europa aan (Walter, 2008, p. 4-6).

De suburbane gebieden vervullen niet enkel een residentiële functie; er ontstaan tevens excentrisch gelegen commerciële centra op snelweglocaties. In sommige regio's ontstaan *edge cities*. Dit zijn nieuw ontwikkelde brandpunten van commercie, recreatie en dienstverlening in het suburbane gebied, die zich kenmerken door hoge dichtheden en een groot activiteitspectrum, waardoor zij steden op zich worden (Garreau, 1991). De keuze voor deze locaties is resultaat van afweging van de groeiende voordelen ten opzichte van het stadscentrum bij vestiging. Deze kunnen als volgt worden omschreven:

Vestigingsvoordelen stadscentrum voor commercie:

- Grote bereikbaarheid per openbaar vervoer, stadscentrum als centraal punt OV-netwerk
- Directe toegang tot een grote lokale *labour pool*
- Agglomeratievoordelen: *face-to-face* communicatie; leveranciers en afnemers op korte afstand

Vestigingsvoordelen suburbane centra (snelweglocatie, edge city) voor commercie:

- Lagere grondprijzen maken vestiging beduidend goedkoper
- Directe aansluiting op nationale snelwegen, veelal minder congestie dan in stadscentrum
- Onder invloed van suburbanisatie soms beter bereikbaar geworden voor labour pool dan stadscentrum

(McMillen, 2001, p. 17; Martens, 2000)

Deze ontwikkeling van nieuwe suburbane centra gaat ten koste van de dominante positie van het stadshart; **figuur 2.7** illustreert de verschuiving van een duidelijke dominantie van de stadskern in 1960 naar een veel meer gelijke verdeling van activiteit tussen stadskern en suburbane centra in 1990 in elf Amerikaanse steden. Stedelijke gebieden hebben hiermee een *policentrisch* karakter gekregen; ze zijn opgebouwd rondom meerdere centra.

| | City residents working in the suburbs | | | | Suburban residents working in the city | | | |
|----------------------|--|------|------|------|---|------|------|------|
| | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 |
| Buffalo | 17.1 | 26.8 | 25.3 | 27.9 | 36.5 | 30.4 | 28.0 | 29.6 |
| Chicago | 6.6 | 16.1 | 18.4 | 22.5 | 34.6 | 27.1 | 22.5 | 25.6 |
| Cincinnati | 11.2 | 24.8 | 24.4 | 29.5 | 45.0 | 39.5 | 36.3 | 31.6 |
| Cleveland | 7.7 | 24.4 | 28.6 | 30.3 | 52.4 | 43.5 | 34.8 | 32.5 |
| Columbus | 7.8 | 19.1 | 17.7 | 24.2 | 50.6 | 54.5 | 48.1 | 49.7 |
| Detroit | 17.3 | 32.1 | 34.3 | 36.4 | 33.5 | 24.6 | 16.9 | 19.4 |
| Indianapolis | 6.1 | 18.5 | 9.8 | 12.1 | 62.3 | 44.8 | 48.7 | 48.9 |
| Milwaukee | 8.9 | 23.7 | 26.3 | 30.3 | 48.0 | 36.1 | 33.7 | 37.2 |
| Minneapolis-St. Paul | 6.6 | 19.7 | 24.5 | 29.8 | 52.1 | 43.5 | 31.2 | 30.5 |
| Pittsburgh | 11.2 | 19.1 | 20.1 | 21.4 | 16.8 | 24.6 | 26.4 | 24.3 |
| St. Louis | 8.3 | 21.1 | 24.0 | 35.9 | 36.7 | 30.0 | 25.4 | 27.9 |
| All | 9.4 | 21.2 | 21.8 | 26.2 | 36.6 | 31.8 | 27.0 | 28.4 |

Note: Data for 1990 reflect all central cities in the consolidated metropolitan statistical areas.
Source: U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, various years.

Figuur 2.7: De ontwikkeling van het aandeel in arbeidsplaatsen en bevolking van suburbane centra in de Verenigde Staten 1960-1990 (U.S. Department of Commerce, in Walter, 2008, p. 7).

2.2.2 Van policentrische stad naar policentrische regio

De snelle mobiliteitsgroei van mens, product en dienst heeft de schaal van ruimtelijke interactie sterk doen toenemen; ten opzichte van de geglobaliseerde wereldorde wordt de *regio* veelal als de functionele entiteit op lokaal niveau gezien: Van der Laan (1998) veronderstelt dat het *Daily Urban System* (de ruimte waarbinnen dagelijkse interactiepatronen plaatsvinden) zich op regionaal niveau bevindt. Ook de policentrische ontwikkeling heeft zich in grote delen van West-Europa – binnen een historische context van relatief hoge bevolkingsdichtheid en onderling nabijgelegen steden – op regionale schaal gemanifesteerd (Kloosterman & Musterd, 2001, p. 626). Deze *policentrische regio's* laten zich als volgt definiëren:

“... a collection of historically and administratively distinct smaller and larger cities located in more or less close proximity, the larger of which do not differ significantly in terms of size or overall economic and political importance.” (OTB; in Romein, 2004, p. 1)

De hoge mate van interactie tussen steden in policentrische regio's betekent een verschuiving van de oorspronkelijke *intrastedelijke* policentriciteit naar *interstedelijke* policentriciteit. Dit brengt toegevoegde complexiteit met zich mee op fysiek-ruimtelijk, economisch en politiek vlak. Daarnaast roept policentriciteit op regionale schaal nieuwe vraagstukken omtrent (OV-) mobiliteit op; hierop zal nader worden ingegaan in paragraaf 2.2.3.

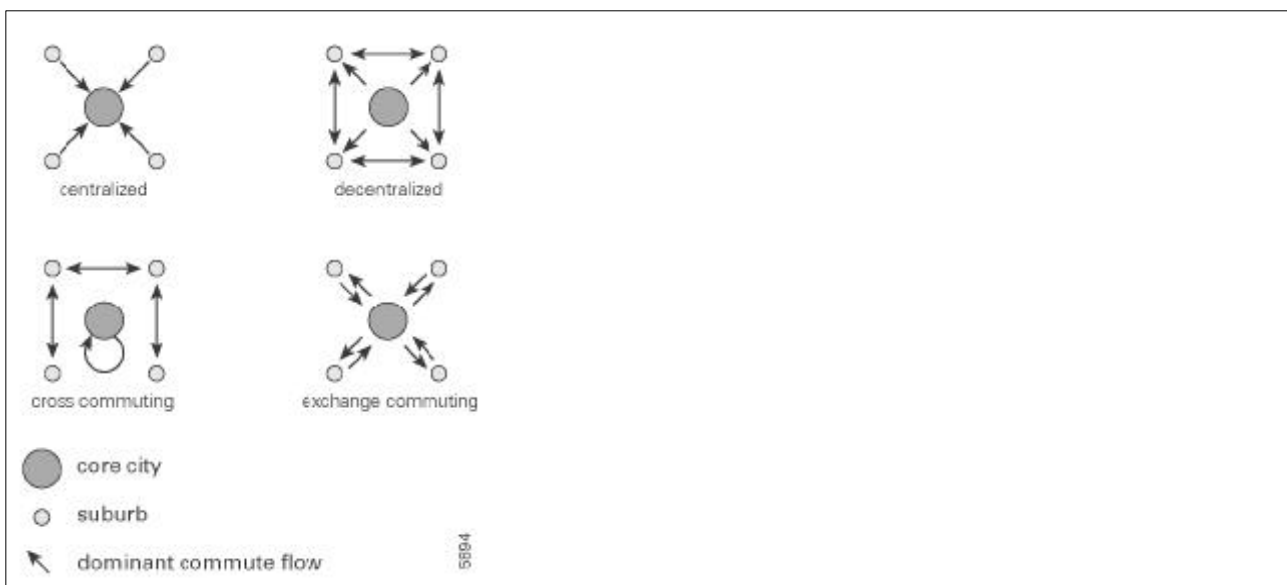
2.2.3 Policentrische regiovorm en openbaar vervoer

Openbaar vervoer kent een belangrijke beperking ten opzichte van individueel transport: omdat openbaar vervoer in nagenoeg alle gevallen een collectieve aangelegenheid is, is het nauwelijks mogelijk iedere individuele gebruiker 'van deur tot deur' naar diens gewenste bestemming te vervoeren. In plaats van deur tot deur transport is daarom een organisatie in een lijnennet met vaste opstapplaatsen noodzakelijk. In monocentrische regio's waarin de voornaamste activiteiten en voorzieningen rond één centrale locatie gebundeld zijn kan een dergelijk systeem relatief goed aansluiten op de verplaatsingspatronen en -behoeften van inwoners daar het reisdoel voor veel inwoners gelijk is. Een traditioneel OV-netwerk waarin radiale lijnen vanuit één centraal punt de woongebieden verbinden, zorgt in dit geval voor een hoge connectiviteit van de stadkern (Immers, 2006).

Echter, in de policentrische regio's die zich sinds de jaren 1960 hebben ontwikkeld en grotendeels zijn bepaald en gevormd door de ontstane automobiliteit, lijken de beperkingen van openbaar vervoer veel zwaarder te wegen. Door het uitwaaiëren van de economische activiteiten en voorzieningen van de stadscentra naar buiten toe hebben zich in deze regio's drastisch andere mobiliteitspatronen gevormd:

“The deconcentration of economic activities undermined the commuting pattern – “up the rent gradient” (Anas et al., 1998, p. 1444) – that characterised the monocentric model of people moving from the suburbs to the city centre.” (Kloosterman & Musterd, 2001, p. 625).

De op het stadscentrum gerichte pendel wordt vervangen door veel meer diffuse mobiliteitspatronen (*cross commuting, decentralized commuting*; zie **figuur 2.8**), van en naar een veelvoud van centra binnen een regio. Deze geïndividualiseerde mobiliteit wordt uitstekend gefaciliteerd door de auto; zij sluit echter niet aan bij het collectieve karakter van openbaar vervoer: de uiteenlopende, vervaagde interactiepatronen maken het opzetten van een OV-netwerk dat alle relevante reisdoelen en -herkomsten efficiënt verbindt, waarbij de passagiersvolumes per individuele lijn bovendien groot genoeg zijn om kostenefficiënte exploitatie mogelijk te maken, vrijwel onmogelijk. Hierdoor kunnen openbaar vervoerssystemen in policentrische regio's in de praktijk lang niet alle gewenste verplaatsingen efficiënt accommoderen, met als gevolg dat de kwaliteit van openbaar vervoer achterblijft: de *organisatie* van het OV-systeem sluit niet aan op de interactiepatronen. De concurrentieslag met de auto, die als gevolg van investeringen in het wegensysteem nagenoeg alomtegenwoordig is en zich volledig aan het individuele verplaatsingspatroon kan aanpassen, is dan nauwelijks te winnen (Schwanen, Dieleman & Dijst, 2002, p. 4).



Figuur 2.8: Pendelpatronen in monocentrische en policentrische regio's (Schwanen, Dieleman & Dijst, 2002, p. 25).

Tegelijkertijd lijken autoreistijden en -bereikbaarheid in policentrische regio's licht beter dan in hun monocentrische tegenhangers, vanwege de tendens van bedrijven en bewoners tot vestiging op perifere locaties met minder congestie (Gordon et al., in Schwanen, Dieleman & Dijkstra, 2002, p. 3). Door de grote onderlinge nabijheid van policentrische regio's gaat deze veronderstelling in de Randstad niet op; autoreistijden nemen hier juist toe, zo stellen Schwanen, Dieleman & Dijkstra (2003). Dit beeld wordt bevestigd in onderzoek door het OECD (2007, p. 3), waarin de onder invloed van congestie enorm teruggelopen bereikbaarheid in de Randstad – onder andere – direct in verband wordt gebracht met haar zeer dichtbebouwde policentrische structuur.

Hoewel een negatief verband tussen policentrische regiovorm en de competitiviteit van een OV-netwerk, zoals hierboven is beschreven, in veel onderzoeken wordt aangenomen, bestaat er eveneens scepsis rond deze theorie. Naast het bestaan van enkele tegenwerpingen lijkt gebrek aan systematische bewijsvoering hiervan de voornaamste oorzaak:

“... some empirical investigations suggest that polycentrism need not by definition result in larger auto dependence. In addition, the evidence about the effect of polycentrism on mode choice is rather fragmentary; few systematic analyses have been carried out that rigorously compare mode choice across metropolitan regions.” (Schwanen, Dieleman & Dijkstra, 2002, p. 3).

Andere bronnen, waaronder Newman & Kenworthy (2000, p. 118), noemen de achtergestelde positie van openbaar vervoer in regionaal beleid als een toegevoegde oorzaak van lage OV-competitiviteit in policentrische regio's: parallel aan de auto-gerichte ontwikkeling is openbaar vervoer hier vaak gedurende lange tijd ondergeschoven kind geweest. Hierdoor zijn aanzienlijke investeringen in netuitbreiding vereist om de achterstand ten opzichte van de auto in te halen en de reiziger voldoende connectiviteit te bieden. Zulke investeringen zijn financieel niet altijd haalbaar of stuiten op politieke tegenstand. Lage stedelijke dichtheden in veel policentrische regio's bemoeilijken bovendien een kostenefficiënte exploitatie.

Tenslotte verklaren onder meer Beirão & Sarsfield Cabral (2007) en Choocharukul, Van & Fujii (2008) dat pro-auto discoursen – als besproken in paragraaf 2.1.2 – in policentrische, op automobilititeit gebaseerde regio's vaak extra diep in de gemeenschap verankerd zijn. In dit kader stelden laatstgenoemde auteurs:

“Empirical results revealed that preference regarding residential location was significantly affected by behavioral intention towards car usage. Those who preferred life with frequent car use in the future would be less likely to stay in an environment with convenient public transport.”
(Choocharukul, Van & Fujii, 2008, p. 116)

2.3 Verbinding van regiovorm en kwaliteit vervoerssystemen

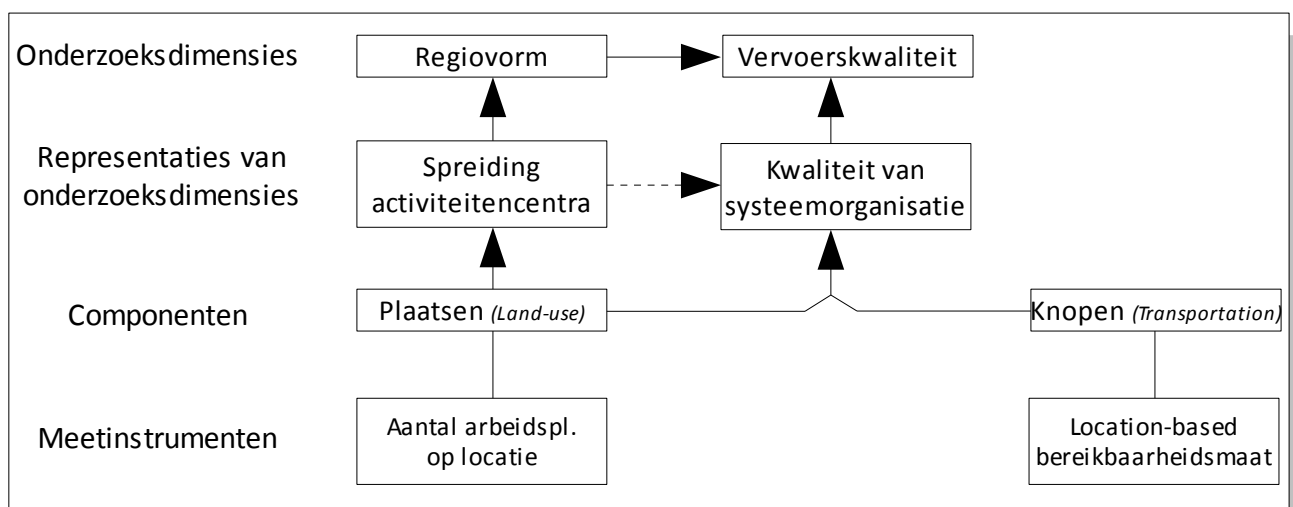
In dit hoofdstuk zijn regiovorm en vervoerskwaliteit beide op diverse manieren geconceptualiseerd. Er is uiteengezet hoe deze beide onderzoeksdimensies – onafhankelijk van elkaar – kunnen worden geconceptualiseerd. Echter, omdat dit onderzoek in de eerste plaats het *verband tussen* regiovorm en vervoerskwaliteit analyseert, is er tevens behoefte aan een overkoepelende theorie die werkt als een verbindend element tussen beide theoretische raamwerken. Deze theorie moet een kwaliteitsmaat leveren die de transportation- en de land-use component verbindt en bovendien moet de land-use component een directe representatie van regiovorm bieden. In het meeste reguliere, location-based bereikbaarheidsonderzoek is dit laatste niet het geval: maten (bijvoorbeeld: 'het aantal activiteiten dat binnen 30 minuten kan worden bereikt') onderkennen de invloed van land-use op vervoerskwaliteit, maar zeggen op geen enkele wijze iets over de wijze van land-use (= regiovorm) *op zichzelf*. Hierdoor is het niet mogelijk de regiovorm en vervoerskwaliteit te verbinden.

Dit verbindende element kan wél gevonden worden in de Knoop-plaatstheorie van Bertolini (1999): zoals beschreven in paragraaf 2.1, kan deze theorie worden gebruikt om de organisatie van een vervoersnetwerk – als representatie van vervoerskwaliteit – te analyseren. Tegelijkertijd incorporeert deze theorie een representatie van regiovorm in haar plaats-component, door *activiteitencentra* te kiezen als eenheid waarvoor vervoerskwaliteit wordt bepaald. De spreiding van deze activiteitencentra is bepalend voor

regioform, zo werd geconcludeerd in paragraaf 2.2. Een relatief gespreide situering van activiteitencentra over de regio is *inherent* aan de policentrische regioform; een relatieve concentratie is *inherent* aan de monocentrische vorm. In de Knoop-plaatstheorie worden deze activiteitencentra belichaamd door plaatsen, terwijl de vervoerskwaliteit wordt belichaamd door de balans tussen knopen en plaatsen (de organisatie van het systeem).

Verondersteld wordt dat de inherente grotere spreiding van activiteiten in policentrische regio's een negatieve invloed heeft op relatieve kwaliteit van OV (zie paragraaf 2.2.3), doordat de organisatie van het OV-systeem niet kan aansluiten op de interactiepatronen. Vertaald naar de Knoop-plaatstheorie betekent dit dat in policentrische regio's minder balans tussen OV-knopen (vergeleken met auto-knopen) en plaatsen aanwezig is dan in monocentrische regio's, als gevolg van de grotere spreiding van plaatsen die als inherent aan policentriciteit wordt verondersteld. Op deze manier kunnen met de Knoop-plaatstheorie regioform en vervoerskwaliteit direct in één analysemethode worden geïncorporeerd.

De verbindende functie van deze theorie is nogmaals samengevat in **figuur 2.9**. In deze figuur is te zien hoe de beide onderzoeksdimensies en hun onderlinge causale verband worden geoperationaliseerd.



Figuur 2.9: Raamwerk voor de operationalisering van de theorie van Bertolini.

Hoofdstuk 3

Methoden

3.1 Onderzoeksstrategie

De onderzoeksstrategie is een samenstelling van diverse aspecten: de aard van onderzoeksobjecten, -gegevens en -methoden, de wijze van gegevensverzameling; alle bepalen zij het uiteindelijke karakter van een onderzoek. Hieronder zal de wijze waarop deze elementen hun plaats in dit onderzoek hebben gevonden, kort worden toegelicht.

Binnen dit onderzoek wordt de relatieve OV-kwaliteit van zes regio's geanalyseerd, teneinde het verband tussen regiovorm en relatieve OV-kwaliteit te toetsen. Verondersteld wordt dat in policentrische regio's de relatieve OV-kwaliteit (ten opzichte van de auto) lager ligt dan in monocentrische regio's. De toetsing van dit verband is *statistisch* van aard; deze heeft betrekking op de situatie van 2008 (de gebruikte gegevens hebben betrekking op dit jaar). De regio's die als onderzoeksobject dienen zijn geselecteerd op basis van hun duidelijk mono- dan wel policentrische eigenschappen, volgend uit een tweetal bestaande onderzoeken.

Het onderzoeksmateriaal waarop de analyse van de regio's is gebaseerd behelst numerieke bereikbaarheidsdata, die op *kwantitatieve* wijze worden verwerkt. Echter; het externe doel dat door deze kwantitatieve onderzoeksmethode wordt gediend is veel meer kwalitatief van aard: eens te meer omdat een zestal casussen – zeker op dit onderzoeksterrein, waar de complexe werkelijkheid per casus telkens zal verschillen – geen generaliseerbaarheid mogelijk maken, tracht dit onderzoek vooral een inventarisatie van de werking en gebruiksmogelijkheden van een nieuwe theoretische invalshoek op OV-kwaliteitsonderzoek te vormen. De kwantificering is goedbeschouwd meer een middel dan een doel op zichzelf.

De bovenstaande eigenschappen maken een indeling bij een archetypisch onderzoeksdesign lastig: het onderzoek bevat zowel kwalitatieve als kwantitatieve kenmerken en het aantal onderzoekseenheden is absoluut te beperkt voor een survey, maar te groot voor een case study. Daar de situaties die worden onderzocht niet kunnen worden geïsoleerd van hun natuurlijke context en de variabelen regiovorm en OV-kwaliteit niet manipulatief zijn (zij kunnen niet kunstmatig worden gevarieerd), is het gebruik van een experiment als onderzoeksdesign uitgesloten.

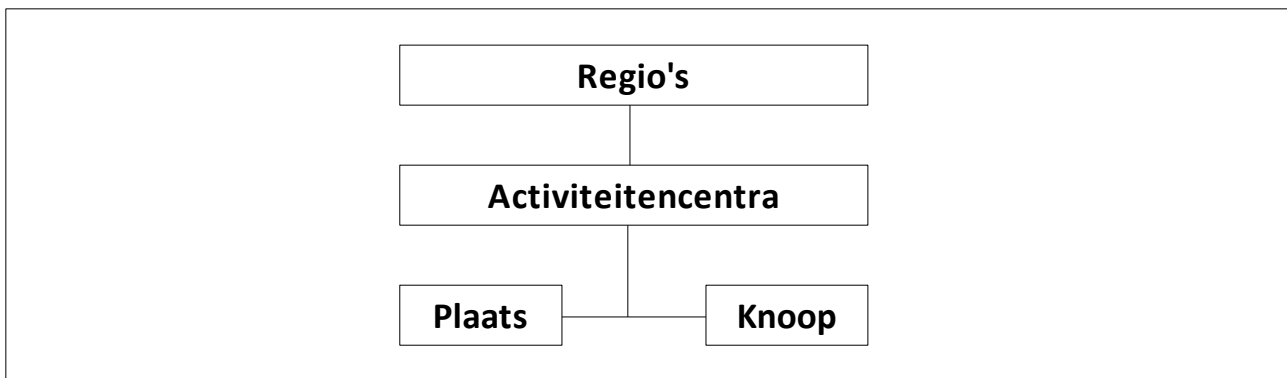
Omdat er goedbeschouwd een vergelijking plaatsvindt tussen een zestal casussen die (weliswaar vrij beperkt) worden geanalyseerd, kan dit onderzoek het best worden benoemd als een *meervoudige case study*. Anders dan bij typische case studies zijn de data en dataverwerking kwantitatief van aard en ligt het accent op vergelijking tussen meerdere cases. (Vennix, 2007, pp. 119, 141).

Dit onderzoek valt onder de categorie *desk research*; er worden geen gegevens uit eigen observatie verkregen, maar bestaande data worden geanalyseerd. De beschikbaarheid van bestaande data maakt het verzamelen van plaatswaarde- en bereikbaarheidsgegevens – een complexe en langdurige aangelegenheid – simpelweg overbodig.

Het onderzoeksmateriaal wordt vrijwel volledig uit bestaand onderzoek en bestaande databronnen verkregen; deze zijn grotendeels opgenomen in de literatuurstudie die naar aanleiding van dit onderzoek is uitgevoerd. Het combineren van de theorieën die in deze bronnen ingesloten zijn, volgens het in paragraaf 1.2.2 geformuleerde model, leidt uiteindelijk tot de nieuwe kennis die nodig is om de deel- en hoofdvragen te beantwoorden.

3.2 Analysemethode

Dit onderzoek toetst een verondersteld causaal verband: 'regioform' beïnvloedt 'vervoerskwaliteit'. In paragraaf 2.3 is uiteengezet hoe de Knoop-plaatstheorie van Bertolini (1999) bij analyse van het verband tussen regioform en vervoerskwaliteit werkt als een overkoepelend concept dat beide factoren aan elkaar verbindt. Vanwege deze specifieke kwaliteit zal de Knoop-plaatstheorie in dit onderzoek worden gebruikt als de basis voor de analyse. Deze analyse incorporeert meerdere stappen die achtereenvolgens op drie verschillende schaalniveaus (regio's, activiteitencentra en knopen & plaatsen; zie **figuur 3.1**) worden genomen. De daadwerkelijke metingen vinden plaats op het niveau van knopen en plaatsen. De methodologie die hierbij is gebruikt wordt, stap voor stap en per schaalniveau, besproken in het vervolg van deze paragraaf.



Figuur 3.1: Diagram van de drie schaalniveaus waarop de analyse zich begeeft.

3.2.1 Regio's

In dit onderzoek worden verschillende Nederlandse regio's vergeleken; zij vormen tezamen de onderzoeksobjecten. Omdat de invloed van regioform op relatieve OV-kwaliteit wordt getoetst, wordt in de analyse het kenmerk regioform gevarieerd. Hiertoe zijn als onderzoeksobjecten policentrische en monocentrische regio's nodig. Archetypische regiovormen komen in de praktijk niet voor; regio's bevinden zich altijd ergens op het continuüm tussen mono- en policentriciteit (Burgalassi, 2010, p. 13). Om die reden zijn als cases regio's geselecteerd die de beide archetypen zoveel mogelijk benaderen. De selectie van de regio's is in eerste instantie gebaseerd op het onderzoek van Van der Laan (1998); hierin worden 26 Nederlandse regio's ingedeeld in vier functionele types, gebaseerd op de relatie tussen stadscentrum en suburbane centra wat betreft woon-werkverkeer (zie **figuur 2.8**, **figuur 4.1**): waar het stadscentrum domineert, is sprake van een monocentrische regio; wanneer het stadscentrum sterke concurrentie van suburbane centra ondervindt is een regio juist policentrisch van aard. Vanwege de betrekkelijke ouderdom van deze bron wordt aanvullend een onderzoek van Van Oort et al. (2005) gebruikt.

De keuze voor de regio als eenheid voor de onderzoeksobjecten berust op de in paragraaf 2.2.2 benoemde dominantie van de regio als functionele entiteit; de regio vormt het *Daily Urban System [DUS]* waarbinnen dagelijkse interactiepatronen (zoals woon-werkverkeer) plaatsvinden (Van der Laan, 1998). Een functionele afbakening van de regio op grond van het DUS wordt gevonden in het *stadsgewest*. Vliegen (2005) gebruikt woon-werkinteracties als representatie van het DUS en stelt hierbij als demarcatiecriterium voor het stadsgewest dat:

“Zeventig procent van de werkenden die in een gebied wonen daar ook werken, én een soortgelijk percentage van alle werkenden in dat gebied daar ook woont...” (Vliegen, 2005, pp. 6, 7).

Op basis van dit criterium zijn in Nederland tweeëntwintig stadsgewesten onderscheiden. In dit onderzoek zijn de geselecteerde regio's volgens deze stadsgewesten afgebakend.

Er is gekozen voor een casuïstiek bestaande uit meerdere regio's (drie cases per type regiovorm). Dit is bewust gedaan teneinde de betrouwbaarheid van de toetsing te vergroten. De grote invloed van omgevingsfactoren die schuilt in de complexe aard van de onderzoeksobjecten en die per casus sterk kan wisselen, wordt hierdoor enigszins ingeperkt. Van generaliseerbaarheid kan bij een casuïstiek met een omvang van zes regio's uiteraard geen sprake zijn; zoals eerder besproken in paragraaf 1.2.2 tracht dit onderzoek dan ook in de eerste plaats een opmaat voor verdere research te vormen.

Naast de mono- en policentrische eigenschappen kunnen andere onderlinge verschillen tussen regio's (wat betreft oppervlakte, bevolkingsomvang, bevolkingsdichtheid) nooit volledig worden ondervangen. De mate van urbanisatie is van invloed op de kenmerken van interactiepatronen en de onderlinge competitiviteit van vervoersmodaliteiten (Kwok & Yeh, 2004, p. 923). In dit licht zijn de regio's van de vier grote steden doelbewust niet opgenomen, maar is gekozen voor regio's die qua inwonertal en urbanisatie redelijk overeenkomen.

Op basis van deze voorwaarden zijn de monocentrische regio's Leeuwarden, Groningen, Zwolle en de policentrische regio's Leiden, Dordrecht, Apeldoorn als cases geselecteerd. Deze regio's en hun kenmerken zullen in paragraaf 4.1 verder worden geïntroduceerd.

3.2.2 Activiteitencentra

De regiovorm van de zes gekozen regio's wordt belichaamd door de spreiding van activiteitencentra binnen de regio. In dit onderzoek zal de analyse worden teruggebracht tot alle activiteitencentra die een relevant aandeel hebben in de totale hoeveelheid activiteiten binnen de regio, en daarmee een relevant aandeel hebben in de policentrische of monocentrische regiovorm. In dit kader wordt een aandeel van 1 % als grens aangehouden. Dit is noodzakelijk, omdat locaties met (zeer) lage plaatswaardes knoop-plaatsverhoudingen kunnen opleveren waarin de knoop uiterst overmatig is. Hierdoor ontstaat aanzienlijke vertekening in de meetresultaten.

Bovendien worden activiteiten gerelateerd aan dienstverlening, recreatieve voorzieningen, enzovoorts, buiten beschouwing gelaten en worden activiteitencentra alleen op basis van de op een locatie gevestigde werkgelegenheid geïdentificeerd – dit in navolging van Bertolini (1999). Op deze wijze wordt de methodologie vereenvoudigd (er hoeft geen verdiscontering of weging tussen de verschillende typen activiteiten te worden gepleegd), tegenover beperkt verlies aan theoretische waarde (werk is het belangrijkste type activiteit en levert de omvangrijkste bijdrage aan policentrische interactiepatronen (Romein, 2004, p. 7)). In het geval van dit onderzoek is er bovendien sprake van beperkt beschikbare informatie, waardoor een restrictie tot werkgelegenheid pure noodzaak is.

De identificatie van activiteitencentra geschiedt op het niveau van *postcode-4-gebieden [PC4]*; een PC4-gebied omvat alle adressen waarvan het cijfergedeelte van de postcode gelijk is. De onderzochte regio's bevatten gemiddeld zo'n 50 PC4-gebieden. Idealiter zouden activiteitencentra op een kleinere schaal worden vastgesteld, aangezien zij vaak geen volledig PC4-gebied bestrijken. Bovendien is het op dit kleinere schaalniveau ook mogelijk activiteitencusters te onderscheiden op basis van (banen-)dichtheid, zoals gebruikelijk is:

“These measurements attempt to identify centers and subcenters as clusters of contiguous zones, with employment densities that exceed some minimum value and total employment values that exceed another arbitrary number.” (Modarres, 2003, p. 843)

Echter, ook hier worden de mogelijkheden beperkt door de informatie die voorhanden is; gedetailleerdere informatie (bijvoorbeeld op PC5-gebied) is zeer kostbaar en derhalve binnen dit onderzoek niet haalbaar. Omdat PC4-gebieden vaak groter zijn dan een daadwerkelijk activiteitencentrum, is dichtheid als identificatiecriterium geen optie. Noodzakelijkerwijs zullen de activiteitencentra worden benoemd op grond van het aantal banen in een PC4-gebied.

Het kiezen van een valide demarcatiecriterium is van groot belang; dit bepaalt immers welke postcodegebieden worden meegenomen dan wel uitgesloten bij analyse. Afbakening op grond van *ranking*

(bijvoorbeeld: 'de 25 PC4-gebieden met de meeste arbeidsplaatsen') is niet wetenschappelijk te verantwoorden: of de 25 dan wel 30 belangrijkste gebieden worden geselecteerd is een puur arbitraire keuze. Er wordt daarom gekozen voor een selectie op basis van *significantie* ('de PC4-gebieden waarvan het aantal arbeidsplaatsen meer dan 1 % van het regionale totaal deel uitmaakt'): deze is wél theoretisch te funderen; hiermee worden alle gebieden die een significante bijdrage aan de regiovorm leveren, meegenomen in de analyse.

3.2.3 Plaatsen

Na identificatie van de activiteitencentra wordt voor ieder activiteitencentrum de knoop-plaatsverhouding bepaald. Hiertoe moet eerst de plaatswaarde van de bijbehorende locatie worden bepaald. Zoals werd beschreven in paragraaf 2.1.3 wordt in de theorie van Bertolini de waarde van een locatie als *plaats* bepaald door het aantal activiteiten dat er wordt ontplooid; bij het hierboven genoemde identificeren van activiteitencentra is het feitelijk ook de plaatswaarde die wordt bepaald. Ook hier beperkt dit onderzoek zich tot aan werk gerelateerde activiteiten, waardoor het aantal arbeidsplaatsen in een PC4-gebied als locatie direct als plaatswaarde fungeert:

$$\text{Plaatswaarde} = \text{arbeidsplaatsen in PC4-gebied}$$

3.2.4 Knopen

De tweede variabele die moet worden gemeten om de knoop-plaatsverhouding van een locatie te kunnen bepalen, is de knoopwaarde. Deze is, zoals beschreven in paragraaf 2.1.3, in het onderzoek van Bertolini (1999) bepaald op basis van de mate van *bereikbaarheid* van een locatie (location-based bereikbaarheidsmaat). De operationalisatie die Bertolini in zijn knoop-plaatsanalyse gebruikt, uitgevoerd door Zweedijk (1997) en Serlie (1998), bepaalt voor iedere vervoersmodaliteit op een *andere* wijze de mate van bereikbaarheid om alle modaliteiten vervolgens samen te nemen in een integraal bereikbaarheidsgetal. Echter, omdat in het huidige onderzoek de verschillende modaliteiten niet worden samengenomen maar juist tegenover elkaar worden gesteld (OV *versus* auto), is het noodzakelijk dat zij op basis van gelijke criteria met elkaar worden vergeleken. Er is derhalve een bereikbaarheidsmaat nodig die op beide modaliteiten toepasbaar is; de specifiek op één modaliteit toegespitste indicatoren die zijn gebruikt in het onderzoek van Bertolini (dienstfrequentie, het aantal stations binnen 45 minuten reizen, parkeercapaciteit, de afstand tot de snelweg) zijn daarom niet geschikt.

Adequater is in dit geval een bereikbaarheidsmaat die zich baseert op algemeen geldende kenmerken van bereikbaarheid, zodat ze bruikbaar is voor alle modaliteiten; een location-based bereikbaarheidsmaat die dichterbij de in paragraaf 2.1.1 beschreven generale verschijningsvorm ligt, bijvoorbeeld:

“the number and the diversity of places of activity that can be reached within a given time limit.”
(Bertolini & Le Clerq, 2003, p. 577)

In dit onderzoek zal bij bepaling van de knoopwaarden gebruik worden gemaakt van een vergelijkbare maat op basis van de *reistijd* naar een locatie; deze is zowel van toepassing op het OV als op vervoer per auto. De gegevens waarop de bereikbaarheidsanalyse zich baseert, betreffen reistijden bepaald op PC4-niveau. Voor ieder PC4-gebied is de reistijd per auto en OV *van deur tot deur* (dus inclusief voor- en natransport en wachttijden) vanuit alle overige PC4-gebieden in de regio bekend. Op deze manier kan voor ieder activiteitencentrum (*doellocatie*) de reistijd vanuit ieder overig postcodegebied (*herkomstlocatie*) worden bepaald. Bovendien worden deze reistijden gewogen naar het aantal inwoners op de herkomstlocatie, zodat het aandeel van iedere bewoner in de analyse even zwaar weegt.

Een moeilijkheid verbonden aan de reistijdgegevens ligt in het feit dat zij geen bereikbaarheid weergeven, maar juist het tegenovergestelde: naar mate de reistijd groter wordt, daalt immers de bereikbaarheid. Om vanuit reistijdgegevens te komen tot een bereikbaarheidsmaat, kunnen de gegevens op twee wijzen worden omgezet: via standaardiseren en via inverteren. Door de gegevens te standaardiseren op een schaal van 0 tot 1 (zie **figuur 3.2**, links), waarbij de kortste reistijd waarde 0 krijgt en de langste reistijd waarde 1, ontstaat

een maat voor relatieve bereikbaarheid. Echter, omdat standaardiseren de absolute proporties tussen waarden niet in stand houdt, zal toepassing van deze methode leiden tot vertekening bij het bepalen van knoop-plaatsverhouding. Dit maakt standaardisering ongeschikt voor toepassing.

Het inverteren van de reistijdgegevens is de meest voor de hand liggende oplossing. De proporties tussen gemeten knoopwaarden blijven gelijk, zodat er bij bepaling van knoop-plaatsverhoudingen geen vertekening optreedt. Omdat het vermenigvuldigen van reistijd met inwonertal van de herkomstlocatie (**figuur 3.2**, midden) resulteert in een onzuivere bereikbaarheidsmaat (bereikbaarheidswaarde dient te dalen bij hoge reistijd en te stijgen bij hoog inwonertal), moet in plaats daarvan de gehele inversie van reistijd worden vermenigvuldigd met het inwonertal (**figuur 3.2**, rechts).

$$1 - \frac{\text{reistijd} - \text{kortste reistijd}}{\text{langste} - \text{kortste reistijd}} * \text{inwonertal} \qquad \frac{1}{\text{reistijd} * \text{inwonertal}} \qquad \frac{\text{inwonertal}}{\text{reistijd}}$$

Figuur 3.2: Verschillende mogelijkheden voor omzetting van reistijd naar bereikbaarheid.

Door het inwonertal van de herkomstlocatie door de reistijd te delen ontstaat een *potential accessibility* maat; verder weg gelegen herkomstlocaties worden minder sterk meegeteld. Dit benadrukt de proporties tussen knoopwaarden (afgelegen doellocaties zullen lager scoren terwijl centrale locaties licht hoger zullen scoren) maar vervormt deze niet.

De knoopwaarde van een locatie wordt op deze manier gemeten als het gemiddelde van de bereikbaarheid vanuit iedere herkomstlocatie:

$$\text{Knoopwaarde doellocatie} = \mu(\text{inwonertal van alle PC4-herkomstlocaties} / \text{reistijd vanuit alle PC4-herkomstlocaties})$$

3.2.5 Knoop-plaatsbalans

Om uiteindelijk vanuit de gemeten knoop- en plaatswaarden te komen tot uitspraken over de balans tussen beide factoren, worden zij op twee niveaus met elkaar vergeleken: op het niveau van afzonderlijke activiteitencentra worden *knoop-plaatsverhoudingen* vastgesteld; op regioniveau wordt de *correlatie* tussen knoop- en plaatswaarden vastgesteld.

In paragraaf 2.1.3 werd vastgesteld dat in een optimale situatie alle locaties binnen een vervoerssysteem een knoop-plaatsverhouding van 1 hebben; er wordt geen potentieel verspild. In de praktijk wordt de afwijking van deze balans best zo veel mogelijk beperkt. Het meten van de knoop-plaatsverhoudingen van alle afzonderlijke activiteitencentra maakt deze mate van balans op een betrekkelijk eenvoudige manier inzichtelijk en biedt bovendien een basis voor visualisatie van meetresultaten in knoop-plaatsgrafieken. Bij het meten van een knoop-plaatsverhouding dient de verhouding van de som van alle gemeten knoopwaarden ten opzichte van de som van alle gemeten plaatswaarden als referentiepunt: deze verhouding staat voor perfecte balans; aan de verzameling van *alle* plaatswaarden wordt immers logischerwijs *alle* beschikbare bereikbaarheid gealloceerd. Om deze optimale knoop-plaatsverhouding gelijk te stellen aan 1, dient de knoopwaarde te worden vermenigvuldigd met een coëfficiënt *a*. Vervolgens kan de knoop-plaatsverhouding voor iedere locatie worden berekend door de knoopwaarde met deze coëfficiënt te vermenigvuldigen en vervolgens door de plaatswaarde te delen (zie **figuur 3.3**, bovenste regel).

Op basis van het geheel aan knoop-plaatsverhoudingen van alle activiteitencentra kunnen ook op regionaal niveau uitspraken worden gedaan: uitgaande van een optimale knoop-plaatsverhouding van 1, wordt de gemiddelde afwijking van deze optimale verhouding voor alle regionale activiteitencentra bepaald. Dit levert een maatstaf voor vervoerskwaliteit op systeemniveau op: hoe kleiner de gemiddelde afwijking, hoe beter de systeemorganisatie. Uiteraard worden bij berekening van deze gemiddelde afwijking activiteitencentra naarmate hun plaatswaarde stijgt zwaarder meegewogen (zie **figuur 3.3**, onderste drie regels).

$$a = \frac{\sum K}{\sum P}$$

$$\text{Knoop-plaatsverhouding} = \frac{a * K}{P}$$

$$\text{Afwijking KPverhouding} = \text{KPverhouding} - 1$$

$$\text{Gemiddelde regionale afwijking KPverhouding} = \frac{\sum_1^n \sqrt{(\text{Afwijking KPverhouding})^2}}{n}$$

$$\text{Gemiddelde gewogen regionale afwijking KPverhouding} = \frac{\sum_1^n (\sqrt{(\text{Afwijking KPverhouding})^2} * P)}{n * \hat{P}}$$

Figuur 3.3: Berekening van de knoop-plaatsverhoudingen.

Om op systeemniveau direct de mate van balans tussen knopen en plaatsen te kunnen bepalen, wordt gebruik gemaakt van een correlatiemeting. In het ideale geval dat alle meetresultaten op één lijn liggen, bedraagt de correlatie ρ tussen knopen en plaatsen exact 1. Naarmate de meetresultaten een grotere afwijking vanaf deze lijn vertonen, vermindert de correlatie. Omdat de analyse betrekking heeft op de verdeling van een vaste hoeveelheid bereikbaarheid, wordt iedere meetwaarde boven de ideale lijn direct elders gecompenseerd door een meetwaarde onder diezelfde lijn. Hierdoor is het theoretische geval dat een sterke correlatie wordt gevonden doordat alle meetresultaten in hun totaliteit een te hoge dan wel te lage knoop-plaatsverhouding kennen uitgesloten; een hoge correlatie duidt daarom altijd op balans.

Bij het meten van de correlatie tussen knoop- en plaatswaarden dient rekening te worden gehouden met de verschillen in gewicht tussen locaties: naarmate een activiteitscentrum een hogere plaatswaarde heeft, is het van grotere invloed op de regiovorm en dient het navenant zwaarder te worden meegewogen. Hiertoe wordt, voorafgaand aan de correlatiemeting, weging op de factor plaatswaarde toegepast: een locatie met een plaatswaarde van 1000 arbeidsplaatsen wordt gezien als 1000 afzonderlijke observaties, waardoor zij in de correlatiemeting 1000 keer zwaarder meeweegt dan een locatie met een plaatswaarde van 1.

3.2.6 Vergelijking tussen regio's en tussen modaliteiten

Wanneer middels de balans tussen knopen en plaatsen de vervoerskwaliteit van de OV- en auto-systemen in alle zes de regio's is bepaald (deelvragen 1 en 3, zie paragraaf 1.2.3) dienen de monocentrische en policentrische regio's met elkaar te worden vergeleken (deelvragen 2 en 4) om ze onderling te kunnen benchmarken. Eveneens worden de meetresultaten van beide modaliteiten onderling vergeleken (deelvraag 5), aangezien de vraag- en doelstelling van het onderzoek betrekking hebben op de prestaties van OV-systemen in relatie tot de auto.

Aangezien met enkel kwantitatieve data wordt gewerkt, behelst de vergelijking logischerwijs de numerieke verschillen tussen de verschillende cases en modaliteiten, op basis van de metingen van correlatie en knoop-plaatsverhouding. De interpretatie die vervolgens aan deze vergelijking wordt verbonden, is (zoals aangegeven in paragraaf), louter kwalitatief van aard en derhalve behoeven de gegevens geen kwantitatieve prioritering (bijvoorbeeld door middel van *Multi Criteria Analysis*, zoals gebruikt in het onderzoek van Bertolini (1999)). Wel zal er gebruik worden gemaakt van *score cards* waarin kleurenreeksen tussen rood (negatief) en groen (positief) worden ingezet om verschillen in scores op de metingen te expliciteren.

3.2.7 Onderzoeksmateriaal

Het bij deze analyse gebruikte onderzoeksmateriaal is afkomstig van diverse bronnen. Allereerst zijn de gegevens voor de afbakening van de regio's op basis van PC4-gebieden afkomstig van *Statline*, de online databank van het Centraal Bureau voor de Statistiek [CBS]. Deze gegevens stammen uit 2007.

Arbeidsplaatsgegevens, gebruikt voor de identificatie van activiteitencentra en bepaling van plaatswaarde, zijn geleverd door *ABF Research*. Dit bedrijf heeft eveneens voorzien in inwonersgegevens, gebruikt bij de bepaling van knoopwaarde. Al deze gegevens zijn van toepassing op het jaar 2008.

De reistijdgegevens, tenslotte, zijn afkomstig van *Goudappel Coffeng*. Van dit bureau zijn de reistijden van alle PC4-gebieden onderling, voor OV en auto ontvangen. Deze gegevens stammen uit 2008 en zijn essentieel bij het bepalen van de knoopwaarde. Tevens heeft dit bureau voorzien in diverse aanvullende gegevens.

Hoofdstuk 4

Analyse

In hoofdstuk 2 is een theoretisch kader vorm gegeven; in hoofdstuk 3 zijn de concepten uit dit kader geoperationaliseerd tot een onderzoeksmethodiek. De analyse waarin deze stappen uitmonden, komt in dit vierde hoofdstuk aan bod. Allereerst zullen de geanalyseerde regio's nader worden geïntroduceerd, zowel wat betreft hun algemene kenmerken als hun kenmerken ten aanzien van regiovorm. Vervolgens zullen de meetresultaten worden gepresenteerd en worden geanalyseerd ter beantwoording van de in paragraaf 1.2.3 geformuleerde vraagstelling. Tenslotte zal op basis van de geïnterpreteerde meetresultaten kritisch worden teruggegrepen op de gebruikte methode en worden mogelijke verbeterpunten aangedragen.

In de diverse kaartbeelden en diagrammen die dit hoofdstuk bevat, worden monocentrische en policentrische regio's steeds van elkaar onderscheiden door gebruik van rode, respectievelijk blauwe kleurschakeringen. Tevens wordt in tabellen veelvuldig gebruikgemaakt van kleurenreeksen tussen rood (negatief) en groen (positief) om verschillen in scores op de metingen te expliciteren (*score card* methode).

4.1 Introductie van de onderzochte regio's

4.1.1 Kenmerken ten aanzien van regiovorm

De analyse is toegepast op een zestal Nederlandse regio's, waarvan drie monocentrisch en drie policentrisch van structuur zijn. Gebaseerd op kenmerken zoals zij zijn benoemd in eerder onderzoek, zijn de monocentrische regio's Leeuwarden, Groningen & Zwolle en de policentrische regio's Leiden, Dordrecht en Apeldoorn geselecteerd als cases. In het onderzoek van Van der Laan (1998) vallen deze regio's op door hun uitgedrukte regiovorm (zie **figuur 4.1**): in de Daily Urban Systems [DUS] Leeuwarden en Zwolle domineert het stadscentrum als arbeidslocatie aanzienlijk (monocentriciteit); in de DUS's Dordrecht, Leiden en Apeldoorn is er juist een sterke concurrentie van suburbane centra waarneembaar (policentriciteit).

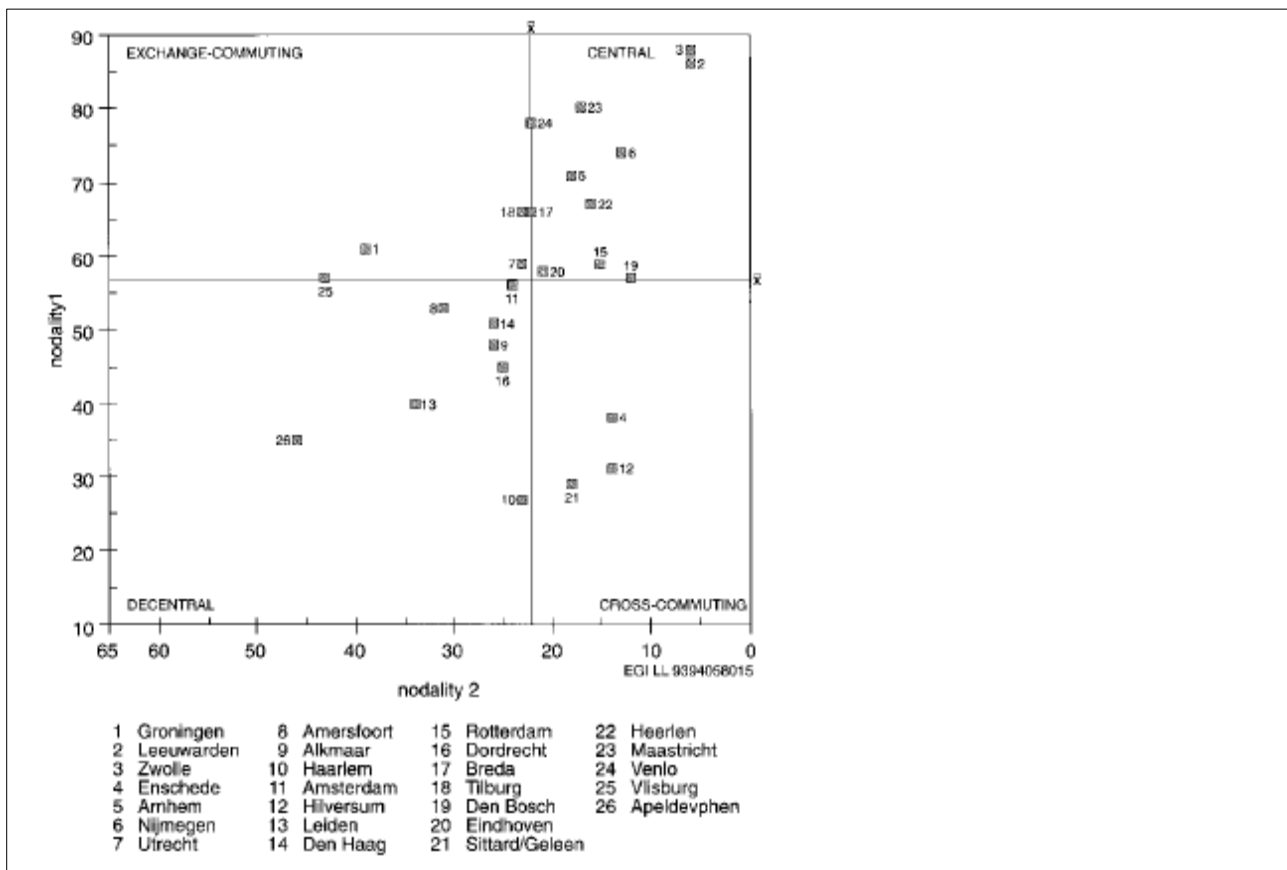
Het DUS Groningen wordt door Van der Laan (pp. 238, 239) geplaatst in de categorie *exchange commuting*; er wordt veelvuldig vanuit de suburbane gebieden naar arbeidsplaatsen in het centrum gereisd, maar eveneens reist men veel vanuit het centrum naar arbeidsplaatsen in de suburbane gebieden. Niettemin heeft het stadscentrum nog altijd duidelijk de overhand. Van Oort et al. (2005, pp. 88, 110-116) concluderen op basis van soortgelijk onderzoek dat het stadsgewest Groningen juist een zeer sterk monocentrisch karakter heeft: de werkgelegenheid en economische activiteit is zeer sterk in het stadscentrum geconcentreerd; in vrijwel alle relaties is het stadscentrum betrokken; woon-werkverkeer is zeer sterk op het stadscentrum gericht. Het is niet waarschijnlijk dat het karakter van de regio Groningen in de zeven jaar tussen de beide publicaties substantieel is veranderd; de ruimtelijke dynamiek en groei zijn in deze regio vrij beperkt geweest, aldus Van Oort et al. (2005). Vermoedelijk komt de discrepantie tussen de beide onderzoeken voort uit verschillen in de gebruikte meetmethode.

4.1.2 Algemene kenmerken

Bij de afbakening van de regio's zijn de grenzen van de stadsgewesten, als geïdentificeerd door Vliegen (2005), aangehouden. Getracht is de variatie tussen de regio's in factoren anders dan regiovorm, die mogelijk van invloed zijn op de analyse, te beperken. Dit is deels gelukt; een zekere mate van divergentie tussen de regio's is echter onvermijdelijk. Ter illustratie worden hieronder de algemene kenmerken van de zes onderzochte regio's beschreven. Deze zijn tevens samengevat in de **figuren 4.2** en **4.3**.

De onderzochte regio's beslaan ieder tussen de vier en negen gemeenten (zie figuur 4.2). De kleinste regio is Dordrecht (187 km²), de grootste regio is Apeldoorn (1103 km²). Wat betreft het inwonertal zijn de verschillen kleiner: De regio Leeuwarden heeft met circa 165.000 inwoners de kleinste bevolking; de regio

Apeldoorn met circa 424.000 inwoners de grootste. De overige regio's bevinden zich tussen deze twee uitersten.

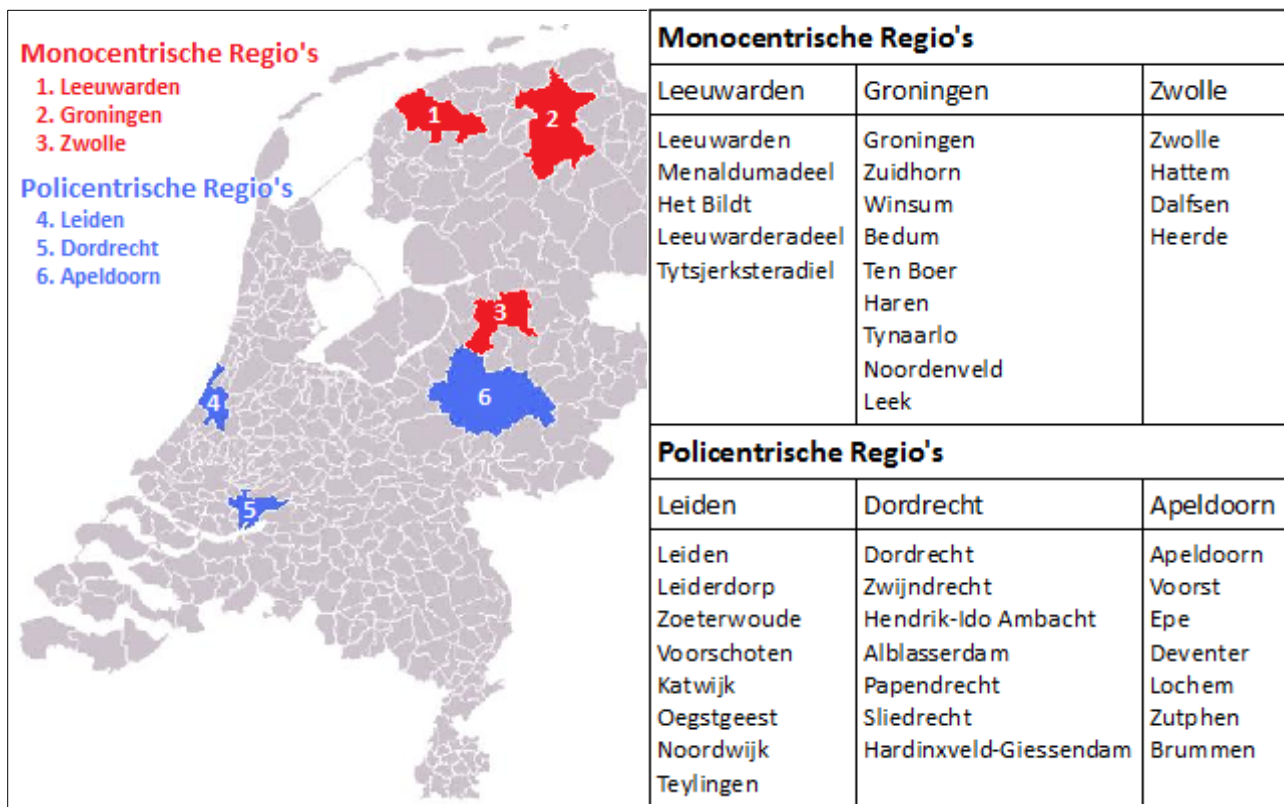


Figuur 4.1: Indeling van 26 Nederlandse Daily Urban Systems in vier functionele types (Van der Laan, 1998, p. 239). Bemerkt dat de regio Apeldoorn is afgebakend inclusief de steden Deventer en Zutphen; deze afbakening wordt ook in het huidige onderzoek gebruikt.

Over het algemeen geldt dat het aantal arbeidsplaatsen ongeveer half zo groot is als het aantal inwoners, waarbij opvalt dat de policentrische regio's relatief weinig arbeidsplaatsen bevatten. De arbeidsplaatsen- en bevolkingsdichtheid is relatief laag in de regio's met een groot oppervlak; dit komt voort uit het betrekken van grote gemeenten met veel onbebouwd gebied (bijvoorbeeld Noordenveld, Tytsjerksteradiel, Epe) bij deze regio's. De regio's Dordrecht en Leiden zijn beduidend dichter bevolkt. Mogelijkerwijs is de bevolkingsdichtheid als externe factor van invloed op de prestaties van de vervoerssystemen; zo bestaat er bij hoge bevolkingsdichtheden wellicht meer draagvlak voor OV, doordat er efficiënter kan worden vervoerd.

Wat betreft de mate van stedelijkheid, gemeten door middel van de *omgevingsadressendichtheid* (Erwich & Vliegen, 2001, p. 23), is een opvallend verschil zichtbaar tussen de verschillende regio's: waar de urbanisatie van de centrale gemeente in alle regio's tenminste de graad 'sterk' behaalt ('zeer sterk' in Groningen en Leiden), kennen in de monocentrische regio's de secundaire kernen een drastisch lagere urbanisatiegraad (CBS, 2009). In de policentrische regio's, daarentegen, is het verschil in urbanisatie tussen de centrale kern en de secundaire kernen beduidend kleiner (zie **figuur 4.3**). Dit onderscheidende kenmerk bekrachtigt de toeschrijving van de monocentrische respectievelijk policentrische kenmerken aan de onderzochte regio's: in de policentrische regio's spelen de secundaire kernen uitdrukkelijk een grotere rol van betekenis.

Figuur 4.4 laat zien dat dit verschil tussen monocentrische en policentrische regio's vooral betrekking heeft op de middelgrote en kleinere activiteitencentra in een regio: de distributie van het regionaal totaal aan plaatswaarde gaat voor de vijf grootste centra in alle regio's ongeveer gelijk op, hoewel er in de regio Leeuwarden relatief meer grote plaatsen lijken te zijn. De werkelijke schifting tussen de regiovormen treedt pas op na het zevende grootste activiteitencentrum per regio: vanaf dit punt daalt de plaatswaarde voor

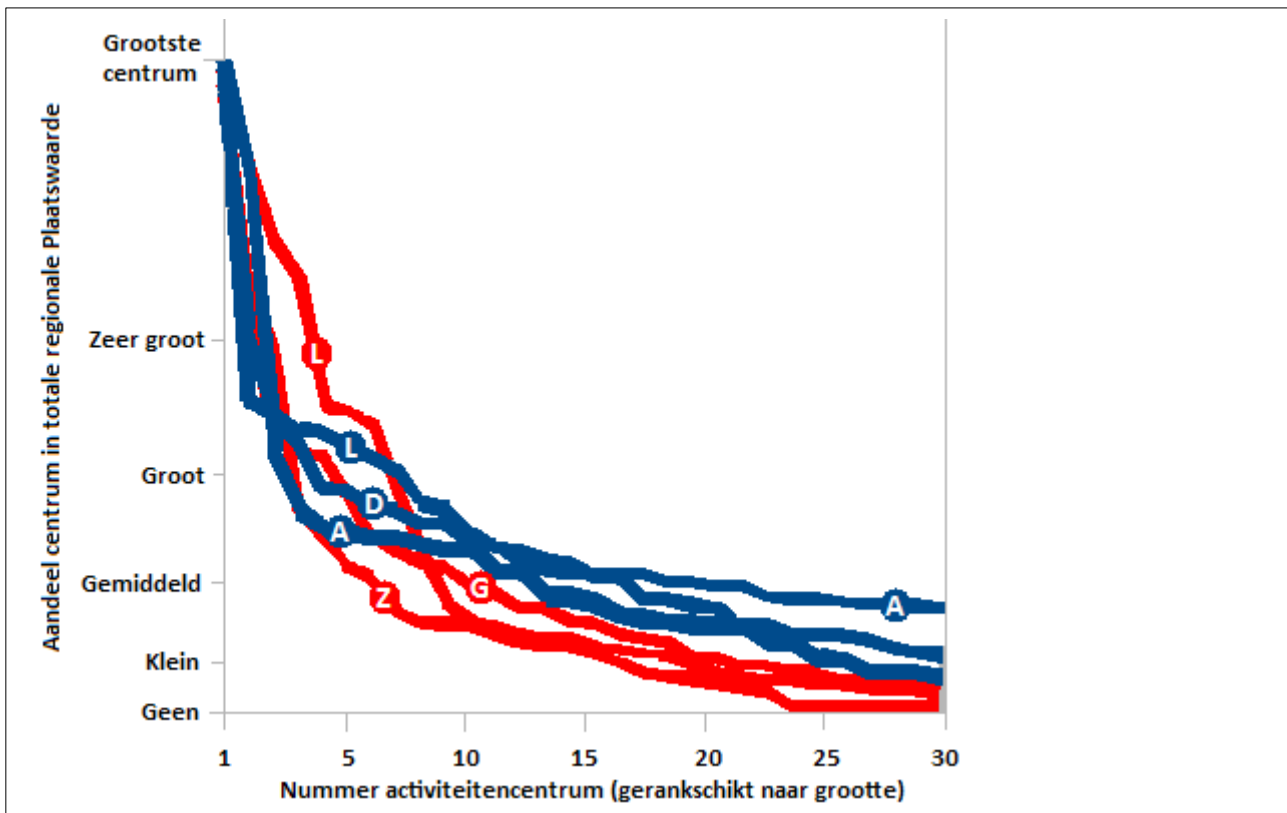


Figuur 4.2: Situering van de onderzochte regio's binnen de Nederlandse gemeente-indeling.

| | Monocentrische Regio's | | |
|--|------------------------|-----------|-----------|
| | Leeuwarden | Groningen | Zwolle |
| Oppervlakte (km ²) | 446,0 | 735,2 | 390,5 |
| Inwoners ¹ | 165.103 | 342.332 | 180.427 |
| Bevolkingsdichtheid (inw./km ²) | 370,19 | 465,63 | 462,04 |
| Arbeitsplaatsen ¹ | 96.635 | 166.313 | 99.921 |
| Arbeitsplaatsendichtheid (arb./km ²) | 216,67 | 226,21 | 255,88 |
| Verhouding arbeidsplaatsen-inwoners (arb./inw.) | 0,59 | 0,49 | 0,55 |
| Stedelijkheid grootste kern; 2 ^e ; 3 ^e en 4 ^e kern ² | | | |
| | Policentrische Regio's | | |
| | Leiden | Dordrecht | Apeldoorn |
| Oppervlakte (km ²) | 193,1 | 187,1 | 1103,0 |
| Inwoners ¹ | 325.001 | 285.719 | 423.786 |
| Bevolkingsdichtheid (inw./km ²) | 1683,07 | 1527,09 | 384,21 |
| Arbeitsplaatsen ¹ | 133.037 | 122.742 | 186.136 |
| Arbeitsplaatsendichtheid (arb./km ²) | 688,95 | 656,02 | 168,75 |
| Verhouding arbeidsplaatsen-inwoners (arb./inw.) | 0,41 | 0,43 | 0,44 |
| Stedelijkheid grootste kern; 2 ^e ; 3 ^e en 4 ^e kern ² | | | |

Figuur 4.3: Algemene kenmerken van de onderzochte regio's (Naar: ABF Research, 2010; CBS, 2009).

1: Situatie 2008 (ABF Research, 2010) 2: Situatie 2008 (CBS, 2009); = zeer sterk stedelijk, = niet stedelijk



Figuur 4.4: distributie van de plaatswaarde (als aandeel in het regionaal totaal) over de 30 grootste activiteitencentra. De policentrische regio's zijn weergegeven in blauw, de monocentrische regio's in rood.

ieder volgend centrum veel minder snel in de policentrische regio's. Het dertigste onderzochte activiteitencentrum is in de regio Apeldoorn bijvoorbeeld nog van middelgroot belang, terwijl het dertigste centrum in de drie monocentrische regio's vrijwel geen plaatswaarde meer heeft. Een logisch gevolg van de tragere afname van plaatswaarde in de policentrische regio's is dat de grootste centra (>10% van het regionaal totaal aan plaatswaarde) tezamen een kleiner aandeel in de totale regionale plaatswaarde hebben dan in de monocentrische regio's: gemiddeld respectievelijk 17 % ten opzichte van 28 %. In policentrische regio's is de distributie van plaatswaarde over de activiteitencentra dus beduidend homogener.

4.2 Meetresultaten en analyse

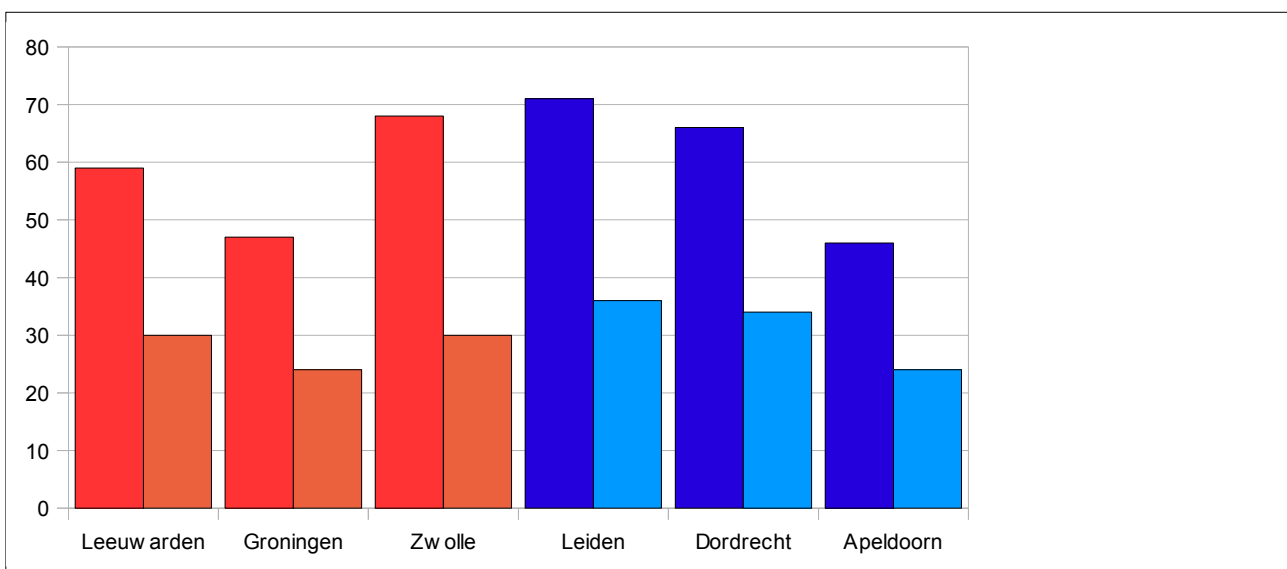
Het meten van de vervoerskwaliteit in zes Nederlandse regio's staat in dienst van de beantwoording van de in paragraaf 1.2.3 geformuleerde onderzoeksvragen. Om vanuit de meetresultaten tot antwoorden te komen, dienen deze resultaten eerst te worden geanalyseerd. In deze paragraaf zal deze analyse op systematische wijze worden doorlopen, aan de hand van de onderzoeksvragen.

Er wordt bij analyse uitgegaan van de meetgegevens voor de significante activiteitencentra (*aandeel in regionale werkgelegenheid $\geq 1\%$*), tenzij nadrukkelijk anders aangegeven; in dit geval wordt uitgegaan van *alle activiteitencentra* (aangeduid met ΣA).

4.2.1 Algemeen

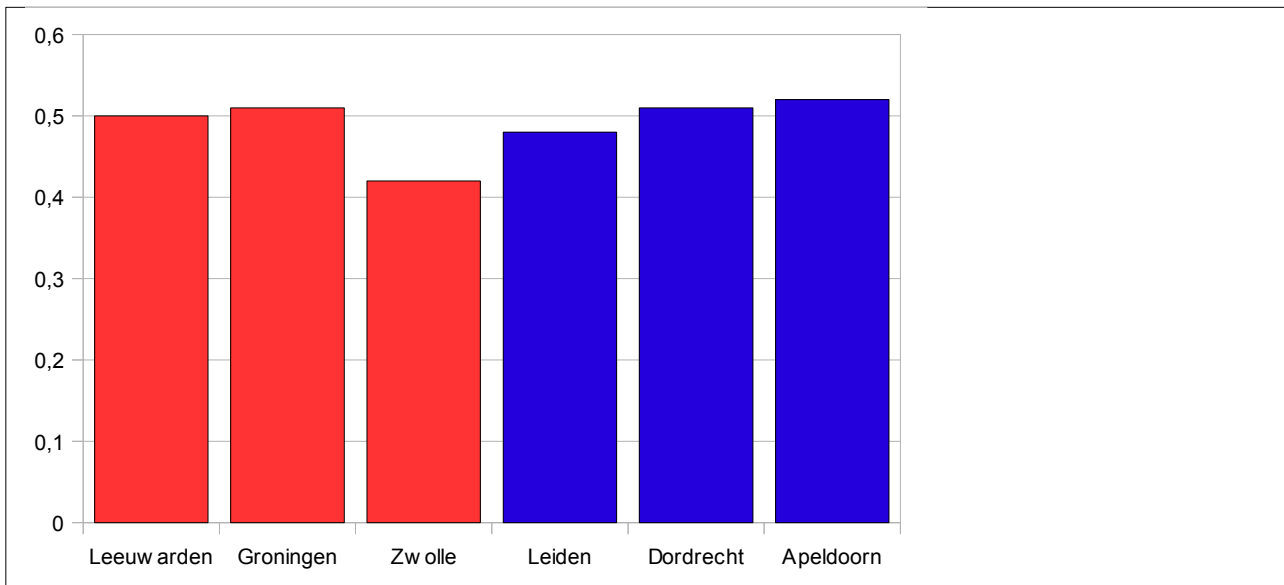
Buiten de analyse van knoop-plaatsbalansen volgens de theorie van Bertolini kunnen uit de meetresultaten diverse andere interessante bevindingen van meer algemene aard worden opgedaan. Hieronder worden de meest in het oog springende besproken. Sommige van deze meetresultaten vloeien waarschijnlijk deels voort uit de gebruikte meetmethode, hetgeen mogelijk tot vertekening leidt. De blootgelegde beperkingen van de meetmethode worden besproken in paragraaf 4.3.

Er zijn flinke verschillen tussen de regio's waarneembaar wat betreft de beschikbare knoopwaarde per 1000 inwoners (gemeten voor ΣA , zie **figuur 4.5**): deze ligt voor de auto het hoogst in de regio's Leiden en Zwolle (respectievelijk 71 en 68 per 1000 inwoners) en voor het OV het hoogst in de regio's Leiden en Dordrecht (36 en 34 per 1000 inwoners). In de regio's met de hoogste scores ligt de hoeveelheid geboden bereikbaarheid op systeemniveau het hoogst. Voor deze uiteenlopende scores zijn, naast verschillen in de effectiviteit van het vervoerssysteem, diverse andere verklaringen aanwijsbaar. Deze hebben betrekking op de gebruikte bereikbaarheidsmaat: omdat deze gebaseerd is op reistijd, kan een hoge score voortkomen uit compactheid en nabijheid van de belangrijkste herkomsten en bestemmingen in een regio (\rightarrow lage reistijd), maar ook uit de algehele compactheid/dichtheid van een regio (zoals in de regio's Leiden en Dordrecht).



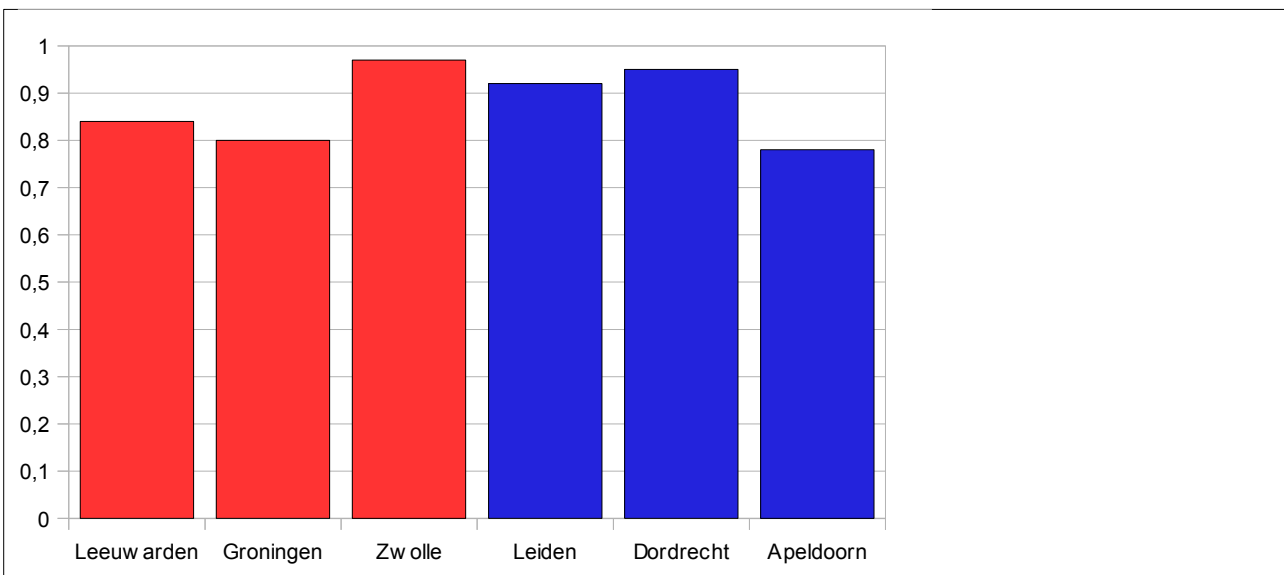
Figuur 4.5: Knoopwaarde per 1000 inwoners (ΣA) voor auto (linkerbalk) en OV (rechterbalk), per regio.

Opvallenderwijs is in alle gevallen het regionaal totaal aan knoopwaarden voor openbaar vervoer ongeveer half zo groot als voor de auto (de *ratio OV-auto* is 0,5); dit betekent dat de gemiddelde reistijd per OV circa tweemaal zo hoog ligt. Vanuit het oogpunt van vervoer*effectiviteit* (zie paragraaf 2.1.3) kan worden gesteld dat de kwaliteit van de OV-systemen gemiddeld tweemaal zo laag ligt. In de regio Zwolle blijft het openbaar vervoer nadrukkelijk verder achter op de auto, met een ratio OV-auto van 0,42 (zie **figuur 4.6**).



Figuur 4.6: Totale knoopwaarde per regio: ratio OV-auto.

Eveneens opmerkelijk is dat per regio zeer uiteenlopende percentages van het regionale totaal aan arbeidsplaatsen gelegen zijn in de onderzochte, significante activiteitencentra (*aandeel in regionale werkgelegenheid ≥ 1 %*). In de regio's Zwolle en Dordrecht omvat de selectie 97 % respectievelijk 95% van het totale aantal arbeidsplaatsen; in de regio's Apeldoorn en Groningen slechts 78 % en 80 % (zie **figuur 4.7**). Dit onderscheid wordt veroorzaakt door verschillen tussen regio's in het aantal arbeidsplaatsen per PC4-gebied en de verdeling van de arbeidsplaatsen over de PC4-gebieden en kan invloed hebben op de meetresultaten (zie paragraaf 4.3.2).



Figuur 4.7: Aandeel van het regionaal totaal aan arbeidsplaatsen gelegen in de significante activiteitencentra.

4.2.2 Openbaar vervoer

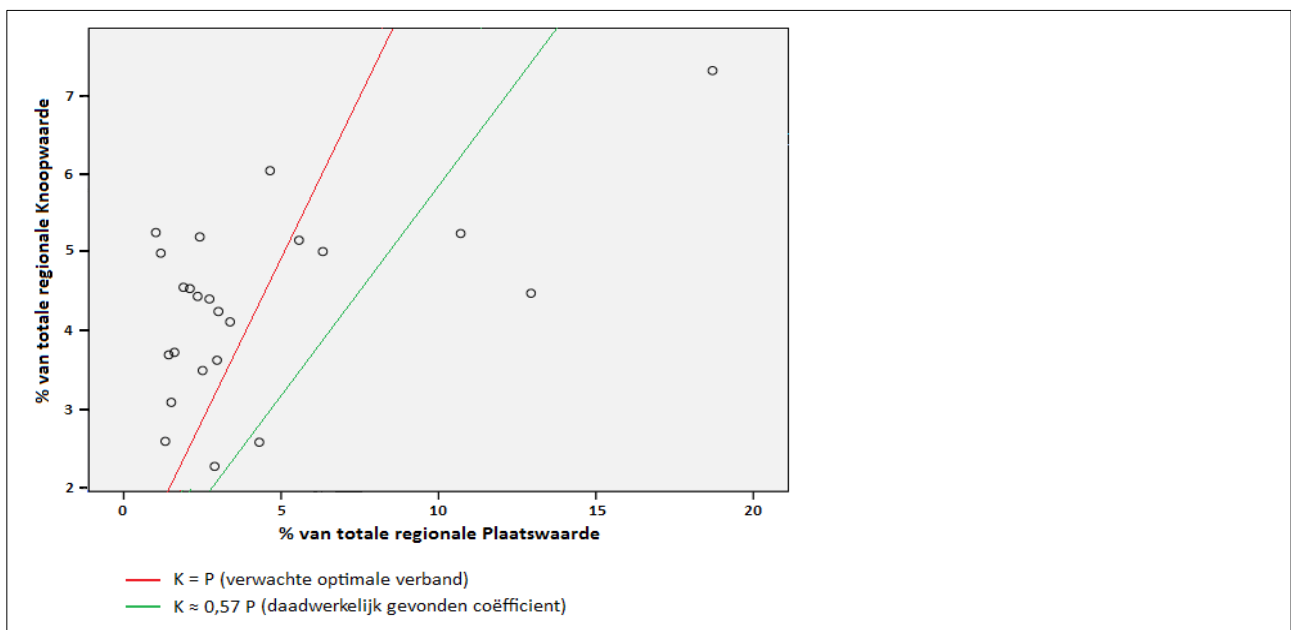
In paragraaf 2.3 is verondersteld dat de organisatie van OV-systemen in policentrische regio's minder goed op de interactiepatronen aansluit dan in monocentrische regio's, met een lagere vervoerskwaliteit als gevolg. Echter, op basis van analyse van de Knoop-plaatsbalans in de zes onderzoeksregio's kan deze veronderstelling niet worden bevestigd; integendeel: in de drie policentrische regio's scoort de organisatie van het openbaar vervoer overall *beter* dan in de monocentrische cases (zie **figuur 4.8**).

Opvallend is dat de regio Leeuwarden bij alle metingen de slechtste resultaten behaalt. In deze regio is op systeemniveau een *negatieve* correlatie tussen knoop- en plaatswaarde waarneembaar. Dit betekent dat per OV de grote activiteitscentra gemiddeld slechter te bereiken zijn dan de kleinere centra. Ook zijn de afwijking van de knoop-plaatsverhouding van de ideale situatie $K/P=1$ en de standaarddeviatie van de knoop-plaatsverhouding in de regio Leeuwarden het hoogste: de kleine centra hebben veel hogere knoop-plaatsverhoudingen dan de grote centra. Op basis van de theorie duidt deze scheve verdeling van knoopwaarde op een inefficiënte organisatie van het OV-systeem.

Saillant is dat de regio Apeldoorn, volgens Van der Laan (1998, p. 239) de meest policentrische casus, veruit de meest positieve resultaten laat zien: de verschillen met het optimum $K/P=1$ zijn hier het kleinst. Van een benadering van deze optimale situatie is nochtans geen sprake: de scheefheid van de verdeling van knoopwaarde blijft aanzienlijk en hoewel de correlatie tussen knoop en plaats bij de hoogste behoort, is deze geenszins overtuigend te noemen.

| | | | | | Monocentrische regio's | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|-------------------------------|-----------|-----------|------------------|
| ++ | + | 0 | - | - | Leeuwarden | Groningen | Zwolle | <i>Gemiddeld</i> |
| | | | | | 1,20 | 0,66 | 0,91 | 0,92 |
| Gem. afwijking K/P-verhouding | | | | | 0,75 | 0,52 | 0,62 | 0,63 |
| Idem, gewogen | | | | | 1,32 | 0,74 | 1,13 | 1,06 |
| St. Dev. K/P-verhouding | | | | | -0,085 | 0,288 | 0,764 | 0,322 |
| | | | | | Policentrische regio's | | | |
| | | | | | Leiden | Dordrecht | Apeldoorn | <i>Gemiddeld</i> |
| Gem. afwijking K/P-verhouding | | | | | 0,65 | 0,64 | 0,53 | 0,61 |
| Idem, gewogen | | | | | 0,50 | 0,51 | 0,47 | 0,49 |
| St. Dev. K/P-verhouding | | | | | 0,76 | 0,75 | 0,61 | 0,71 |
| Correlatie K en P | | | | | 0,410 | 0,143 | 0,353 | 0,302 |

Figuur 4.8: Score card voor knoop-plaatsbalans openbaar vervoer: kerngegevens per regio.



Figuur 4.9: Knoop-plaatsgrafiek voor OV in de regio Zwolle.

Waar de monocentrische casus Groningen en de policentrische casus Dordrecht zich bij alle metingen als weinig opvallend manifesteren, springt de hoge knoop-plaatscorrelatie in de regio Zwolle zeer in het oog. De correlatie van 0,764 is aanzienlijk, maar laat zich niet rijmen met de overige meetresultaten voor deze regio, die bij de slechtste behoren. Wanneer knoop- en plaatswaarde in een grafiek tegenover elkaar worden uitgezet (**figuur 4.9**), is inderdaad een positief verband zichtbaar. Echter, de zeer hoge correlatie lijkt vooral te worden veroorzaakt door de hoge knoop-plaatsverhouding van het grootste activiteitencentrum (rechtsboven in de figuur). Door de weging op het aantal arbeidsplaatsen is de invloed van dit grootste centrum op de berekende correlatie zeer groot, hetgeen de meetresultaten vertekent (zie paragraaf 4.3.4).

Hoewel er tussen de regio's onderling aanzienlijke verschillen in de knoop-plaatsbalans waarneembaar zijn, is de balans over de gehele breedte van de cases vrij beperkt: knoop- en plaatswaarden correleren slechts in beperkte mate. Daarnaast lijkt de invloed van de plaatswaarde op de knoopwaarde veel geringer dan de in de theorie veronderstelde relatie $x = y$: lineaire regressieanalyse vertelt dat de coëfficiënt van de relatie niet 1 is (bij $x = y$), maar gemiddeld voor alle cases slechts circa 0,19 bedraagt ($0,19x = y$). Dit wil zeggen dat een verhoging van de plaatswaarde met 1 % van het regionaal totaal gemiddeld leidt tot een verhoging van de knoopwaarde met 0,19 % van het regionaal totaal. Hierin is geen duidelijk verschil waar te nemen tussen de monocentrische en de policentrische cases; alleen in de regio Zwolle ligt de coëfficiënt opmerkelijk hoger ($0,57x = y$; zie **figuur 4.9**). Echter, ook deze uitkomst wordt waarschijnlijk sterk beïnvloed door de weging op het aantal arbeidsplaatsen.

4.2.3 Auto

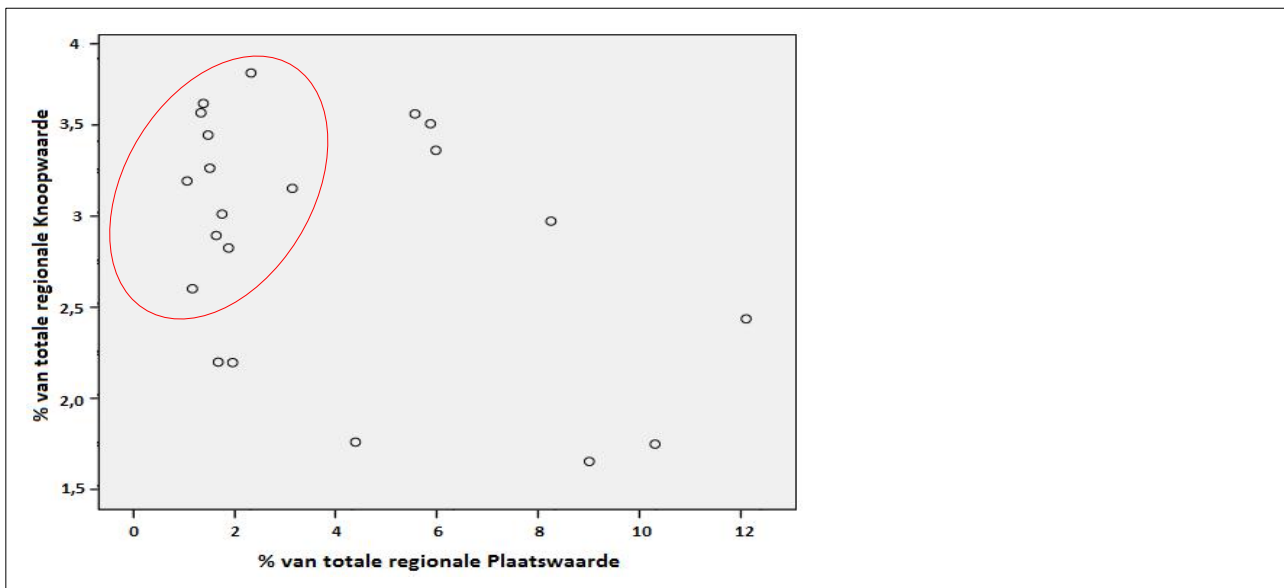
Hoewel wordt verondersteld dat het vervoer per auto beduidend minder dan het OV in zijn functioneren wordt beïnvloed door verschillen in regiovorm, leveren de meetresultaten een soortgelijk beeld op: ook de organisatie van het auto-systeem scoort in de policentrische regio's beduidend beter dan in de monocentrische cases; het contrast tussen beide categorieën is zelfs nog enigszins groter (zie **figuur 4.10**).

| Monocentrische regio's | | | | |
|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| ++ + 0 - - | Leeuwarden | Groningen | Zwolle | Gemiddeld |
| Gem. afwijking K/P-verhouding | 1,21 | 0,68 | 1,00 | 0,96 |
| Idem, gewogen | 0,78 | 0,55 | 0,68 | 0,67 |
| St. Dev. K/P-verhouding | 1,26 | 0,79 | 1,33 | 1,13 |
| Correlatie K en P | -0,507 | -0,099 | 0,297 | -0,103 |
| Policentrische regio's | | | | |
| | Leiden | Dordrecht | Apeldoorn | Gemiddeld |
| Gem. afwijking K/P-verhouding | 0,61 | 0,64 | 0,55 | 0,60 |
| Idem, gewogen | 0,47 | 0,53 | 0,50 | 0,50 |
| St. Dev. K/P-verhouding | 0,71 | 0,79 | 0,64 | 0,71 |
| Correlatie K en P | 0,646 | -0,140 | 0,395 | 0,300 |

Figuur 4.10: Score card voor Knoop-plaatsbalans auto: kerngegevens per regio.

Wederom laten de regio's Leeuwarden en Apeldoorn de slechtste respectievelijk beste meetresultaten zien. Meer dan het geval was bij het OV etaleren ook de regio's Zwolle en Leiden nadrukkelijk negatieve respectievelijk positieve scores. Sprekend is de fors negatieve knoop-plaatscorrelatie in de regio Leeuwarden (-0,507). De tegenstrijdigheid van de positieve correlatie voor OV in de regio Zwolle werd voor een groot deel verklaard door de weging op het aantal arbeidsplaatsen. Andersom ligt de negatieve correlatie voor de auto in Leeuwarden in lijn met de resultaten voor de overige metingen en komt zij

daadwerkelijk voort uit een opvallende negatief verband tussen knoop en plaats over de gehele breedte van het systeem. **Figuur 4.11** vormt hierbij een illustratie: enkele van de kleinste geanalyseerde centra hebben de hoogste knoopwaarden. De clustering van kleine plaatsen met een sterk overmatige knoopwaarde (in de figuur aangegeven met de rode ellips) is een opvallend verschijnsel dat zich in de meeste cases voordoet (zie ook paragraaf 4.3.3).



Figuur 4.11: Knoop-plaatsgrafiek voor de auto in de regio Leeuwarden.

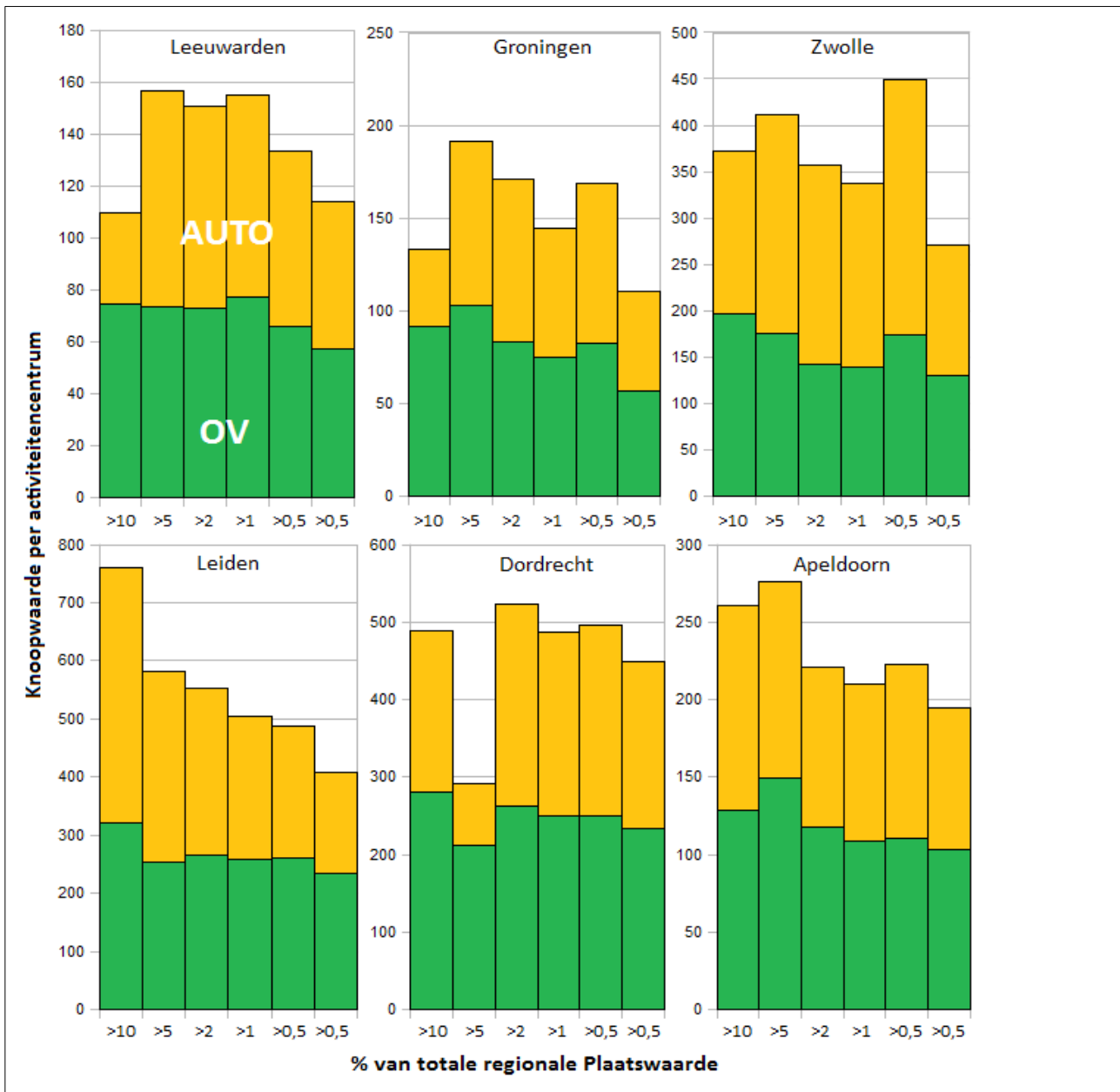
Ook in het geval van de auto blijkt uit lineaire regressieanalyse de veronderstelde relatie $x = y$ niet realistisch: gemiddeld voor alle cases bedraagt de regressiecoëfficiënt van plaats- op knoopwaarde slechts 0,16. Dit wil zeggen dat een verhoging van de plaatswaarde met 1 % van het regionaal totaal gemiddeld leidt tot een verhoging van de knoopwaarde met 0,16 % van het regionaal totaal. Anders dan bij het OV valt op dat deze coëfficiënt in de onderzochte monocentrische regio's gemiddeld lager ligt dan in de policentrische cases het geval is, met waarden van respectievelijk 0,12 en 0,20: dit bevestigt dat de werkelijke knoop-plaatsverhouding in de monocentrische regio's ($0,12x = y$) verder van de als ideaal veronderstelde verhouding ($x = y$) verwijderd is dan in de policentrische regio's. De lagere gemiddelde regressiecoëfficiënt van plaats- op knoopwaarde in de monocentrische regio's komt voort uit de relatief lage knoopwaarden van de grootste plaatsen en relatief hoge knoopwaarden van middelgrote en kleine plaatsen; een gevolg van de minder homogene (steilere) distributie van plaatswaarden in monocentrische regio's. In de volgende paragraaf wordt hier uitgebreid op ingegaan.

4.2.4 Vergelijking openbaar vervoer – auto

De organisatie van het openbaar vervoer scoort op systeemniveau beduidend beter in de policentrische regio's. Dit staat haaks op de verwachting dat de policentrische regiovorm het functioneren van OV negatief beïnvloedt. Echter, de auto behaalt in de monocentrische regio's nog aanzienlijk slechtere meetresultaten dan het OV. Wanneer we de distributie van de gemiddelde knoopwaarde over alle regionale locaties bekijken (**figuur 4.12**), valt op dat de categorie van grootste activiteitencentra (= meer dan 10 % van de totale regionale plaatswaarde *per centrum*) in de monocentrische regio's sterk achterblijft wat betreft de auto-knoopwaarden; in de policentrische regio's is dit niet het geval. Door de weging op het aantal arbeidsplaatsen is de invloed van dit grootste centrum op de metingen zeer groot, het sterk achterblijven van deze grote centra verklaart de relatief lage knoop-plaatsbalans voor de auto in de monocentrische regio's.

Een logische verklaring voor het bovenstaande verschijnsel ligt in de slechte bereikbaarheid van het stadscentrum per auto, als gevolg van de grote verkeersdruk op de beperkte infrastructuur, beperkte parkeercapaciteit en in sommige gevallen de autoluwheid van de binnenstad (Egeter & Schoemaker, 1994,

pp. 78-80; Sung & Oh, 2010). Aangenomen dat juist in monocentrische regio's de belangrijkste activiteiten rond het stadscentrum zijn geclusterd, is de bereikbaarheid per auto en dus auto-knoopwaarde van de grootste centra relatief laag. Echter, wanneer per regio de grootste activiteitencentra nader worden geanalyseerd, blijken zij zowel in de monocentrische regio's als in de policentrische regio's weinig samen te vallen met de stadscentra (zie **figuur 4.13**).



Figuur 4.12: Distributie van de gemiddelde knoopwaarde over activiteitencentra (ΣA), gecategoriseerd naar plaatswaarde. Bemerkt dat de opvallend lage knoopwaarden voor de tweede grootste categorie in de regio Dordrecht weinig representatief zijn: het gaat hier om slechts één activiteitencentrum.

Alleen in de monocentrische regio Zwolle is het stadscentrum (op basis van het aantal arbeidsplaatsen binnen het PC4-gebied) het belangrijkste activiteitencentrum. Echter, hier is de bereikbaarheid per auto juist relatief goed. In de policentrische regio's Dordrecht en Apeldoorn vormen de stadscentra het tweede belangrijkste activiteitencentrum. Daarnaast behoren in de regio's Leiden, Groningen en Leeuwarden locaties met ziekenhuizen, hogescholen en universiteiten nabij het stadscentrum tot de belangrijkste activiteitencentra. Opvallend is echter dat in vier van de zes cases industrie- of bedrijventerreinen aan de stadsrand het belangrijkste activiteitencentrum vormen. Tussen deze uiteenlopende typen grootste activiteitencentra is op basis van de analyse geen duidelijk verschil in knoopwaarde waarneembaar.

Op basis van **figuur 4.13** kan worden gesteld dat de regiovorm van de onderzochte cases zich vooral manifesteert op *interstedelijk* niveau (zie paragraaf 2.2.2): de grootste activiteitencentra zijn in de monocentrische regio's alle in de centrale plaats gelegen, in de policentrische regio's is dit niet het geval. Binnen steden zelf is er wat betreft de situering van de activiteitencentra nauwelijks verschil tussen beide regiovormen waarneembaar.

| | Grootste activiteitencentrum | | | 2e Grootste activiteitencentrum | | |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|--|---------------------------------|---------------------|--|
| Mono-centrisch | PC4 | In centrale plaats? | Omschrijving | PC4 | In centrale plaats? | Omschrijving |
| <i>Leeuwarden</i> | 8912 | Ja | Bedrijventerreinen; stadsrand | 8913 | Ja | Hogeschool, kantoren, dienstverlening; nabij centrum |
| <i>Groningen</i> | 9723 | Ja | Bedrijventerreinen; stadsrand | 9713 | Ja | Universiteit & medisch centrum; nabij centrum |
| <i>Zwolle</i> | 8011 | Ja | Stadscentrum | 8013 | Ja | Bedrijventerreinen; stadsrand |
| Poli-centrisch | | | | | | |
| <i>Leiden</i> | 2333 | Ja | Universiteit & medisch centrum; nabij centrum | 2201 | Nee | Bedrijventerrein, ESTEC space research, <i>Noordwijk</i> |
| <i>Dordrecht</i> | 3316 | Ja | Industriegebieden; stadsrand | 3311 | Ja | Stadscentrum |
| <i>Apeldoorn</i> | 7418 | Nee | Industriegebieden, kantoren; stadsrand <i>Deventer</i> | 7311 | Ja | Stadscentrum |

Figuur 4.13: Situering en kenmerken van de twee grootste activiteitencentra (>10 % van totale regionale plaatswaarde) per regio.

Wanneer we kijken naar de algehele distributie van de gemiddelde knoopwaarden zien we de resultaten van de knoop-plaatsbalansmetingen grotendeels bevestigd: waar de gemiddelde knoopwaarde naarmate de plaatswaarde kleiner wordt idealiter stevast zou moeten dalen, laat met name de distributiecurve voor de auto-knoopwaarde een vrij grimmig verloop zien. De algemene grimmige vorm kan deels voortkomen uit verstoring van de gewoonlijke bereikbaarheidsverhoudingen door verschillen in verkeersdruk en het optreden van congestie. Ondanks het onregelmatige verloop van de distributiecurves is in de meeste cases echter wel sprake van een licht dalende algehele trend, zoals te zien in **figuur 4.12**; algemeen wordt hiermee bevestigd dat de knoopwaarde afneemt naarmate de plaatswaarde daalt.

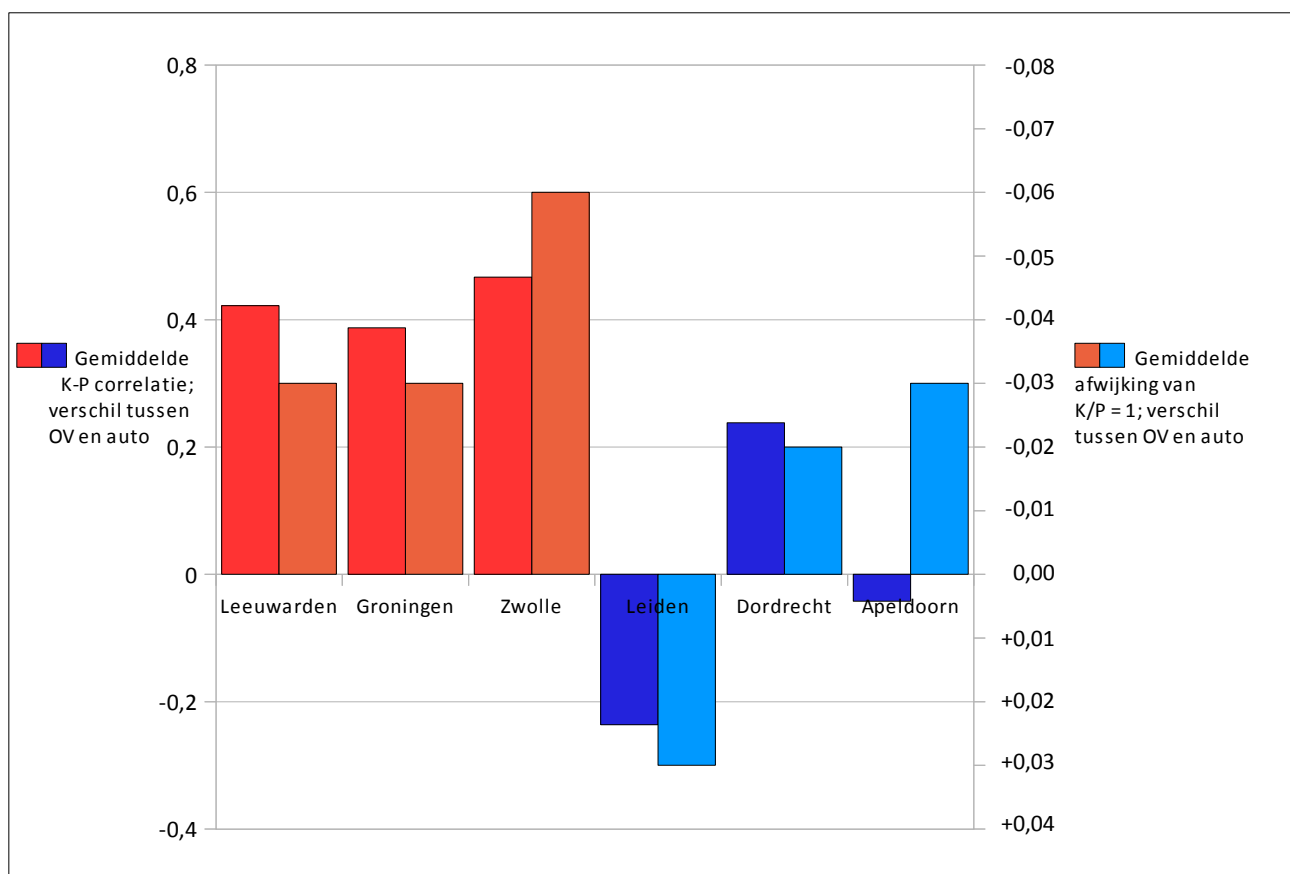
Wat betreft de auto is een duidelijk onderling verschil in de distributie van knoopwaarde waarneembaar tussen de monocentrische en de policentrische cases: de regio's Leiden en Apeldoorn laten een duidelijk dalend verloop zien (in Leiden daalt de distributie van knoopwaarden over de categorieën zelfs continu), terwijl in de monocentrische regio's de gemiddelde knoopwaarde per centrum een piek vertoont in de middelgrote centra.

Dit verschijnsel kan worden verklaard aan de hand van de distributie van *plaatswaarde* als besproken in paragraaf 4.1.2: in de monocentrische regio's is de distributie van de totale knoopwaarde over de activiteitencentra beduidend minder homogeen dan in de policentrische regio's; na de grootste activiteitencentra daalt de plaatswaarde voor de volgende grootste centra snel. Omdat de centra in het midden van het spectrum in de monocentrische regio's relatief klein zijn, krijgen zij in verhouding tot hun omvang veel knoopwaarde toebedeeld (immers: knoopwaarde daalt veel trager dan plaatswaarde want correlatiecoëfficiënt is beperkt); hun K/P-verhouding wordt overmatig. Tegelijkertijd zijn, zoals geconstateerd in paragraaf 4.1.2, de grootste centra relatief groot; hierdoor krijgen zij in verhouding tot hun omvang erg weinig knoopwaarde toebedeeld; dit resulteert in een lage K/P-verhouding en biedt een uitleg voor de eerder in deze paragraaf besproken lage knoopwaarden voor de auto in de grootste activiteitencentra van de monocentrische regio's.

De aan regiovorm verbonden verschillen in distributie van plaatswaarde verklaren de betere scores van beide modaliteiten in de policentrische regio's: een homogene distributie van de plaatswaarde leidt tot een eerlijkere distributie van knoopwaarden over centra, omdat verschillen in plaatswaarde slechts in beperkte mate tot verschillen in knoopwaarde leiden (kleine regressiecoëfficiënt). Hierdoor neemt de knoop-plaatsbalans toe. Het OV scoort echter beduidend minder slecht dan de auto in de monocentrische regio's; de verschillen in correlatie en K/P-verhouding tussen de beide regiovormen zijn geringer. De distributie van knoopwaarden laat voor beide regiovormen een stabiel verloop zien met minder extremen dan het geval is voor de auto. Ook vertonen de grootste activiteitencentra minder tekort aan knoopwaarde.

Dit alles kan worden verklaard door de verschillen in knoopwaardedistributie tussen auto en OV. De auto kent een zeer alomtegenwoordige infrastructuur, deze vormt een netwerk dat vele malen uitgestrekter en meer fijnmazig is dan dat van het openbaar vervoer. Door de organisatie in een netwerk (in plaats van een organisatie waarin alle centra door onderling onafhankelijke verbindingen aan elkaar worden gekoppeld, zie paragraaf 4.3.3) profiteren kleine centra mee van de hoogwaardige verbindingen tussen grote centra, waardoor de distributie van reistijden sterk wordt gehomogeniseerd: kleine centra krijgen in vergelijking met de grote centra veel knoopwaarde toebedeeld.

In het geval van het OV speelt hetzelfde effect, alleen in aanzienlijk mindere mate: omdat de infrastructuur veel beperkter is en bovendien door het collectieve karakter afhankelijk is van vaste halteplaatsen, is het profijt van locaties met een kleine plaatswaarde bij OV-verbindingen tussen grote activiteitencentra gemiddeld kleiner. Hierdoor is de overmaat aan knoopwaarde in kleine centra ten koste van de grote centra beperkter dan voor de auto het geval is. In monocentrische regio's, waar de distributie van plaatswaarden steil is (de kleine centra hebben gemiddeld per centrum een kleiner aandeel en de grote centra een groter aandeel in de regionale plaatswaarde dan in de policentrische regio's) zal het OV als gevolg relatief weinig knoopwaarde verschaffen aan kleine centra en relatief veel knoopwaarde verschaffen aan de grote centra. Hierdoor verbetert in monocentrische regio's de knoop-plaatsbalans op systeemniveau.



Figuur 4.14: Verschil tussen OV en auto wat betreft knoop-plaatsbalans: onderlinge benchmarking regio's, op basis van correlatie (linker Y-as) en Knoop-plaatsverhouding (rechter Y-as).

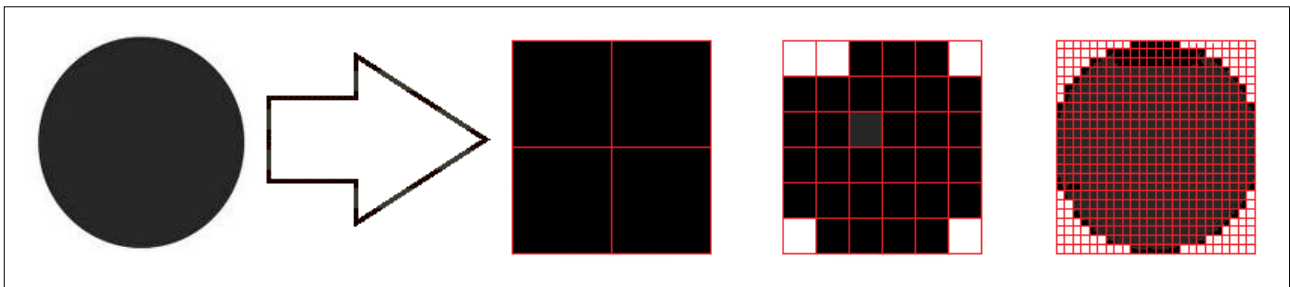
Concluderend vertelt een vergelijking van de prestaties van openbaar vervoer en auto ons dat het OV ten opzichte van de auto *beter* scoort in de onderzochte monocentrische regio's dan in de policentrische regio's. Dit meetresultaat komt voor een belangrijk deel voort uit de slechte auto-bereikbaarheid van de grootste activiteitscentra in de monocentrische regio's; door de weging op het aantal arbeidsplaatsen is hun invloed op de metingen groot. **Figuur 4.14** toont de onderlinge, kwantitatieve benchmarking van de regio's op basis van metingen met betrekking tot correlatie en K/P-verhouding. In deze benchmark valt de regio Leiden op; hier behaalt de auto op systeemniveau betere resultaten dan het OV ten aanzien van de knoop-plaatsbalans; in alle andere regio's valt een vergelijking uit in het voordeel van het openbaar vervoer.

4.3 Discussie

De in de vorige paragraaf besproken meetresultaten zijn grotendeels in tegenspraak met de oorspronkelijke veronderstellingen. Analyse van deze resultaten heeft ons geleerd dat de metingen mogelijk door diverse factoren die samenhangen met de gebruikte methode zijn beïnvloed. Dit zou uiteraard implicaties hebben voor de validiteit van de meetresultaten. In deze paragraaf zullen de diverse beperkingen van de gebruikte methode, die mogelijk vertekening hebben veroorzaakt, kritisch worden bekeken. Aansluitend zullen methodologische verbeteringen worden aangedragen, die in eventueel vervolgonderzoek kunnen worden toegepast.

4.3.1 PC4-gebieden als representatie van activiteitencentra

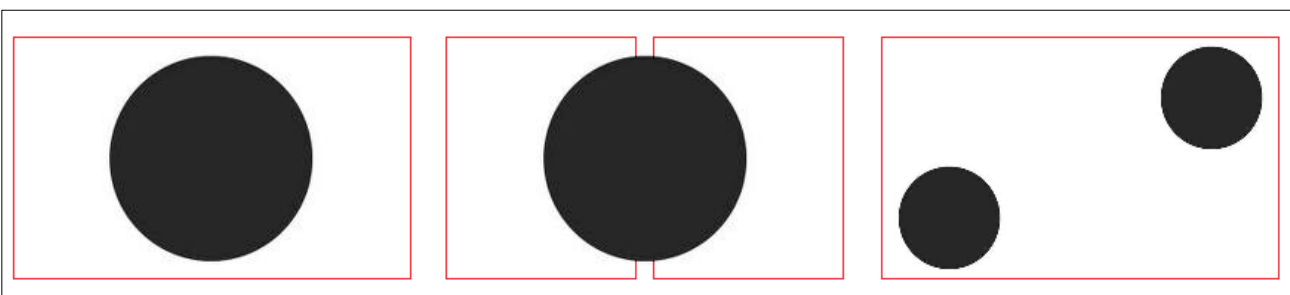
Modarres (2003) concludeert dat activiteitencentra zich onderscheiden van hun omgeving door een hoge ruimtelijke concentratie van activiteiten en derhalve best kunnen worden geoperationaliseerd en afgebakend op basis van de dichtheid van activiteiten (c.q. banendichtheid). Om de activiteitencentra op een nauwkeurige wijze af te bakenen ten opzichte van hun omgeving zijn gegevens op zeer klein schaalniveau nodig. Hoe kleiner het schaalniveau waarop de banendichtheid wordt gemeten, des te exacter de te maken afbakening overeenkomt met de eigenlijke grenzen van het activiteitencentrum (zie **figuur 4.15**).



Figuur 4.15: Activiteitencentra kunnen worden afgebakend als een samenstelling van postcodegebieden. Naarmate het schaalniveau van deze gebieden terug wordt gebracht (rechts) komt de afbakening steeds exacter overeen met het daadwerkelijke activiteitencentrum (links).

Deze benadering behoeft gegevens op postcode-5-niveau (een postcode-5-gebied [PC5] omvat alle adressen waarvan het cijfergedeelte en de eerste letter van de postcode gelijk is). Echter, deze gegevens zijn zeer kostbaar en niet voorhanden in dit onderzoek. Derhalve is er noodzakelijkerwijs gekozen voor afbakening op PC4-niveau.

Gevolg is dat de gebruikte afbakening sterk kan afwijken van de eigenlijke grenzen van het te analyseren activiteitencentrum: deze afbakening kan te ruim zijn (zie **figuur 4.16, links**), waardoor gebieden die niet bij het activiteitencentrum horen onterecht worden meegenomen in de analyse. Omdat de grenzen van het PC4-gebied en het beoogde centrum niet samen hoeven te vallen, is het mogelijk dat een activiteitencentrum slechts gedeeltelijk wordt meegenomen (**figuur 4.16, midden**). Tenslotte is het niet uitgesloten dat binnen een PC4-gebied meerdere activiteitencentra zijn gelegen (**figuur 4.16, rechts**).



Figuur 4.16: Wijzen waarop een afbakening op PC4-niveau kan afwijken van de eigenlijke grenzen van een activiteitencentrum.

Op PC4-niveau is dichtheid als identificatiecriterium geen optie, zo werd reeds geconcludeerd in paragraaf 3.2.2; dit omdat PC4-gebieden veelal groter zijn dan de activiteitencentra zelf. In plaats daarvan wordt het aantal banen binnen het PC4-gebied als identificatiecriterium aangewend. Omdat de PC4-gebieden vaak geen accurate representatie van de activiteitencentra vormen, is het aantal banen binnen een dergelijk gebied in veel gevallen geen goede maatstaf: in een zeer groot PC4-gebied kunnen veel banen buiten het eigenlijke activiteitencentrum zijn gesitueerd. Ook zouden de banen verdeeld kunnen zijn over meerdere, kleinere activiteitencentra. Wanneer een significant activiteitencentrum in twee verschillende PC4-gebieden ligt, wordt het gepercipieerd als twee kleinere, mogelijk niet-significante, afzonderlijke centra. Tenslotte kunnen door het wegvallen van dichtheid als identificatiecriterium PC4-gebieden waarin arbeidsplaatsen in een lage dichtheid over een groot oppervlak zijn verspreid onterecht als activiteitencentrum worden aangemerkt. Zo bleken veel van de geanalyseerde grootste activiteitencentra bedrijventerreinen met een beperkte arbeidsplaatsendichtheid en extensief karakter te zijn.

Bovenstaande tekortkomingen beperken de validiteit van een benadering op PC4-niveau: meetresultaten worden mogelijk voor een aanzienlijk deel bepaald door de gebruikte methode van afbakening van activiteitencentra. In vervolgonderzoek is een nauwkeuriger instrumentarium voor identificatie en afbakening van activiteitencentra daarom absoluut onontbeerlijk.

4.3.2 Significantie als demarcatiecriterium

In de analyse is gebruik gemaakt van een demarcatiecriterium op basis van significantie. Dit op grond van overwegingen van theoretische verdedigbaarheid (zie paragraaf 3.2.2). Echter, na bestudering van de meetresultaten bleken er grote verschillen tussen de onderzochte regio's te bestaan wat betreft de representativiteit van de geselecteerde activiteitencentra: in de regio's Zwolle en Dordrecht omvat de selectie 97 % respectievelijk 95% van het totale aantal arbeidsplaatsen; in de regio's Apeldoorn en Groningen slechts 78 % en 80 %.

In de eerste plaats kunnen verschillen tussen de onderzoekscases wat betreft de samenstelling van de activiteitencentra het percentage significante activiteitencentra hebben beïnvloed: Enerzijds kan een dominantie van veel middelgrote, ongeveer gelijkwaardige centra ervoor zorgen dat relatief veel arbeidsplaatsen in de centra die voldoen aan het criterium van 1 % zijn ondergebracht. Andersom kan een structuur met één zeer dominant centrum en vervolgens veel centra met zeer snel afnemende aantallen arbeidsplaatsen relatief veel arbeidsplaatsen doen uitsluiten van analyse. Deze twee situaties kunnen zich manifesteren vanwege daadwerkelijke verschillen in regiovorm (respectievelijk policentrisch en monocentrisch).

Analyse wijst echter uit dat de verschillen in het percentage arbeidsplaatsen in significante centra vooral voortkomen uit het gebruik van PC4-gebieden als onderzoekseenheid: PC4-gebieden lopen qua omvang zeer sterk uiteen zonder dat zij noodzakelijkerwijs de grenzen van activiteitencentra volgen; zij vormen geen een-op-een representatie. Er zijn duidelijke verschillen tussen regio's zichtbaar wat betreft het aantal arbeidsplaatsen per PC4-gebied en de verdeling van de arbeidsplaatsen over de PC4-gebieden: de regio's met het hoogste percentage significante centra kennen een hoog aantal banen per PC4-gebied (ca. 3000/PC4) in vergelijking met de regio's met een laag percentage significante centra (ca. 1500/PC4). In de laatstgenoemde centra leidt het grote aantal postcode-4-gebieden tot meer opdeling van de arbeidsplaatsen, waardoor de kans dat een PC4-gebied (en dus een waargenomen activiteitencentrum) niet-significant is toeneemt.

Op deze wijze is per regio een zeer verschillend aandeel van de totale plaatswaarde meegenomen in de analyse. Dit is mogelijk van invloed op de meetresultaten. Om het bovenstaande probleem weg te nemen en per regio een gelijkwaardige selectie te onderzoeken, zou een demarcatiecriterium van 1 % kunnen worden gehandhaafd, waarbij kleinere PC4-gebieden wordt toegelaten totdat de som van aantal arbeidsplaatsen in de geselecteerde gebieden 75 % van het regionaal totaal bedraagt. Hiermee wordt de 78 % van de regio Apeldoorn als laagste waarde niet overschreden en zal in alle regio's een gelijke representatie worden onderzocht.

4.3.3 Bereikbaarheidsmaat op basis van reistijd

Eveneens ingegeven door de beperkt beschikbare informatie, is bij berekening van de knoopwaarden gebruik gemaakt van een bereikbaarheidsmaat op basis van reistijd. De keuze voor deze meetmethode heeft aanzienlijke implicaties voor de aard van de meetresultaten: waar in het theoretisch kader werd verondersteld dat de verhouding tussen knopen en plaatsen in een efficiënt georganiseerd vervoersnetwerk telkens ongeveer 1 zou moeten blijven, tonen de meetresultaten voor alle onderzochte regio's een radicaal ander beeld: doorgaans is slechts een kleine toename van de knoopwaarde waarneembaar naarmate een activiteitscentrum een hogere plaatswaarde heeft.

Deze uitkomsten zijn inherent aan het gebruik van reistijd als bereikbaarheidsmaat: voor een knoop-plaatsverhouding die over het hele systeem 1 bedraagt, dient de reistijd naar een activiteitscentrum te halveren wanneer het aantal arbeidsplaatsen in dat centrum verdubbelt. In theorie zou de reistijd naar een centrum met 20.000 arbeidsplaatsen dus 200 maal zo kort moeten zijn als de reistijd naar een centrum met 100 arbeidsplaatsen. Echter, de vervoersinfrastructuur vormt – zeker in het geval van de auto – een dermate wijdverbreid netwerk dat ook relatief kleine centra relatief snel kunnen worden bereikt. Juist door deze organisatie in een netwerk (in plaats van een organisatie waarin alle centra door onderling onafhankelijke verbindingen aan elkaar worden gekoppeld) hebben hoogwaardige verbindingen tussen belangrijke activiteitscentra ook implicaties voor de bereikbaarheid van tussengelegen (kleine) locaties. Het dorp Elst profiteert bijvoorbeeld van de ligging tussen Arnhem en Nijmegen: Elst zal ondanks haar bescheiden plaatswaarde een hoge knoopwaarde kennen als een direct *spillover-effect* van de goede verbindingen tussen beide steden. Wanneer de onderlinge bereikbaarheid van Arnhem en Nijmegen stijgt, zal dit in veel gevallen ook leiden tot een betere bereikbaarheid van Elst.

Als gevolg van dit spillover-effect ontstaat er in zeer veel gevallen een overmaat aan knoopwaarde in centra met een kleine plaatswaarde. Dit verklaart de in paragraaf 4.2.3 geconstateerde clustering van kleinere activiteitscentra boven de lijn $x = y$ in het knoop-plaatsmodel, die een terugkerend fenomeen is in iedere onderzochte regio. Dit betekent dat er in iedere regio tal van locaties met een uitstekende bereikbaarheid zijn, waar toch slechts weinig activiteiten tot ontwikkeling komen. Dit verschijnsel kan deels worden toegeschreven aan de gebruikte methode op basis van reistijd: de voorwaarde voor knoop-plaatsbalans $x = y$ is op basis van reistijd te extreem gesteld; de balans zal in werkelijkheid groter zijn. Het verschijnsel kan echter ook deels worden verklaard als het gevolg van een grote druk op bedrijven en activiteiten zich te vestigen rondom grote activiteitscentra, ingegeven door bijvoorbeeld het zeer rigide karakter van de Nederlandse ruimtelijke planningspraktijk. Het is te verwachten dat in een meer marktconforme situatie met een geringe interventie door ruimtelijk beleid, bijvoorbeeld in de Verenigde Staten, de ontwikkeling van activiteiten gelijkmatiger over locaties in een regio zou worden verdeeld.

De spillover van bereikbaarheid in een vervoersnetwerk maakt de op reistijd gebaseerde bereikbaarheidsmaat niet optimaal geschikt als methode in dienst van de knoop-plaatsentheorie. Het is geen adequate representatie van de organisatie van een vervoerssysteem: binnen een organisatie die zeer sterk gericht is op het verbinden van de belangrijkste activiteitscentra in een regio, kunnen kleine centra in veel gevallen alsnog binnen een vergelijkbare reistijd worden bereikt. Daarnaast is een 1 op 1 vermindering van de reistijd naarmate de plaatswaarde groeit ook niet strikt noodzakelijk: de hoge attractiviteit van een activiteitscentrum met veel plaatswaarde rechtvaardigt op zichzelf een eventuele langere reistijd; de baten van de reis nemen immers toe.

Om de organisatie van een vervoersnetwerk beter te representeren, is een bereikbaarheidsmaat nodig die de hoofdzakelijke gerichtheid van een vervoerssysteem ten aanzien van de belangrijkste activiteitscentra in kaart brengt, zonder dat factoren anders dan organisatie de meetresultaten overschaduwden. Bertolini (1999) combineerde in zijn onderzoek diverse indicatoren die tezamen in wezen de gerichtheid van een vervoerssysteem op een locatie, ofwel de *centraliteit* van die locatie binnen een systeem, bepaalden. Het aantal verbindingen (te bepalen middels netwerkanalyse of grafentheorie), de capaciteit van deze verbindingen (bijvoorbeeld frequentie, aantal stoelen voor OV en wegcapaciteit, parkeercapaciteit voor auto) en de snelheid van deze verbindingen (reistijd, directheid) bepalen tezamen de centraliteit van een locatie, die kan worden afgewogen tegen de behoeften van die locatie op basis van haar plaatswaarde.

Echter, door de verschillende aard van auto en OV (individueel versus collectief) kan er nauwelijks een gelijke basis worden gevonden waarop met name capaciteit voor beide modaliteiten kan worden gemeten. De door Bertolini gebruikte methode is in dit onderzoek niet toegepast omdat er een vergelijking tussen beide modaliteiten wordt gemaakt (auto versus OV), waardoor hun capaciteit niet zonder meer op basis van per modaliteit verschillende criteria kan worden bepaald. In vervolgonderzoek zal dan ook eerst moeten worden geanalyseerd in hoeverre en op welke wijze met behulp van verschillende meetinstrumenten per modaliteit een correcte vergelijking tussen modaliteiten kan worden gemaakt; als het ware een 'kalibratie' van de meetmethode.

4.3.4 Weging van activiteitencentra naar aantal arbeidsplaatsen

In de regio Zwolle werd voor het openbaar vervoer een opvallend positieve correlatie tussen knopen en plaatsen gevonden, die niet kon worden gerijmd met de resultaten van de overige metingen. Zoals werd opgemerkt in paragraaf 4.2.2, resulteerde de weging van de activiteitencentra naar het aantal arbeidsplaatsen in een sterke overheersing van de grootste centra bij de berekening van de correlatie. Op deze wijze is in het geval van de regio Zwolle de relatief zeer hoge knoop-plaatsverhouding van het grootste centrum (zie **figuur 4.9**) grotendeels bepalend voor de hoge correlatie op systeemniveau. Om dergelijke vertekeningen bij toekomstig onderzoek te voorkomen, zal een meer gematigde vorm van weging moeten worden toegepast.

Hoofdstuk 5

Conclusie

In dit afsluitende hoofdstuk wordt op basis van de in het vierde hoofdstuk beschreven analyse teruggekoppeld naar de vraagstelling van het onderzoek: eerst zullen de zes deelvragen van een antwoord worden voorzien, om vervolgens de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. Er zal worden besloten met een korte slotbeschouwing, waarin terug wordt geblikt op de verworvenheden van dit onderzoek en vooruit wordt gekeken naar de mogelijkheden van vervolgonderzoek.

5.1 Beantwoording van de vraagstelling

De interne doelstelling van dit onderzoek was de veronderstelde relatie tussen vervoerskwaliteit van OV en regiovorm te toetsen. In paragraaf 1.2.3 is een vraagstelling geformuleerd die aan deze doelstelling beantwoordt. Deze vraag luidt:

'In hoeverre en op welke wijze verschilt de relatieve kwaliteit van openbaar vervoer (ten opzichte van de auto) tussen policentrische regio's en monocentrische regio's, volgens de Knoop-plaatstheorie?'

Hypothese: *'Ten opzichte van de auto is er minder balans tussen plaatsen en OV-knopen aanwezig in policentrische regio's dan in monocentrische regio's.'*

Overeenkomstig de in hoofdstuk 3 behandelde methode is de beantwoording van de vraagstelling vervolgens via een aantal deelvragen systematisch tegemoetgetreden in de analyse. Op grond van deze analyse zullen hieronder allereerst deze deelvragen en vervolgens de hoofdvraag worden beantwoord:

1. *In hoeverre en op welke wijze is er balans tussen OV-knopen & plaatsen volgens de Knoop-plaatstheorie, in:*
 - a) *de locaties met significante plaatswaarde in de policentrische regio's Leiden, Dordrecht en Apeldoorn*
 - b) *de locaties met significante plaatswaarde in de monocentrische regio's Zwolle, Leeuwarden en Groningen*

De meetresultaten tonen geenszins een overtuigende balans tussen knopen en plaatsen aan. In de eerste plaats is er een grote variantie van de meetresultaten ten opzichte van de ideale verhouding $x = y$ zichtbaar, de correlatie is laag. Daarnaast is de invloed van plaatswaarde op de knoopwaarde veel lager dan verwacht: waar in het theoretisch kader werd verondersteld dat de verhouding tussen knopen en plaatsen in een efficiënt georganiseerd vervoersnetwerk telkens ongeveer 1 zou moeten blijven, is bij lineaire regressieanalyse een regressiecoëfficiënt van slechts 0,19 gevonden: gemiddeld neemt de knoopwaarde met 0,19 % van het regionaal totaal toe bij een stijging in plaatswaarde met 1 % van het regionaal totaal. De verklaring voor deze resultaten ligt in het gebruik van reistijd als bereikbaarheidsmaat: doordat vervoerssystemen een netwerkvorm hebben, profiteren kleine centra mee van de hoogwaardige verbindingen tussen grote centra. Door dit *spillover-effect* wordt de distributie van reistijden sterk gehomogeniseerd.

2. *In hoeverre en op welke wijze is er verschil tussen de policentrische regio's enerzijds en de monocentrische regio's anderzijds, wat betreft de balans tussen OV-knopen & plaatsen voor de locaties met significante plaatswaarde? (vergelijking 1a en 1b)*

Hoewel algemeen geen sprake is van een overtuigende knoop-plaatsbalans, is er een aanzienlijk verschil tussen de policentrische en monocentrische cases waarneembaar: in alle policentrische cases ligt de mate

van knoop-plaatsbalans beduidend hoger dan in de monocentrische regio's. Deze conclusie staat haaks op de verwachtingen: op grond van de veronderstelde beperkingen van de organisatie van OV-systemen ten opzichte van policentrische regiovorm zou de knoop-plaatsbalans in policentrische regio's juist *lager* uitkomen. Echter, de meer homogene distributie van plaatswaarden over de activiteitencentra in policentrische regio's leidt tot een eerlijkere distributie van knoopwaarden over centra, omdat verschillen in plaatswaarde slechts in beperkte mate tot verschillen in knoopwaarde leiden (kleine regressiecoëfficiënt). Hierdoor neemt de scheefheid van de knoop-plaatsbalans op systeemniveau ten opzichte van het ideale situatie $x = y$ af.

3. *In hoeverre en op welke wijze is er balans tussen auto-knopen & plaatsen volgens de Knoop-plaatstheorie, in:*

- a) *de locaties met significante plaatswaarde in de policentrische regio's Leiden, Dordrecht en Apeldoorn*
- b) *de locaties met significante plaatswaarde in de monocentrische regio's Zwolle, Leeuwarden en Groningen*

Wat betreft deze vraag kunnen ten aanzien van het auto-systeem ongeveer dezelfde conclusies worden getrokken als in vraag 1, waar deze werd betrokken op het openbaar vervoer: de mate van balans tussen knopen en plaatsen die is waargenomen is ook voor de auto in algehele zin vrij zwak. Daarbij ligt de balans gemiddeld zelfs nog enigszins lager dan het geval is bij het OV; ook laten liefst drie cases op systeemniveau een opvallende negatieve correlatie tussen knoop- en plaatswaarde zien.

De invloed van plaatswaarde op de knoopwaarde is ook voor de auto om dezelfde redenen als genoemd voor het openbaar vervoer kleiner dan verwacht. Anders dan bij het OV is wat betreft de regressiecoëfficiënt verschil waarneembaar tussen de monocentrische en policentrische cases; de coëfficiënten bedragen gemiddeld respectievelijk 0,12 en 0,20.

4. *In hoeverre en op welke wijze is er verschil tussen de policentrische regio's enerzijds en de monocentrische regio's anderzijds, wat betreft de balans tussen auto-knopen & plaatsen voor de locaties met significante plaatswaarde? (vergelijking 3a en 3b)*

Ook ten aanzien van de auto kan op grond van de uitgevoerde metingen de conclusie worden getrokken dat de knoop-plaatsbalans een beduidend hoger niveau heeft in de policentrische regio's. Evenals geldt voor het OV komt dit resultaat voort uit de meer homogene distributie van plaatswaarden over de activiteitencentra in policentrische regio's. Gevolg is dat bij de distributie van knoopwaarden de categorie van grootste activiteitencentra (= meer dan 10 % van de totale regionale plaatswaarde *per centrum*) in de monocentrische regio's sterk wordt onderbedeeld; de gemiddelde knoopwaarde per centrum vertoont een piek in de middelgrote centra.

5. *In hoeverre en op welke wijze is er verschil tussen de balans van OV-knopen & plaatsen enerzijds en Auto-knopen & plaatsen anderzijds, in:*

- a) *de locaties met significante plaatswaarde in de policentrische regio's Leiden, Dordrecht & Apeldoorn (vergelijking 1a en 3a)*
- b) *de locaties met significante plaatswaarde in de monocentrische regio's Zwolle, Leeuwarden en Groningen (vergelijking 1b en 3b)*

Een vergelijking van de meetresultaten voor auto en OV leert dat de beide modaliteiten elkaar wat betreft knoop-plaatsbalans weinig ontlopen in de policentrische cases, maar dat in alle onderzochte monocentrische regio's de auto beduidend slechter scoort dan het openbaar vervoer. Alleen in de policentrische regio Leiden valt een vergelijking van de knoop-plaatsbalansen in het voordeel van de auto uit. Op basis van de meetresultaten kan dus worden geconcludeerd dat de auto in vijf van de zes cases een slechtere systeemorganisatie kent dan het OV.

Dit kan worden verklaard door de verschillen in knoopwaardedistributie tussen auto en OV. Doordat de auto in tegenstelling tot het openbaar vervoer een vrijwel alomtegenwoordige infrastructuur kent, zijn kleine en grote locaties binnen een vergelijkbare reistijd bereikbaar. Juist de hoge bereikbaarheidsgraad die het auto-systeem biedt ten aanzien van kleine centra beperkt haar knoop-plaatsbalans, doordat de knoopwaarden op kleine locaties nagenoeg gelijk zijn aan die in de grootste centra. In het geval van het OV

geldt dit in aanzienlijk mindere mate, omdat de infrastructuur veel beperkter is en bovendien door het collectieve karakter afhankelijk is van vaste halteplaatsen. Hierdoor daalt de overmaat aan knoopwaarde in de kleine centra en stijgt de knoop-plaatsbalans op systeemniveau.

6. *Welke regio's en welke regiovorm (policentrisch of monocentrisch) vertonen deze verschillen tussen balans van OV-knopen & plaatsen enerzijds en Auto-knopen & plaatsen anderzijds sterker en welke minder sterk? (vergelijking en rangschikking 2 en 4)*

De auto behaalt in de monocentrische regio's nog aanzienlijk slechtere meetresultaten dan het OV. Dit is eveneens een gevolg de verschillen in knoopwaardedistributie tussen auto en OV: de auto verschaft een zeer homogene distributie van knoopwaarden, terwijl door het OV kleinere plaatsen relatief weinig knoopwaarde toebedeeld krijgen. In monocentrische regio's, waar de distributie van plaatswaarden steil is (de kleine centra hebben gemiddeld per centrum een kleiner aandeel en de grote centra per centrum een groter aandeel in de regionale plaatswaarde dan in de policentrische regio's) zal het OV als gevolg in verhouding tot de auto weinig knoopwaarde verschaffen aan kleine centra en relatief veel knoopwaarde verschaffen aan de grote centra. Hierdoor is de knoop-plaatsbalans in monocentrische regio's groter voor het OV dan voor de auto.

Deze verklaring wordt bevestigd door de gevonden regressiecoëfficiënten: voor het OV is de regressie van plaatswaarde op knoopwaarde ongeveer gelijk in de monocentrische en policentrische regio's, terwijl de regressie voor de auto gemiddeld aanzienlijk kleiner is in de monocentrische regio's ($0,12 x = y$ ten opzichte van $0,20 x = y$ voor policentrische regio's): door de steile distributie van plaatswaarde wordt de verdeling van auto-knoopwaarde schever ten opzichte van de ideale situatie $x = y$ hetgeen leidt tot een lagere knoop-plaatsbalans op systeemniveau.

Vanwege de slechte scores van de auto in de monocentrische regio's vertelt een vergelijking van de prestaties van openbaar vervoer en auto ons dat het OV ten opzichte van de auto beter scoort in de onderzochte monocentrische regio's dan in de policentrische regio's.

Ten aanzien van de beantwoording van de **hoofdvraag** leidt deze uitkomst tot een bevestiging van de aan de hoofdvraag gekoppelde hypothese: er is ten opzichte van de auto sprake van *minder balans* tussen plaatsen en OV-knopen in policentrische regio's dan in monocentrische regio's. Desalniettemin lijkt deze bevinding geenszins voort te komen uit de verwachte mindere prestaties van OV in policentrische regio's; het tegendeel is immers het geval. Analyse van de meetresultaten toont aan dat het slechte presteren van de beide modaliteiten in monocentrische regio's en het slechtere presteren van de auto ten opzichte van het openbaar vervoer logisch voortvloeit uit de gebruikte methode. Om die reden kunnen aan de hand van dit onderzoek de veronderstelde problemen van OV-systemen wat betreft policentrische regiovorm dan ook *niet* worden bevestigd.

Bovendien is het de vraag in hoeverre de analyseresultaten werkelijk de kwaliteit van vervoerssystemen uitdrukken: het is zeer plausibel dat de beperkingen van de onderzoeksmethode, als geformuleerd in paragraaf 4.3, onbedoeld een grote invloed hebben uitgeoefend op de metingen, waardoor hun validiteit mogelijk ernstig in het geding is gekomen. De afbakening van activiteitencentra op PC4-niveau is een te grof instrument gebleken om de essentie van regiovorm te vangen. Daarnaast hield de bepaling van knoop-plaatsbalans op basis van reistijd geen rekening met de omvangrijke spillover van bereikbaarheid in een vervoersnetwerk. Onbedoeld is het verschil in de mate van spillover tussen auto en OV bepalend geworden voor de wijze waarop de beide modaliteiten zich gedragen onder invloed van veranderende regiovorm. Bovendien maakt deze spillover een continue 1 op 1 knoop-plaatsverhouding als ideale balans volledig onrealistisch; een gemiddelde stijging van de knoopwaarde met 0,20 % van het regionaal totaal bij een toename in plaatswaarde met 1 % van het regionaal totaal lijkt een betere representatie van de werkelijkheid te zijn.

Alles tezamen kan worden geconcludeerd dat de beperkte middelen waarover bij het uitvoeren van dit onderzoek beschikking was, onvoldoende nauwkeurig zijn gebleken om een werkelijk zuivere representatie van zowel OV-kwaliteit als regiovorm te kunnen bereiken. Daarnaast is het aan de hand van de gebruikte methode niet mogelijk knoop-plaatsbalans op valide wijze in kaart te brengen. Er is behoefte aan een beter meetinstrument – in het bijzonder voor de bepaling van knoopwaarden.

5.2 Slotbeschouwing

Eenzijds kan worden gesteld dat op basis van de beschikbare middelen onvoldoende bewijs kan worden geleverd om de veronderstelde relatie tussen regiovorm en relatieve OV-kwaliteit aan de hand van de Knoop-plaatstheorie te bewijzen dan wel te falsificeren. Anderzijds is het absoluut nooit de intentie geweest met een sluitende bewijsvoering te komen; dit is gezien de beperkte middelen en omvang van dit onderzoek al in een vroeg stadium uitgesloten (zie paragraaf 1.2.2). Het opzetten van een theoretisch en methodologisch framework dat de aanleiding kan geven tot verder onderzoek is als meest wezenlijke doel succesvol gerealiseerd. Daarbij heeft dit onderzoek niet alleen zijn primaire functie als aanvulling op de bestaande kennis vervuld, maar probeert het eveneens dienst te doen als een pamflet voor een alternatieve benadering van vervoersvraagstukken.

De gesignaleerde tekortkomingen zijn alle van methodologische aard en er zijn oplossingsrichtingen te over; een aantal hiervan zijn reeds in paragraaf 4.3 aangedragen. De uitdaging ligt bij vervolgonderzoek deze aanpassingen op te pakken en de methode te perfectioneren.

Literatuurlijst

- Abraham, J. (2002).** *Urban Public Transportation*. Vinddatum 19 september 2010, op: Wayne State University: www.eng.wayne.edu/user_files/155/Urban%20Public%20Transportation.pdf
- Acker, V. van; Wee, B. van & Witlox, F. (2010).** When Transport Geography Meets Social Psychology: Toward a Conceptual Model of Travel Behaviour. *Transport Reviews*, Vol. 30, pp. 219-240.
- Alonso, W. (1964).** *Location and Land Use*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.
- Bakel, M. van (2001).** *Stedelijke ontwikkeling van knooppunten in de Deltametropool – Een model dat een keuze voor de locatie van te ontwikkelen knooppunten kan onderbouwen*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Bamberg, S. (2009).** *Individual Motives, Social Context, and the Use of Public Transportation – Results of Two Field Studies*. Vinddatum 21 april 2010, op: Radboud Universiteit Nijmegen: www.blackboard.ru.nl/webapps/portal
- Beirão, G. & Sarsfield Cabral, J. (2007).** Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, Vol. 14, pp. 478-489.
- Benenson, I.; Martens, K.; Rofé, Y. & Kwartler, A. (2010).** Public transport versus private car: GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. *Ann Reg Sci*, DOI 10.1007/s00168-010-0392-6.
- Bertolini, L. (1999).** Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands. *Planning Practice & Research*, Vol. 14, pp. 199-210.
- Bertolini, L. & Clercq, F. le (2003).** Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region. *Environment and Planning A*, Vol. 35, pp. 575-589.
- Bureau Stedelijke Planning & TU Delft (2009).** *Evaluatie Sleutelprojecten*. Gouda: BSP.
- Burgalassi, D. (2010).** *Defining and Measuring Polycentric Regions. The case of Tuscany*. Pisa, Italia: Università di Pisa.
- Casello, J. (2007).** Transit competitiveness in polycentric metropolitan regions. *Transportation Research Part A*, Vol. 41, pp. 19-40.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2009).** *Stedelijkheid*. Vinddatum 21 september 2010, op: CBS: www.cbs.nl/nl-NL/menu/_unique/_concept/default.htm?postinguid={A5A55DA5-2223-48F7-838E-AB9F4BF1CD09}&concept=Stedelijkheid+
- Choocharukul, K.; Van, H. & Fujii, S. (2008).** Psychological effects of travel behavior on preference of residential location choice. *Elsevier Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 42, pp. 116-124.
- Corbett, J. (n.d.).** *Torsten Hägerstrand: Time Geography*. Santa Barbara, CA, USA: Center for Spatially Integrated Social Science.
- Egeter, B. & Schoemaker, T. (1994).** *Multimodale opbouw van het personenvervoerssysteem*. Leuven, België: Katholieke Universiteit Leuven.
- Erwich, B. & Vliegen, M. (2001).** Nederland regionaal: Stedeling en platteland. *CBS Index*, Vol. 2, pp. 22-24.

- Garreau, J. (1991).** *Edge City: Life on the New Frontier*. London, United Kingdom: Random House.
- Geurs, K. & Wee, B. van (2003).** Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, Vol. 12, pp. 127-140.
- Hannes, E.; Janssens, D. & Wets, G. (2010).** Qualitative Methods. In Zhang, L. & Viswanathan, K. (Eds.), *The On-line Travel Survey Manual: A Dynamic Document for Transportation Professionals*. Vinddatum 10 oktober 2010, op: Travel Survey Manual: www.travelsurveymanual.org/Chapter-24.html
- Helling, A. (1998).** Changing Intra-Metropolitan Accessibility in the U.S.: Evidence from Atlanta. *Progress in Planning*, Vol. 49, pp. 55-107.
- Immers, B. (2006).** *Functionele definitie van vervoerssystemen*. Vinddatum 13 maart 2009, op: Katholieke Universiteit Leuven: www.kuleuven.ac.be/traffic/dwn/h111les6.ppt
- Kawabata, M. (2003).** Job access and employment among low-skilled autoless workers in US metropolitan areas. *Environment and Planning A*, Vol. 35, pp. 1651-1668.
- Kloosterman, R. & Musterd, S. (2001).** The Polycentric Urban Region: Toward a Research Agenda. *Urban Studies*, Vol. 38, pp. 623-633.
- Kwok, R. & Yeh, A. (2004).** The use of modal accessibility gap as an indicator for sustainable transport development. *Environment and Planning A*, Vol. 36, pp. 921-936.
- Laan, L. van der (1998).** Changing Urban Systems: An Empirical Analysis at Two Spatial Levels. *Regional Studies*, Vol. 32, pp. 235-247.
- Martens, K. (2000).** *Debatteren over mobiliteit: over de rationaliteit van het ruimtelijk mobiliteitsbeleid*. Nijmegen: Radboud Universiteit.
- Martens, K. (2009^a).** *Ruimtelijke Interacties college 3 – Personenvervoer: Bereikbaarheid als centraal concept*. Vinddatum 21 februari 2009, op: Radboud Universiteit Nijmegen: www.blackboard.ru.nl/webapps/portal
- Martens, K. (2009^b).** *Spatial Interactions lecture 4 – Time Geography*. Vinddatum 21 februari 2009, op: Radboud Universiteit Nijmegen: www.blackboard.ru.nl/webapps/portal
- McMillen, D. (2001).** Polycentric urban structure: The case of Milwaukee. *Economic Perspectives*, Vol. 15, pp. 15-27.
- Modarres, A. (2003).** Polycentricity and transit service. *Transportation Research Part A*, Vol. 37, pp. 841-864.
- Newman, P. & Kenworthy, J. (2000).** Sustainable Urban Form: The Big Picture. In Jenks, M.; Burton, E. & Williams, K. (Eds.), *Achieving Sustainable Urban Form* (pp. 109-120). London, United Kingdom: Spon.
- Oort, F. van; Brussel, J. van; Raspe, O.; Burger, M.; Dinteren, J. van & Knaap, B. van der (2005).** *Economische netwerken in de regio*. Rotterdam: NAI.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2007).** *OECD Territorial Reviews: Competitive Cities in the Global Economy*. London, United Kingdom: OECD.
- Romein, A. (2004).** *Spatial planning in competitive polycentric urban regions: some practical lessons from Northwest Europe*. Chicago, IL, USA: City Futures Conference.
- Schwanen, T.; Dieleman, F. & Dijst, M. (2002).** *The Impact of Metropolitan Structure on Commute Behavior in the Netherlands: A Multilevel Approach*. Utrecht: Urban Research Centre.
- Schwanen, T.; Dieleman, F. & Dijst, M. (2003).** Car use in Netherlands daily urban systems: Does polycentrism result in lower commute times? *Urban Geography*, Vol. 24, pp. 410-430.

- Steg, L. (2005).** Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A*, Vol. 37, pp. 147–162.
- Sung, H. & Oh, J. (2010).** Transit-oriented development in a high-density city: Identifying its association with transit ridership in Seoul, Korea. *Cities*, Vol. 27, pp. 510-522.
- Urry, J. (2002).** Mobility and Proximity. *Sociology*, Vol. 36, pp. 255-274.
- Vennix, J. (2007).** *Theorie en praktijk van empirisch onderzoek*. Harlow, United Kingdom: Pearson.
- Verschuren, H. & Doorewaard, P. (2007).** *Het ontwerpen van een onderzoek. 4e druk*. Den Haag: Lemma.
- Victoria Transport Policy Institute (2002).** *Transport Cost and Benefit Analysis II – Travel Time Cost – Chapter 5.2: Travel Time*. Victoria, BC, Canada: VTPI.
- Vliegen, M. (2005).** *Grootstedelijke agglomeraties en stadsgewesten afgebakend*. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- VROM, ministerie van (n.d.).** *Duurzame ontwikkeling*. Vinddatum 17 maart 2009, op: VROM: www.vrom.nl/pagina.html?id=10749#220
- Walter, S. (2008).** *Policentric City and Edge City*. Vinddatum 3 april 2009, op: Katholische Universität Eichstätt: www.ku-eichstaett.de
- Wardman, M. (1998).** The Value of Travel Time: A Review of British Evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 32, pp. 285-316.