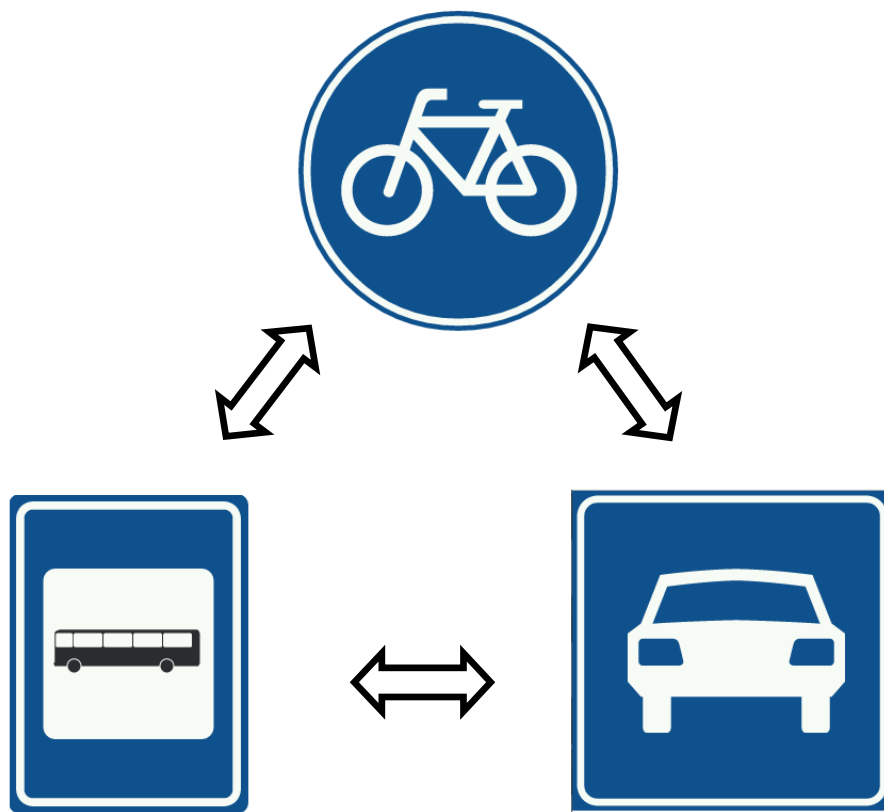


De ontwikkeling van een quickscanmethodiek om de modal split van personenverkeer te bepalen

Daan Mestrum



De ontwikkeling van een quickscanmethodiek om de modal split van personenverkeer te bepalen

Enschede, Juni 2011

Auteur:

D. Mestrum

Centre for Transport Studies
Civil Engineering & Management
Universiteit Twente

Afstudeercommissie:

S.I.A. Tutert

Afdeling Verkeer in de Stad
Witteveen + Bos

Dr. Ing. K.T. Geurs

Centre of Transport Studies
Universiteit Twente

Dr. T. Thomas

Centre of Transport Studies
Universiteit Twente



UNIVERSITEIT
TWENTE.

SAMENVATTING

Verkeersmodellen zijn de afgelopen decennia steeds complexer geworden. Oorzaken hiervan zijn technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen, de toegenomen databeschikbaarheid, de complexer wordende samenleving, het complexere verplaatsingsgedrag van personen, complexere beleidsvraagstukken en tenslotte de toename van juridische eisen aan verkeersmodellen. De toegenomen complexiteit van verkeersmodellen heeft een aantal nadelen:

- Deze complexe modellen vormen een black box voor beleidsmakers: voor veel gebruikers is niet duidelijk hoe de modelinvoer samenhangt met de modeluitvoer;
- Beleidsmakers hebben te hoge verwachtingen gekregen over het voorspellend vermogen en het toepassingsbereik van de modellen;
- Met name op gemeentelijk niveau is niet altijd voldoende invoerdata beschikbaar, waardoor het moeilijk is om gedetailleerde rekenmodellen op te stellen op basis van empirische informatie;
- De complexiteit van het model sluit niet altijd aan bij de aard van de vraag. In sommige gevallen volstaat een globaal antwoord en in een dergelijk geval voldoen eenvoudige modellen beter;
- Het gebruik en vullen van deze complexe modellen kost relatief veel tijd. Hierdoor blijft er vaak weinig over voor het interpreteren van de modelresultaten.

Verschillende verkeerskundigen suggereren daarom om meer gebruik te maken van vuistregels en eenvoudige modellen voor beantwoording van bepaalde verkeersvraagstukken, met name in het begin van het planproces. Daarnaast bestaat er bij ingenieursbureau Witteveen+Bos vraag naar een model, waarmee op snelle en eenvoudige wijze de modal split kan worden bepaald. Witteveen+Bos constateert namelijk dat bij wegenprojecten vaak geen maatregelen worden genomen om te voorkomen dat de competitiviteit van het OV wordt uitgehold. Vaak worden studies met een unimodaal uitgevoerd, ook wanneer gebruik wordt gemaakt van een verkeersmodel. Met behulp van een eenvoudig modal split model kunnen veranderingen in de modal split en dus de competitiviteit van het OV worden bepaald als gevolg van een infrastructurele ingreep. Deze vraag van Witteveen+Bos en de vraag uit de praktijk naar eenvoudigere modellen hebben de aanleiding gevormd voor dit onderzoek.

Onderzoeksdefinitie

De volgende onderzoeksdoelstelling is geformuleerd:

“Het doel van het onderzoek is het opstellen van een generiek toepasbare quickscanmethodiek om de modal split tussen twee gebieden te bepalen door verbanden te leggen tussen de modal split en karakteristieken van herkomst- en bestemmingsgebieden en route- en verplaatsingskarakteristieken.”

De intentie is om een model te ontwikkelen voor het gemeentelijk niveau dat generiek toepasbaar is in heel Nederland. De keuze is echter gemaakt om het model te ontwerpen op basis van het analyseren van verplaatsingen van, naar en binnen Amsterdam. De beschikbaarheid van data is de reden geweest voor deze keuze. OV-verplaatsingen zijn in veel steden slechts een klein aandeel van het totaal aantal verplaatsingen. Om te bepalen welke variabelen van invloed zijn op het OV-gebruik is dus een grote steekproef per gemeente benodigd. Het MON is daarvoor niet geschikt, aangezien het MON per gemeente te weinig data over OV-verplaatsingen bevat. Geschikte datasets zijn de MON-verdichting van Den Haag en Perovam. Aangezien een vergelijking tussen MON en Perovam interessant is en omdat de hoeveelheid Perovamdata groter is, is gekozen om Perovam te gebruiken voor het modelontwerp.

Teneinde de onderzoeksdoelstelling te realiseren zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

1. Welke uitgangspunten dienen ten grondslag te liggen aan het ontwerp van het model, om aan te sluiten bij de vraag naar minder complexe modellen en beleidsvraagstukken uit de praktijk?
2. Welke data worden gebruikt voor het onderzoek en op welke wijze worden deze data gebruikt?

3. Hoe ziet een model er uit, waarmee quickscan kan worden bepaald wat de modal split is van verplaatsingen van, naar en binnen Amsterdam?
4. In hoeverre is het model generiek toepasbaar voor Nederlandse gemeenten?
5. Hoe wordt het quickscaninstrument vormgegeven?

Per onderzoeksvraag worden de belangrijkste resultaten beschreven en wordt indien relevant enige toelichting op de methode van onderzoek gegeven.

Uitgangspunten modelontwerp

Om een model te ontwerpen dat adequaat aansluit bij de vraag uit de praktijk is eerst een aantal uitgangspunten gedefinieerd. De belangrijkste procesgerelateerde eisen die zijn dat de doorlooptijd van het model kort is (enkele minuten), dat het model transparant is en dat het model generiek toepasbaar is in Nederland. Modelinhoudelijk is gekozen voor een geaggregeerd model op postcodeniveau, waarmee de modal split voor een gehele werkdag kan worden bepaald. Als voorspellingshorizon is een periode van 10 jaar gekozen en de vervoerswijzen auto, fiets en OV zijn meegenomen in het model. Beleidsvraagstukken die met het quickscanmodel moeten kunnen worden beantwoord zijn vraagstukken met betrekking tot het veranderen van reistijden en parkeertarieven.

Datagebruik

De data die zijn gebruikt voor het modelontwerp kan worden onderverdeeld in drie categorieën. Ten eerste is data gebruikt over zonale karakteristieken, zoals ruimtelijke kenmerken en sociaal-economische karakteristieken van de inwoners van een zone. Deze data is grotendeels afkomstig van het CBS. Ten tweede is gebruik gemaakt van data over de kenmerken van de verplaatsing tussen twee zones. In dit geval betreft het de afstand en de reistijden voor de auto, de fiets en het OV. De reistijd per fiets is berekend als functie van de verplaatsingsafstand, de reistijd per auto is bepaald met behulp van de Nationale Bereikbaarheidskaart en de reistijd per OV is bepaald met een OV-reisplanner. Ten derde zijn databronnen met empirische gegevens over het verplaatsingsgedrag van individuen gebruikt, het MON en Perovam. Voor het modelontwerp is zowel van Perovam als van het MON gebruik gemaakt. Perovamdata (2001-2007) is gebruikt voor het analyseren van het verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam. MON-data (2005-2008) gebruikt voor het analyseren van verplaatsingen naar Amsterdam door niet-Amsterdammers.

Om beide databronnen met verplaatsingsdata gezamenlijk te kunnen gebruiken, was het nodig om het MON en Perovam onderling te vergelijken en om te corrigeren voor eventuele systematische verschillen. Geconstateerd is dat er systematische verschillen bestaan tussen de twee datasets met verplaatsingsdata. In vergelijking met Perovam is het aantal korte afstand verplaatsingen kleiner in het MON. Verder is het aantal verplaatsingen met het motief werken en visite groter in het MON, terwijl het aantal verplaatsingen met een ander motief juist kleiner is in het MON. Deze systematische verschillen beïnvloeden het onderzoek negatief, omdat voor ontwerp en validatie van het model zowel gebruik wordt gemaakt van Perovam- als MON-data en daarom is gecorrigeerd voor deze verschillen. Gekozen is om extra wegingsfactoren aan de MON-data toe te voegen, afhankelijk van de afstand en het motief van een verplaatsing, zodat na deze extra weging geen verschil meer bestaat in het aantal verplaatsingen per afstandsklasse en per motief tussen het MON en Perovam.

Ontwerp modal split model

Om op basis van de data een model op te stellen waarmee de modal split op herkomst-bestemming (hb) relatie kan worden geschat, is eerst vastgesteld uit welke soorten verkeersstromen het verkeer op een hb-relatie bestaat. Drie soorten kunnen worden onderscheiden: verplaatsingen vanuit de woning (1), verplaatsingen naar de woning (2), en verplaatsingen tussen twee bestemmingen (3). De modal split van elk van deze drie soorten verkeersstromen is verschillend en afhankelijk van verschillende variabelen. Om de modal split van alle verkeersstromen tezamen op een hb-relatie te kunnen bepalen dient daarom ten eerste te worden vastgesteld wat het *aandeel* van de verschillende verkeersstromen op de hb-relatie is en ten tweede wat de *modal split* van de verschillende soorten verkeersstromen is.

Om het aandeel van de verschillende verkeersstromen op een specifieke hb-relatie te bepalen zijn eenvoudige ritgeneratie- en ritdistributiemodellen ontworpen waarmee voor elk van de

verkeersstromen een hb-matrix kan worden geschat. Aparte ritgeneratie- en ritdistributiemodellen voor verplaatsingen vanuit de woning (1) en voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen (3) zijn opgesteld. De hb-matrix van verplaatsingen *naar* de woning (2) kan benaderd worden door de hb-matrix van verplaatsingen *vanuit* de woning te spiegelen.

Om het ritgeneratiemodel op te stellen is eerst op basis van literatuuronderzoek bepaald welke variabelen van invloed zijn op de ritgeneratie. Vervolgens is middels regressie-analyse vastgesteld welke van deze variabelen significant zijn voor het schatten van de ritgeneratie (ritproductie en ritattractie). De volgende variabelen zijn opgenomen in het regressiemodel om de ritgeneratie te schatten: het aantal inwoners, het aantal niet-westerse allochtonen, het aantal arbeidsplaatsen, het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel en het aantal leerlingplaatsen in een postcodegebied. Het model is vervolgens gevalideerd op gemeentelijk niveau voor alle gemeenten in Nederland. Validatie van het ritgeneratiemodel toont aan dat het model het aantal woninggerelateerde verplaatsingen systematisch onderschat en het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen systematisch overschat. Uit analyse volgt dat dit enerzijds wordt veroorzaakt door een systematisch verschil tussen het MON en Perovam: het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen is groter in Perovam dan het MON. Anderzijds blijkt dat het op basis van Amsterdam opgestelde model niet voldoet voor andere gemeenten. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de relatief grote dichtheid van bestemmingen (werken, winkelen, zaken, visite, recreatief) in Amsterdam een positief effect heeft op het aantal ketenverplaatsingen.

De ritdistributie is berekend als functie van de verplaatsingsafstand tussen twee zones, zowel voor woninggerelateerde als niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Het model is gevalideerd op basis van verplaatsingen van en naar Rotterdam en het blijkt dat het model ook geschikt is voor het bepalen van de ritdistributie van deze verplaatsingen. Wel moet op worden gemerkt dat het opnemen van bijvoorbeeld de reistijd tussen twee zones het model mogelijk kan verbeteren.

Om de modal split van verplaatsingen vanuit de woning te bepalen is eerst is op basis van literatuuronderzoek vastgesteld welke determinanten van invloed zijn op de modal split en hoe deze determinanten onderling samenhangen. Vervolgens is kwantitatief geanalyseerd in hoeverre deze relaties terugkomen in de data: nagegaan is hoe de relatie tussen de determinant en de modal split er uit ziet en hoe de relatie verandert, wanneer andere determinanten in de analyse worden betrokken. Op basis van deze analyses is geconcludeerd dat een aantal determinanten een sterke relatie heeft met de modal split, welke niet kan worden verklaard door andere determinanten in de analyse te betrekken:

- Motorvoertuigenbezit per huishouden: naarmate het motorvoertuigenbezit groter wordt, stijgt het autogebruik en wordt met name het fietsgebruik juist kleiner. Op basis van de onderzochte data kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de relatie niet lineair is, maar dat de veranderingen in de modal split kleiner zijn bij verschillen in het motorvoertuigenbezit naarmate het motorvoertuigenbezit groter is. Dit heeft te maken met afnemende autocompetitie.
- Percentage niet-westerse allochtonen: deze variabele is sterk positief gecorreleerd met het OV-gebruik en sterk negatief gecorreleerd met het fietsgebruik.
- Verplaatsingsafstand: naarmate de verplaatsingsafstand toeneemt, daalt het fietsgebruik en stijgt het auto- en OV-gebruik. De relatie tussen de modal split en verschillen in verplaatsingsafstand is niet lineair, de verandering in de modal split neemt af naarmate de afstand groter wordt.
- Reistijdverhouding fiets/OV: een sterke relatie bestaat tussen de reistijdverhouding fiets/OV en de modal split. Hoe gunstiger deze reistijdverhouding voor de fiets, hoe groter het fietsaandeel en hoe kleiner het OV-aandeel. Op lange verplaatsingsafstanden is deze relatie niet relevant aangezien de fiets op deze afstanden geen reëel alternatief vormt.
- Reistijdverhouding OV/auto: voor de reistijdverhouding tussen het OV en de auto geldt dat deze sterk gecorreleerd is met de modal split op langere verplaatsingsafstanden, maar dat geen verband zichtbaar is op korte verplaatsingsafstanden. Vanaf 15 kilometer is een duidelijke relatie zichtbaar. Daarnaast is geconstateerd dat enkel verschillen tot een reistijdverhouding van 2 samengaan met veranderingen in de modal split.
- Parkeertarief: het parkeertarief van een zone is tenslotte negatief gecorreleerd met het autogebruik naar deze zone en positief gecorreleerd met het fiets- en OV-gebruik.

Op basis van deze variabelen zijn regressiemodellen opgesteld om het auto-, fiets- en OV-aandeel van verplaatsingen vanuit de woning te schatten. Niet alle variabelen zijn in lineaire vorm opgenomen in de modellen. Het natuurlijk logaritme van de verplaatsingsafstand en het natuurlijk logaritme van het motorvoertuigenbezit zijn geschikter voor het model. Daarnaast is in het model rekening gehouden met de constatering dat de reistijdverhouding OV/auto geen rol speelt bij korte afstand verplaatsingen (<5 kilometer) en de reistijdverhouding fiets/OV juist voor lange afstand verplaatsingen niet relevant is. Met het opgestelde model is een goede schatting mogelijk van de modal split van woninggerelateerde verplaatsingen op hb-relaties vanuit en/of naar Amsterdam, zowel voor verplaatsingen vanuit de woning als voor verplaatsingen naar de woning.

Ook een regressiemodel voor het schatten van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen is opgesteld. Hiervoor zijn dezelfde variabelen gebruikt als voor het schatten van woninggerelateerde met uitzondering van het motorvoertuigenbezit en het percentage allochtonen in de herkomstzone. Deze variabelen zeggen immers weinig over de persoon die een niet-woninggerelateerde verplaatsing vanuit deze zone maakt. De modal split van deze verplaatsingen is dus geschat op basis van het parkeertarief van de herkomst- en bestemmingszone, de verplaatsingsafstand en de reistijdverhouding fiets/OV en OV/auto. Ook met dit model is een redelijk goede schatting mogelijk van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen vanuit en/of naar Amsterdam.

Toepassingsbereik model

In de laatste stap is het ontworpen model gevalideerd om te bepalen in hoeverre het model generiek toepasbaar is voor andere gemeenten in Nederland. Ten eerste is het model op *postcodeniveau* gevalideerd op basis van MON-data (2005-2008) over verplaatsingen van en naar Rotterdam en verplaatsingen tussen de tien grootste steden in de Randstad (exclusief Amsterdam). Het model blijkt redelijk goed in staat om de modal split van woninggerelateerde verplaatsingen op hb-relaties van en naar Rotterdam te voorspellen. De modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt echter zeer slecht voorspeld. Het effect hiervan op de voorspelling van de totale modal split is echter niet groot, aangezien het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen beperkt is (ongeveer 15% in Rotterdam).

Ten tweede is voor alle gemeenten in Nederland nagegaan in hoeverre het model in staat is om de modal split van woninggerelateerde verplaatsingen op *gemeentelijk* niveau te voorspellen. De resultaten laten zien dat het model de modal split van de vier grote steden goed voorspelt, maar dat het model het auto- en OV-aandeel van de rest van Nederland overschat (beide gemiddeld met circa 5%) met en het fietsgebruik onderschat (met gemiddeld 10%). Een verklaring voor de overschatting van het OV-gebruik is dat de frequentie van het OV niet is meegenomen in het model, terwijl deze volgens de literatuur wel van invloed is op de modal split. Het model is ontworpen op basis van Amsterdam met relatief hoge OV-frequenties. De lagere frequenties in kleinere gemeenten zorgen ervoor dat het OV-gebruik in deze gemeenten relatief minder aantrekkelijk is en dit is mogelijk de reden voor de overschatting van het OV-gebruik. De overschatting van het auto-gebruik is mogelijk te verklaren doordat het effect van het parkeertarief op de modal split kleiner is dan volgens het model. Overschatting van het effect van het parkeertarief kan worden verklaard door het gegeven dat de gebieden in Amsterdam met de hoogste parkeertarieven ook de gebieden zijn met de beste OV-bereikbaarheid en de slechtste autobereikbaarheid. Tenslotte is geconstateerd dat voor veel gemeenten in Zuid-Limburg het fietsgebruik juist sterk wordt overschat in plaats van onderschat. Het ligt daarom voor de hand dat de aanwezigheid van reliëf in een gemeente ook het fietsgebruik beïnvloedt.

Op basis van de validatie is geconcludeerd dat ontworpen model niet in staat is om adequaat de modal split te voorspellen van andere gemeenten dan de grootste vier steden. Om het model te verbeteren zodat het generiek toepasbaar is, dienen aanvullende variabelen op te worden genomen, zoals de OV-frequentie, de kwaliteit van het fietsnetwerk en het reliëf. Daarnaast moet kritisch worden gekeken naar de modelparameters. Multicollineariteit tussen variabelen die zijn opgenomen in het model en variabelen die niet zijn opgenomen in het model, kan er toe leiden dat het effect van de verandering van een bepaalde variabele volgens het model niet overeenkomt het daadwerkelijke effect. Aanvullend onderzoek naar intergemeentelijke verschillen is dus gewenst, om het ontworpen model te verbeteren.

Quickscaninstrument

De laatste stap van het onderzoek betreft de vormgeving van het quickscaninstrument. Het instrument zelf is niet ontworpen, maar wel is aangegeven hoe het instrument er uit kan komen te zien en hoe het gebruikt wordt. Eerst dient de gebruiker in een invoerscherm de te bestuderen hb-relaties te selecteren. Vervolgens dient door de gebruiker zelf te worden bepaald wat de reistijd per auto en OV op deze hb-relaties is. De overige data om de modal split op hb-relaties te bepalen kan in een database worden geplaatst en wordt automatisch bepaald. Vervolgens wordt door het ritgeneratie-, ritdistributie- en modal split model berekend wat de geschatte modal split op de verschillende hb-relaties is. Het model kan bijvoorbeeld in Excel worden uitgewerkt.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De belangrijkste aanbevelingen om het ontworpen model te verbeteren zijn de volgende:

- Het ritgeneratie- en ritdistributiemodel zijn opgesteld zonder gedetailleerd onderzoek te doen naar de relaties tussen de ritgeneratie/ritdistributie en de determinanten hiervan. Dergelijk onderzoek zal de kwaliteit van het ritgeneratie- en ritdistributiemodel te verbeteren.
- Ook voor het model om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen geldt dat gedetailleerd onderzoek naar de relatie tussen deze modal split en de determinanten het model kan verbeteren;
- Onderzoek naar intergemeentelijke verschillen is gewenst om de generieke toepasbaarheid van het model te vergroten;
- Meer accurate data over reistijden tussen postcodegebieden kunnen de analyses en het model verbeteren;
- Tenslotte kan ook het maken van onderscheid tussen verschillende bevolkingsgroepen het model mogelijk verbeteren.

INHOUDOPGAVE

Samenvatting.....	3
Inhoudopgave.....	8
1. Voorwoord	10
2. Inleiding	11
2.1. Achtergrond.....	11
2.2. Aanleiding.....	12
2.3. Onderzoeksdoelstelling.....	14
2.4. Onderzoeksvragen	14
2.5. Begripsbepaling	15
2.6. Opbouw rapportage.....	16
3. Vraagspecificatie	17
3.1. Beleidsvraagstukken	17
3.2. Operationalisatie	20
3.3. Databronnen.....	22
3.4. Ontwerpeisen voor quickscanmodel.....	24
3.5. Conclusie	26
4. Onderzoeksmethodiek.....	27
4.1. Studiegebied.....	27
4.2. Zonering	29
4.3. Concept modelontwerp.....	30
4.4. Ontwerpmethodiek.....	33
5. Data	39
5.1. Reistijdgegevens auto, fiets en OV	39
5.2. Selectie verplaatsingsdata voor modelontwerp	41
5.3. Vergelijking MON en Perovam.....	43
5.4. Datagebruik in onderzoek	49
6. Ritgeneratie en ritdistributie.....	51
6.1. Ritgeneratie	51
6.2. Ritdistributie.....	59
7. Determinanten modal split	64
7.1. Theorie determinanten modal split	64
7.2. Karakteristieken herkomstzijde	66
7.3. Karakteristieken bestemmingszijde	79
7.4. Karakteristieken verplaatsing	83
7.5. Samenvatting bevindingen woninggerelateerde verplaatsingen	89
7.6. Niet-woninggerelateerde verplaatsingen.....	90
7.7. Conclusie	92
8. Modal split model.....	94

8.1.	Varianten modelstructuur	94
8.2.	Regressiemodellen	95
8.3.	Selectie variant modelstructuur	104
8.4.	Model niet-woninggerelateerde verplaatsingen	106
9.	Validatie	108
9.1.	Methodiek validatie	108
9.2.	Resultaat validatie	110
9.3.	Vergelijking met andere modellen.....	116
9.4.	Reflectie	119
10.	Vormgeving quickscan instrument.....	121
10.1.	Database.....	121
10.2.	Invoer	121
10.3.	Uitvoer	122
10.4.	Gebruik instrument.....	123
11.	Conclusie	125
11.1.	Conclusies.....	125
11.2.	Aanbevelingen	128
12.	Literatuur.....	130

1. VOORWOORD

Augustus, 2003. Het moment dat je nog in de veronderstelling bent dat je 5 jaar later met een diploma op zak aan het begin staat van een mooie carrière. Maar enkele tentamenweken verder en veel vrienden, die wel wat anders te doen hebben dan alleen studeren, rijker constateer je al vrij snel dat dit nogal een *mission impossible* gaat worden. Aangespoord door wat medestudenten besluit je in 2006 om de studieboeken een jaar in de kast te laten staan en bij studievereniging ConcepT te werken aan wat andere competenties dan enkel vakinhoudelijke vaardigheden. Vervolgens krijg je na een avontuurlijke bachelorstage in Tanzania de smaak van het reizen te pakken en besluit je er nog een paar leuke buitenlandse stages achter aan te plakken. Zonder dat je het door hebt is het ineens 2010. Inmiddels zie je steeds frequenter de term *langstudeerder* op het nieuws langskomen en enkele weken later dringt het tot je door dat ze het over jou hebben. Je trekt je conclusies, het is nu echt de hoogste tijd om te gaan afstuderen. En zodoende begon ik eind augustus 2010 bij Witteveen+Bos aan mijn afstudeertraject ter afronding van mijn master Civil Engineering & Management. Deze scriptie is het resultaat hiervan.

De keuze voor het onderwerp, het ontwikkelen van een quickscanmethodiek om de modal split te bepalen, komt voort uit mijn interesses binnen het vakgebied verkeer en vervoer: één van de onderdelen die altijd mijn interesse heeft gehad is de vervoerswijzekeuze van personen. Welke determinanten beïnvloeden deze keuze? Op welke wijze is deze keuze door beleidsmakers te beïnvloeden? En nog interessanter: wat is uit kosten-baten oogpunt de beste maatregel? In de praktijk komt dit vraagstuk regelmatig terug. Vaak betreft het keuzes waarbij veel geld komt kijken. Toch zie je in de praktijk regelmatig projecten waarbij achteraf blijkt dat de investeringen niet het verwachte effect hebben gehad. In de toekomst hoop ik dan ook een bijdrage te kunnen leveren aan adequate besluitvorming omtrent projecten waarbij het beïnvloeden van de vervoerswijzekeuze een belangrijke rol speelt.

Door het uitvoeren van dit onderzoek heb ik een aantal zaken geleerd. Ten eerste heb ik meer inzicht gekregen in welke maatregelen wél effectief zijn en welke níet effectief zijn om de vervoerswijzekeuze van personen te beïnvloeden. Ten tweede heb ik geleerd om de resultaten van verkeersmodellen (van eenvoudige tot complexe modellen) op de juiste waarde te schatten. Bij aanvang van mijn studie civiele techniek was ik erg onder de indruk van verkeersmodellen. Op de komma nauwkeurig berekenen wat het effect van bepaalde maatregelen is om bijvoorbeeld het autogebruik terug te dringen, alsof er sprake was van natuurkundige wetten. Inmiddels is mij wel duidelijk geworden dat ik op dat moment nog enigszins ontwetend was en dat dit een illusie is. Verkeersmodellen kunnen een nuttige bijdrage leveren aan de besluitvorming, maar de voorspellingen zijn zeker geen absolute waarheden.

Graag maak ik van deze gelegenheid gebruik om een aantal mensen te bedanken, die hebben bijgedragen aan de kwaliteit van dit onderzoek. Bas Tutert wil ik bedanken vanwege zijn enthousiasme. Vaak druk bezig met allerlei zaken, maar op het moment dat ik met vragen kwam was er altijd tijd om bepaalde onderwerpen te bediscussiëren. Wanneer de vragen wat meer van statistische aard waren, dan was het echter beter om een paar deuren verder aan te kloppen. Tom Thomas is dat geval de juiste persoon om te bezoeken. Daarnaast wil ik Karst Geurs bedanken. Iets later in het proces betrokken, maar hierdoor in staat om met een frisse blik relevant commentaar te leveren om het onderzoek te verbeteren. Tenslotte wil ik Witteveen+Bos bedanken voor de gelegenheid die ze mij hebben gegeven om mijn master thesis uit te voeren.

Daan Mestrum

Enschede, juni 2011

2. INLEIDING

In dit hoofdstuk worden eerst de achtergrond en aanleiding van het onderzoek geschetst. Vervolgens wordt ingegaan op de onderzoeksdoelstelling en onderzoeksvragen. Tenslotte worden enkele belangrijke begrippen toegelicht.

2.1. ACHTERGROND

Een verkeersmodel is een vereenvoudigde representatie van het verkeer- en vervoerssysteem en alle gerelateerde fenomenen (Ortúzar & Willumsen, 2001). Verkeersmodellen spelen een belangrijke rol bij de planvorming van infrastructurele en ruimtelijke projecten. Keuzes bij dergelijke projecten kunnen grote gevolgen hebben en daarom is het belangrijk om de effecten van bepaalde beslissingen goed te onderzoeken. Verkeersmodellen zijn een belangrijk hulpmiddel om inzicht te bieden in de verkeerskundige effecten van bepaalde keuzes. Kan de aanleg van een extra rijstrook de files in een bepaalde regio oplossen? Dienen bij de aanleg van een nieuwe autosnelweg geluidswerende maatregelen te worden genomen om de geldende geluidsnormen niet te overschrijden? Zal een frequentieverhoging van het openbaar vervoer leiden tot minder autoverkeer? In hoeverre leidt de invoering van een spitsheffing tot minder autoverkeer in de spitsperiodes? Bij de beantwoording van al deze vragen spelen verkeersmodellen een belangrijke rol. Zonder verkeersmodellen is het moeilijk om kwantitatief uitspraken te doen over bepaalde scenario's.

Er bestaat een grote diversiteit aan verkeersmodellen. Karakteristieken waarin modellen verschillen zijn bijvoorbeeld:

- Vervoerswijzen: welke vervoersmodaliteiten neemt het model mee?
- Complexiteit: hoeveel variabelen neemt het model mee en welke berekeningsmethoden worden gebruikt?
- Aggregatieniveau: op welk ruimtelijk niveau worden verkeersprocessen bestudeerd?
- Functies van het model: is het model ontworpen om verkeersintensiteiten te schatten, geluidsnormen te toetsen, milieuschattingen te maken, een combinatie van verschillende functies, enz.?
- Is het model statisch of dynamisch?
- Schaalniveau: is het model macroscopisch, mesoscopisch of microscopisch? Wordt het model gebruikt om strategische vraagstukken door te rekenen of worden vraagstukken op kruispunt- en wegvakniveau met het model beantwoord?

Naast bovengenoemde kenmerken zijn er nog tal van andere karakteristieken waarin verkeersmodellen verschillen.

Verkeersmodellen zijn continu in ontwikkeling en één van deze ontwikkelingen is dat verkeersmodellen steeds meer functies hebben gekregen gedurende de afgelopen decennia. Uitkomsten van verkeersberekeningen dienen bijvoorbeeld weer als input voor toetsingen van geluids- en luchtkwaliteitsnormen. Dit is een van de redenen dat verkeersmodellen steeds uitgebreider en ingewikkelder zijn geworden. Een andere reden voor de toename van de complexiteit van modellen is dat computers tegenwoordig veel meer berekeningen in korte tijd kunnen uitvoeren, in vergelijking met enkele decennia geleden. Daarnaast bestaat er het streven om steeds nauwkeurigere voorspellingen te kunnen doen, wat ook heeft geleid tot complexere modellen. Later in dit hoofdstuk zal overigens worden aangetoond dat het voorspellend vermogen van modellen nauwelijks is toegenomen, ondanks de toegenomen complexiteit.

De afgelopen jaren is door een aanzienlijk aantal experts en gebruikers opgemerkt dat de toegenomen complexiteit niet altijd ten goede is gekomen aan de planvorming. Hierop wordt in paragraaf 2.2.2 teruggekomen.

2.2. AANLEIDING

Eerst wordt in paragraaf 2.2.1 de aanleiding vanuit Witteveen+Bos voor het uitvoeren van dit onderzoek toegelicht. Vervolgens wordt in paragraaf 2.2.2 op basis van literatuuronderzoek vastgesteld waarom dit onderzoek ook relevant is voor de praktijk, wanneer de meerwaarde voor Witteveen+Bos buiten beschouwing wordt gelaten.

2.2.1. Aanleiding Witteveen+Bos

De afdeling *Stedelijke Mobiliteit* van Witteveen+Bos adviseert partijen over een uiteenlopend scala aan vraagstukken op het adviesterrein verkeer en vervoer. Hierbij gaat het om bijvoorbeeld om verkenningen en planstudies, maar ook wordt advies gegeven over de concrete realisatie van verkeer- en vervoersvoorzieningen. Met regelmaat voert Witteveen+Bos opdrachten uit waarbij de aanleg van nieuwe infrastructuur of het wijzigen van bestaande infrastructuur centraal staat. Aangezien gemeenten vaak zelf enkel de beschikking hebben over een unimodaal verkeersmodel (voor de auto) is één van de vraagstukken hierbij is meestal wat het effect van bepaalde ingrepen op de modal split is. Is de aanleg van een nieuwe OV-verbinding bijvoorbeeld in staat om het autogebruik terug te dringen? Daarnaast komt in geval van de aanleg van nieuwe weginfrastructuur soms de vraag welke maatregelen moeten worden genomen om de concurrentiepositie van het OV ten opzichte van de auto gelijk te houden. Ook vraagstukken over het effect van parkeermaatregelen komen regelmatig terug in studies. Tenslotte is het bij het opstellen van offertes soms wenselijk om globaal het effect van bepaalde maatregelen op de modal split te kunnen bepalen.

Witteveen+Bos heeft te kennen gegeven dat zij momenteel niet de beschikking hebben over een adequaat instrument waarmee op eenvoudige wijze globaal het effect op de modal split van bepaalde maatregelen kan worden bepaald. Een dergelijk instrument is echter wenselijk om beter te kunnen voorzien in de vraag naar bepaalde informatie van opdrachtgevers. Vanuit Witteveen+Bos bestaat daarom de wens voor een model waarmee op snelle wijze de veranderingen in de modal split kunnen worden bepaald. Nadrukkelijk moet worden vermeld dat het om vraag naar een *quickscan*-instrument gaat. Met behulp van het instrument dient in principe binnen enkele minuten antwoord te worden verkregen op vraagstukken met betrekking tot de modal split (en dus modal shift).

2.2.2. Aanleiding op basis van literatuur

In paragraaf 2.1 is aangegeven dat verkeersmodellen in de loop der tijd steeds complexer zijn geworden. Verschillende auteurs noemen een aantal nadelen van deze ontwikkeling:

- Een eerste probleem dat genoemd wordt is dat de huidige complexe verkeersmodellen een soort *black box* vormen voor beleidsmakers. Het is voor veel gebruikers van deze complexe modellen niet duidelijk hoe de modelinvoer samenhangt met de modeluitvoer. Dit leidt er toe dat het moeilijk is om te bepalen hoe de modelresultaten veranderd kunnen worden door andere keuzes te maken. Tevens leidt de beperkte kennis over de werking van deze modellen er toe dat onzekerheden moeilijk kunnen worden ingeschat en tenslotte doet het afbreuk aan het vertrouwen in de modellen. (Annema & de Jong, 2008; Martens *et al.*, 2010)
- Een tweede punt is dat gebruikers te hoge verwachtingen hebben gekregen van verkeersmodellen (Martens & de Jong, 2009). In de loop der jaren zijn verkeersmodellen steeds complexer geworden. Toch is het ook met deze complexe modellen niet mogelijk om zeer precieze en betrouwbare voorspellingen te doen. Schoemakers & Geurs (2008) merken op dat het voorspellend vermogen van modellen de afgelopen decennia nauwelijks is verbeterd.
- Een derde knelpunt wat men tegenkomt bij complexe verkeersmodellen is de beperkte databeschikbaarheid, met name op gemeentelijk niveau. Hierdoor is het moeilijk om gedetailleerde rekenmodellen op te stellen op basis van empirische informatie (Schoemakers & Geurs, 2008).
- Een vierde punt is dat complexe verkeersmodellen niet altijd aansluiten bij de aard van de vraag. In sommige gevallen volstaat een globaal antwoord en in dergelijke gevallen

voldoet een eenvoudig model beter voor beantwoording van de vraag (Martens *et al.*, 2010).

- Tenslotte kost het gebruik van complexe verkeersmodellen relatief veel tijd. Er moet er meer data verzameld worden en in de juiste vorm worden gegoten zodat het geschikt is voor het verkeersmodel, het voorbereiden van het model zelf kost de nodige tijd en ook het doen van simulaties kan enige tijd kosten. Van Nes, Schrijver & van der Waard (2008) voegen hier aan toe dat de grote hoeveelheid aan benodigde invoergegevens de kans op fouten in de modelinvoer vergroot en dus ook in de modeluitvoer.

Het behoeft geen uitleg dat men tegenwoordig niet zonder complexe modellen kan. Voor bepaalde ruimtelijke ontwikkelings- en infrastructuurprojecten gelden modelvoorschriften. Voor planstudies naar rijkswegenprojecten wordt men bijvoorbeeld verplicht om het Nieuw Regionaal Model te gebruiken (Rijkswaterstaat, 2009). Ook is het zo dat met complexe verkeersmodellen een grote verscheidenheid aan beleidsmaatregelen- en effecten kan worden doorgerekend.

Echter, de zojuist genoemde nadelen van het gebruik van complexe modellen roepen wel de vraag op of het voor bepaalde studies verstandig is om complexe modellen te gebruiken. Verschillende verkeerskundigen suggereren dat er vaker gebruik moet worden gemaakt van vuistregels en eenvoudige modellen, omdat dergelijke rekenmethoden een aantal van de reeds genoemde nadelen van ingewikkelde modellen kunnen wegnemen:

- Volgens Martens & de Jong (2009) en Martens *et al.* (2010) is het relevant om naast de zware en complexe modellen ook eenvoudigere modellen te ontwikkelen. Deze eenvoudigere modellen zijn bij uitstek geschikt om te leren en het begrijpen van problemen en oplossingen, in tegenstelling tot de ingewikkelde modellen die door veel beleidsmakers als een *black box* worden beschouwd. Te Brommelstoet (2008) noemt ook dat eenvoudigere modellen bij uitstek geschikt zijn om te leren van bepaalde situaties en om te experimenteren met oplossingen, aangezien de werking van deze modellen veel transparanter is. De transparantie van deze modellen heeft daarnaast als voordeel dat het eenvoudiger is om bepaalde situaties uit te leggen aan andere partijen.
- Nog een voordeel dat door Martens & de Jong (2009) genoemd wordt is dat het gebruik van deze eenvoudigere modellen veel minder tijd kost: er is minder tijd benodigd voor het verzamelen en prepareren van de invoerdata, het voorbereiden en onderhouden van het model kost weinig tijd en daarnaast is de rekentijd meestal minimaal. Schoemakers & Geurs (2008) brengen een vergelijkbare constatering naar voren: zij concluderen dat de ontwikkeling, de toepassing en het beheer van ingewikkelde modellen, zoals het LMS en NRM, tijdrovend en complex is in vergelijking met geaggregeerde modellen.
- In 2007 is door de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Commissie Elverding de opdracht gegeven om te onderzoeken wat de oorzaken zijn van de vertraging van infrastructuurprojecten en welke mogelijkheden er zijn om deze projecten te versnellen. In 2008 is vervolgens de rapportage "*Sneller en Beter*" (Elverding, 2008) verschenen met hierin aanbevelingen omtrent dit onderwerp. De rapportage van de Commissie Elverding komt met een vergelijkbare aanbeveling als de suggesties van bovenstaande auteurs: berekeningen dienen eenvoudiger te zijn, met minder variabelen, meer kengetallen en meer vuistregels. De belangrijkste voordelen hiervan zijn de grotere mate van transparantie, de kleinere kans op invoer- en/of rekenfouten en het feit dat eenvoudigere rekenmethoden beter zijn uit te leggen aan de burger (TNO, 2010).

Gebaseerd op bovenstaande constatering met betrekking tot de problemen van complexe modellen en de potentiële voordelen van eenvoudigere modellen, kan geconcludeerd worden dat er een zekere behoefte is aan deze minder complexe verkeersmodellen. In de jaren '90 zijn instrumenten als MOVE (Mobiliteitsverkenner) en de Scenarioverkenner ontwikkeld. Dit waren modellen die minder diepgang hadden, maar wel transparanter, flexibeler en sneller waren. Martens & de Jong (2009) merken echter op dat er sinds 2000 nauwelijks meer geld is gestoken in de ontwikkeling van dergelijke quickscanmodellen.

Gezien het feit dat er dus een vraag is naar snellere, transparantere en eenvoudigere modellen (of andere methodieken) en hierin momenteel niet voorzien wordt, biedt dit een interessante opening voor een onderzoek. Is het mogelijk om op eenvoudigere, snellere en transparantere

wijze in een bepaalde informatiebehoefte te voorzien en hoe ziet een dergelijke quickscanmethodiek er uit?

2.3. ONDERZOEKSDOELSTELLING

De volgende onderzoeksdoelstelling is geformuleerd:

Het doel van het onderzoek is het opstellen van een generiek toepasbare quickscanmethodiek om de modal split tussen twee gebieden te bepalen door verbanden te leggen tussen enerzijds de modal split en anderzijds karakteristieken van herkomst- en bestemmingsgebieden en route- en verplaatsingskarakteristieken.

Gezien de relatief grote hoeveelheid verplaatsingsdata over verplaatsingen door inwoners van Amsterdam, is gekozen om het model te ontwerpen op basis van verplaatsingen vanuit en/of naar Amsterdam. Ondanks dat het model hoofdzakelijk wordt opgesteld op basis van het verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam, is het de wens dat het model generiek toepasbaar is in Nederland. Immers, wanneer het model alleen toepasbaar is in Amsterdam, dan heeft het model weinig meerwaarde – zowel voor de theorie als voor Witteveen+Bos. Om vast te stellen of het model generiek toepasbaar is, zal dus na moeten worden gegaan in hoeverre het model in staat is om de modal split in andere plaatsen te voorspellen.

Tenslotte wordt de hierboven geformuleerde onderzoeksdoelstelling in hoofdstuk 3 afgebakend door diverse procesgerelateerde en inhoudelijke eisen te definiëren. Hierbij wordt tevens vastgesteld op welke beleidsvraagstukken het quickscanmodel antwoord moet kunnen geven.

2.4. ONDERZOEKSVRAGEN

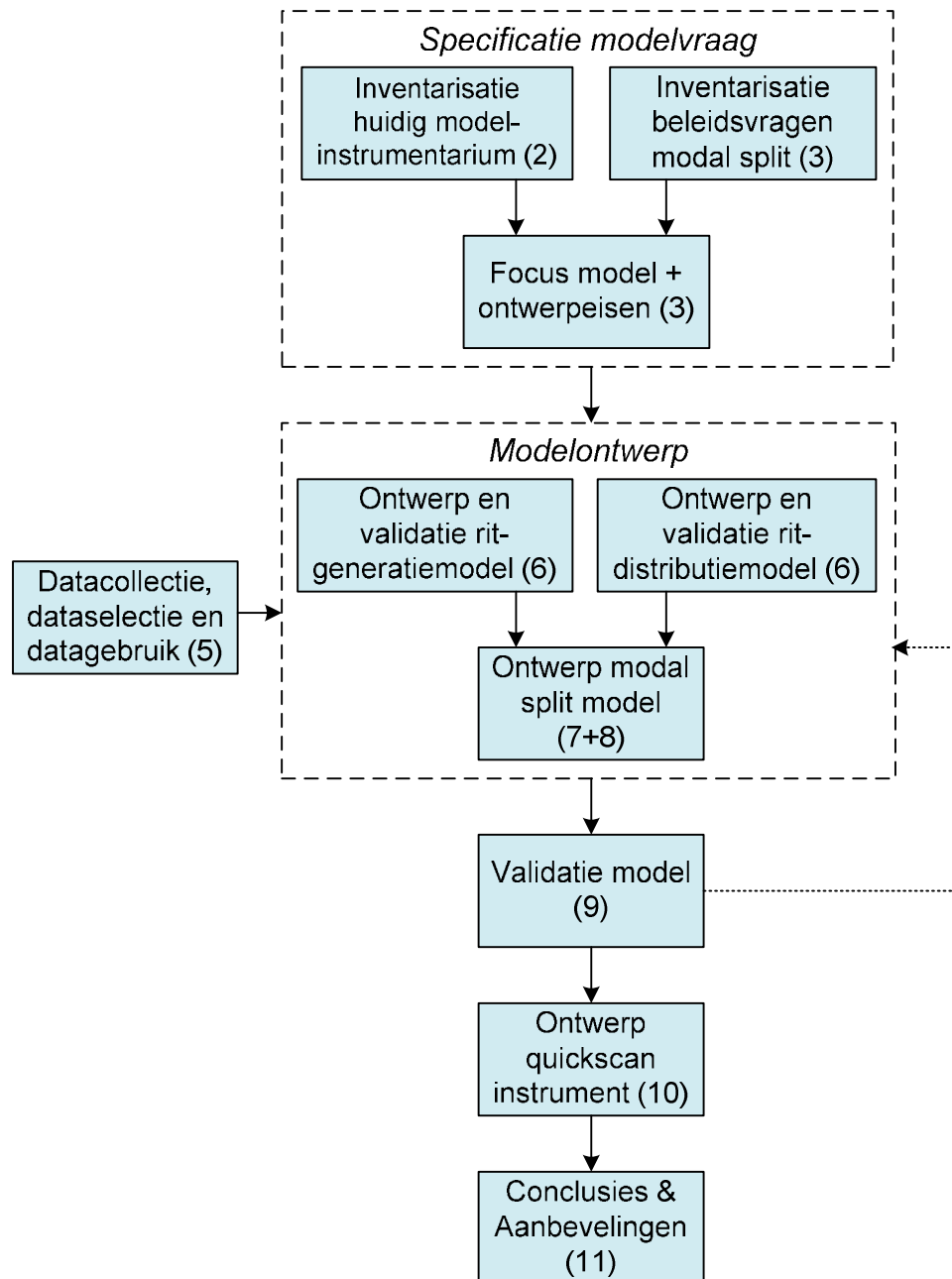
Teneinde de doelstelling te verwezenlijken zijn onderstaande onderzoeksvragen opgesteld:

1. Welke uitgangspunten dienen ten grondslag te liggen aan het ontwerp van het model, om aan te sluiten bij de vraag naar minder complexe modellen en beleidsvragen uit de praktijk?
 - a. Welke verkeersmodellen worden momenteel gebruikt in de praktijk en wat zijn de nadelen van het huidige instrumentarium?
 - b. Welke beleidsvraagstukken met betrekking tot de modal split kunnen worden onderscheiden?
2. Welke data worden gebruikt voor het onderzoek en op welke wijze worden deze data gebruikt?
3. Hoe ziet een model er uit, waarmee quickscan kan worden bepaald wat de modal split is van verplaatsingen van, naar en binnen Amsterdam?
 - a. Hoe ziet een model om quickscan de ritgeneratie en ritdistributie te bepalen er uit?
 - b. Welke kwalitatieve relaties tussen de modal split en routekarakteristieken en zonale kenmerken van herkomst- en bestemmingsgebied kunnen worden onderscheiden?
 - c. Hoe zien de kwantitatieve relaties tussen de modal split en routekarakteristieken en kenmerken van herkomst- en beschermingsgebied er uit?
 - d. Welke variabelen dienen in het quickscanmodel te worden opgenomen?
 - e. Hoe worden de verschillende variabelen samengevoegd tot één model?
4. In hoeverre is het model generiek toepasbaar voor Nederlandse gemeenten?
5. Hoe wordt het quickscaninstrument vormgegeven?

De eerste vraag is opgesteld om te definiëren op welke vragen het model antwoord dient te kunnen geven en wat de inhoudelijke en procesgerelateerde eisen zijn aan het model. Vervolgens worden door beantwoording van vraag 2 een aantal aspecten met betrekking tot het datagebruik toegelicht. Onderzoeksvraag 3 heeft betrekking op het daadwerkelijke ontwerp van het quickscanmodel. Gedurende het onderzoek is gebleken dat voor het opstellen van een adequaat model om de modal split te bepalen, het ook nodig is om modellen op te stellen, waarmee de ritgeneratie en ritdistributie kan worden bepaald. Daarom is vraag 3a gedurende het onderzoek

toegevoegd. Vervolgens wordt het model getoetst (vraag 4), waarbij na wordt gegaan in hoeverre het model toepasbaar is voor andere gemeenten. Tenslotte wordt ingegaan op de vraag hoe het instrument kan worden vormgeven. (vraag 5).

Figuur 1 geeft de verschillende onderzoeksstappen schematisch weer. Tussen haakjes is het hoofdstuknummer aangegeven waarin deze stappen zijn uitgewerkt.



Figuur 1: onderzoeksopzet

2.5. BEGRIPSBEPALING

Om onduidelijkheden in de onderzoeksdefinitie te voorkomen, wordt hieronder enige toelichting op een aantal begrippen. Om te beginnen verdient het begrip *quickscanmodel* enige aandacht: met quickscanmodel wordt in dit onderzoek bedoeld een model waarmee binnen zeer korte tijd antwoord kan worden verkregen op vraagstukken over het effect van bepaalde veranderingen op de modal split. Het is niet de bedoeling dat de gebruiker uren bezig is met het verzamelen en voorbereiden van de benodigde invoergegevens. Als doorlooptijd van het model moet gedacht

worden aan enkele minuten. Immers, de tijd die benodigd is om voorspellingen te verkrijgen bepaalt de toegevoegde waarde van de quickscanmethodiek. Wanneer de doorlooptijd veel langer wordt, dan kan de vraag worden gesteld wat de meerwaarde van de methodiek is ten opzichte van het huidige modelinstrumentarium.

Daarnaast is bij de formulering van de doelstelling expliciet gekozen voor de term *methodiek* in plaats van *model*. Bij een model kan immers al snel worden gedacht aan verkeersmodellen met ingewikkelde rekenmethoden aan verkeersnetwerken. Het is echter niet de bedoeling om een dergelijk model op te stellen. Er moet gedacht worden aan bijvoorbeeld een regressieformule waarmee de modal split tussen twee zones kan worden berekend. Overigens zullen later in dit onderzoek de begrippen methodiek en model elkaar afwisselen, maar wanneer model wordt genoemd dan gaat het dus om een zeer eenvoudig instrument en niet om een ingewikkeld verkeersmodel.

Een ander aspect uit de doelstelling dat toegelicht moet worden is dat het onderzoek op *empirische*, inductieve wijze wordt uitgevoerd. Dit betekent kortweg dat op basis van waarnemingen uit de praktijk een model wordt opgesteld. Er zal dus niet vooraf voor een bepaalde modelvorm of voor bepaalde modelvariabelen worden gekozen, wat bij deductief onderzoek gebeurt. Met behulp van de inductieve benadering kan in kaart worden gebracht hoe mensen in de praktijk hebben gekozen tussen de verschillende vervoersmodaliteiten. De deductieve benadering gaat van bepaalde reeds bestaande concepten uit, zoals utiliteitsmaximalisatie door individuen. In de praktijk is dit echter regelmatig niet het geval. Een ander voordeel van de inductieve benadering is dat het tot nieuwe kennis kan leiden in tegenstelling tot de deductieve methode. Bij de deductieve benadering wordt enkel kennis afgeleid van andere (hogere) veronderstellingen (de Groot, 1961).

2.6. OPBOUW RAPPORTAGE

Allereerst wordt het onderzoek in hoofdstuk 3 ingegaan op de ontwerpisen die ten grondslag zullen liggen aan het ontwerp van het model. Vastgesteld wordt op welke beleidsvraagstukken het quickscanmodel antwoord moet kunnen geven. Ook worden een aantal inhoudelijke en procesgerelateerde eisen gedefinieerd. Hoofdstuk 4 beschrijft de onderzoeksmethodiek. Om te beginnen wordt de keuze voor het studiegebied verantwoord en wordt een beschrijving gegeven van het studiegebied. Daarnaast wordt uitgebreid ingegaan op welke wijze het modal split model is ontworpen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 toelichting gegeven op de gebruikte data en op welke wijze een deel van de verplaatsingsdata is opgehoogd. Hoofdstuk 6 beschrijft het ontwerp en de validatie van het ritgeneratie- en het ritdistributiemodel. Vervolgens wordt in hoofdstuk 7 uitgebreid ingegaan op de relaties tussen de modal split en verschillende determinanten hiervan. In hoofdstuk 8 wordt het ontworpen modal split model gepresenteerd en vervolgens in hoofdstuk 9 gevalideerd. Hoofdstuk 10 gaat in op de vormgeving van het quickscaninstrument. Tenslotte worden in hoofdstuk 11 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

3. VRAAGSPECIFICATIE

In dit hoofdstuk wordt het onderzoek afgebakend en worden de eisen voor het model gespecificeerd. Eerst wordt in paragraaf 3.1 een overzicht gegeven van de beleidsvraagstukken gerelateerd aan de modal split. In paragraaf 3.2 zijn deze beleidsvraagstukken geoperationaliseerd. Vervolgens is geïnventariseerd welke data beschikbaar is voor het ontwerpen van het model (paragraaf 3.3). Niet voldoende data is beschikbaar om alle beleidsvraagstukken te kunnen beantwoorden. Daarom is op basis van de databeschikbaarheid een selectie van de beleidsvraagstukken gemaakt, welke met het quickscanmodel moeten kunnen worden beantwoord. Tenslotte wordt ingegaan op diverse procesgerelateerde en inhoudelijke eisen voor het quickscanmodel (paragraaf 3.4).

3.1. BELEIDSVRAAGSTUKKEN

De doelstelling van dit onderzoek betreft het opstellen van een quickscanmodel om beleidsvragen met betrekking tot de modal split te beantwoorden. Daarom is het allereerst noodzakelijk om een inventarisatie te maken van deze beleidsvragen. De verschillende beleidsinterventies zijn in lijn met de Nota Mobiliteit ingedeeld de volgende categorieën: bouwen, benutten en beprijzen. Hierbij moet de opmerking worden gemaakt dat sommige maatregelen vermeld in de categorie bouwen, ook in de categorie benutten hadden kunnen worden genoemd, vice versa. Paragraaf 3.1.5 somt vervolgens een aantal beleidsvraagstukken op welke gerelateerd zijn aan bepaalde autonome ontwikkelingen. Paragraaf 3.1.6 noemt tenslotte een aantal concrete vraagstukken die op dit moment onder de aandacht staan.

3.1.1. Bouwen

De aanleg van infrastructuur voor de auto, het openbaar vervoer of de fiets kan invloed hebben op de modal split. Ten eerste is het bepalen van het effect van infrastructurele maatregelen gericht op het gemotoriseerd verkeer een veelvoorkomende studie. Bij infrastructurele maatregelen moet gedacht worden aan de aanleg van nieuwe wegen en het vergroten van de capaciteit van bestaande wegen door de bijvoorbeeld de aanleg van extra rijstroken. Ook de realisatie van nieuwe aansluitingen (op bijvoorbeeld autosnelwegen) valt onder deze categorie. Tenslotte kan ook het aanpassen van de parkeercapaciteit in deze categorie worden geschaard.

De Meester (2008) heeft een overzicht opgesteld van maatregelen gericht op het openbaar vervoer. Ten eerste kan het de introductie van nieuwe OV-corridor betreffen. Ten tweede kan het ook gaan om het verkorten of omleggen van bepaalde gedeelten van een OV-corridor of het vergroten van de capaciteit. Ten derde kan het de aanleg van een nieuw station of OV-halte betreffen. Meer dan bij infrastructurele projecten voor autoverkeer speelt het effect van de aanleg van OV-infrastructuur op de modal split een rol, vanwege het gegeven dat OV-infrastructuur regelmatig wordt aangelegd om het autogebruik terug te dringen.

Wat betreft fietsgebruik gaat het bij de categorie bouwen om de aanleg van nieuwe fietsinfrastructuur om nieuwe of snellere verbindingen te realiseren tussen twee gebieden. Dit betreffen niet alleen nieuwe fietscorridors, maar ook moet gedacht worden aan verbindingstukken om barrières als waterwegen, autosnelwegen of spoorverbindingen te doorsnijden. De bijbehorende beleidsvraag is in hoeverre het fietsgebruik stijgt als gevolg van de routeverkorting. Ook het verbeteren van de kwaliteit van de fietsinfrastructuur kan het fietsaandeel beïnvloeden. Denk hierbij aan maatregelen als het aanleggen van separate fietspaden, het verbeteren van het comfort of het verbreden van de fietspaden. Tenslotte het vergroten van de capaciteit van fietsparkeervoorzieningen kan een positief effect hebben op het fietsgebruik.

3.1.2. Benutten

Benuttingsmaatregelen betreffen maatregelen die gericht zijn op het beter benutten van de huidige infrastructuur. Voor het autoverkeer gaat het hier voor dit onderzoek vooral om het gebruik van spitsstroken. Bij deze maatregel wordt meestal de vluchtstrook van een autosnelweg

opgeofferd voor een extra rijstrook. Hierdoor stijgt de capaciteit aanzienlijk en dit kan een positief effect hebben op het verkorten van de reistijd en dus een verschuiving in de modal split veroorzaken. De verandering van maximumsnelheden hebben invloed op de reistijd en dus de modal split. Momenteel is er bijvoorbeeld het plan om de maximumsnelheid op autosnelwegen te verhogen. Dit kan de reistijd iets verkorten en een beleidsvraag is of er hierdoor een verschuiving in de modal split te verwachten is. Tenslotte is het invoeren van een maximale parkeerduur een mogelijke maatregel om het autogebruik te beïnvloeden.

Andere op autoverkeer gerichte benuttingsmaatregelen, zoals het inzetten van informatiesystemen, toeritdosering of inhaalverboden voor vrachtverkeer, hebben ook effect op de capaciteit en snelheid, maar meestal worden deze maatregelen meer op operationeel niveau bestudeerd en vallen dus buiten de scope van dit onderzoek. Wel kan het interessant zijn om te bepalen wat uiteindelijk het effect van deze maatregelen op de reistijd is en dus het effect op de modal split.

Voor het OV bestaan de volgende benuttingsmaatregelen (de Meester, 2008): het veranderen van de dienstregeling is ten eerste een mogelijke benuttingsmaatregel. Hierbij kan het gaan om het verkorten van reistijden, het verhogen van frequenties of het veranderen van OV-routes. Verder kan middels technologische maatregelen het spoor beter worden benut. Zodoende kunnen hogere frequenties of snelheden worden gerealiseerd. In hoeverre kunnen frequentieverhogingen en reistijdverkortingen het OV aantrekkelijker maken voor auto- en fietsgebruikers?

3.1.3. Beprijzen

Naast beleidsvraagstukken met betrekking tot bouwen en benutten, bestaan er ook een aantal beleidsvraagstukken waarbij beprijzingsmaatregelen voor autoverkeer centraal staan. Diverse soorten maatregelen zijn mogelijk voor het beprijzen van wegverkeer, zoals kilometerheffing, congestieheffing, tolwegen, cordonheffing of het verhogen van de brandstofaccijns. Een optie is ook het *belonen* van automobilisten wanneer buiten de spits wordt gereden. Voorbeelden van bijbehorende vraagstukken zijn: welk type beprijzingsmaatregel is het meest effectief? Wat is een ideaal beprijzingstarief om een bepaalde afname van autoverkeer te realiseren? Welk tarief moet worden gehanteerd om te realiseren dat een deel van het spitsverkeer buiten de spits gaat rijden? Parkeertarieven zijn ook een onderwerp van studie. Dit is een aspect dat vooral op lokale schaal een rol speelt. Op welke plaatsen zijn parkeermaatregelen gewenst en hoe hoog moet het parkeertarief zijn om bepaalde beleidsdoelstellingen te realiseren? Ook de maximale parkeerduur is een beleidsinstrument.

In het geval van het OV gaat om de tariefstelling. Wat voor een effect hebben veranderingen in de tarieven op het gebruik van het OV? In hoeverre kunnen variabele OV-tarieven die afhankelijk zijn van het tijdstip een betere spreiding van reizigers in de tijd realiseren?

3.1.4. Overige beleidsinterventies

Tenslotte bestaan er nog diverse andere beleidsinterventies, die beleidsvragen oproepen. Wat is bijvoorbeeld het effect van het verbeteren van de omgeving van stations? In hoeverre zorgt een comfortverbetering van het OV tot extra reizigers? Het is echter moeilijk om de effecten hiervan op kwantitatieve wijze te bepalen, omdat relevante variabelen moeilijker in getallen zijn uit te drukken. Bovendien is de beschikbare data over bijvoorbeeld het comfort van bussen of de kwaliteit van OV-haltes onvoldoende om duidelijke uitspraken te doen. Om deze redenen zijn dergelijke maatregelen niet opgenomen.

3.1.5. Autonome ontwikkelingen

Deze categorie omvat ontwikkelingen die zich buiten het directe speelveld van verkeer en vervoer afspelen, maar welke wel invloed hebben op het verkeerssysteem daarom kunnen leiden tot bepaalde beleidsvraagstukken met betrekking tot verkeer en vervoer. Voor dit onderzoek zijn alleen de autonome ontwikkelingen genoemd die mogelijk een effect op de modal split hebben.

Demografie

Demografische effecten hebben effect op de vervoersvraag. Het verplaatsingsgedrag van verschillende leeftijdscategorieën is namelijk verschillend Harms (2008). Daarnaast is er

bijvoorbeeld duidelijk onderscheid tussen het verplaatsingsgedrag van autochtonen en (niet-westerse) allochtonen. De komende decennia zal de vergrijzing als maatschappelijk verschijnsel in Nederland op de voorgrond treden. Voor het verkeersbeleid is het belangrijk om het effect van deze demografische verschuiving goed in kaart te brengen. Wat betreft modal split is het belangrijk om de vraag te stellen in hoeverre deze demografische verschuivingen effect hebben op de modal split.

Sociaal-cultureel

Het gedrag van mensen verandert in de loop der tijd en dit heeft ook effect op het verplaatsingsgedrag. Zo verandert bijvoorbeeld het verplaatsingsgedrag van ouderen. Ouderen zullen vaker van de auto gebruik maken en doen dit tot op hogere leeftijd (Harms, 2008). Verder zijn er op het gebied van werken een aantal ontwikkelingen zichtbaar. Werktijden worden flexibeler en thuiswerken komt vaker voor. Ook neemt bijvoorbeeld het aantal eenpersoonshuishoudens toe. Deze verschillende ontwikkelingen hebben allemaal effect op het verkeerssysteem en voor beleidsmakers is het relevant om te bepalen wat de effecten hiervan zijn, inclusief het effect op de modal split.

Economie

De economie heeft op diverse manieren invloed op het verkeerssysteem. Volgens Jorritsma, Groot & van Mourik (2009) daalt bijvoorbeeld het gebruik van de auto voor woon-werkverkeer en zakelijk verkeer tijdens economisch mindere tijden, maar stijgt op hetzelfde moment het gebruik van de auto voor recreatieve ritten. Verder hangt de olieprijs samen met de economie. De olieprijs is onderhevig aan sterke fluctuaties en beïnvloedt de brandstofprijs (en dus de reiskosten voor de auto) in grote mate. Voorbeelden van beleidsvraagstukken met betrekking tot verkeer en vervoer en gerelateerd aan de economie zijn: wat zijn de effecten van de verschillende economische groeiscenario's op de filedruk in 2025 en vindt er hierdoor een verschuiving plaats in de modal split? Wat is het effect van een sterke stijging van de olieprijs in de toekomst op het autogebruik?

Ruimtelijk

Ruimtelijke ontwikkelingen en het verkeerssysteem zijn sterk met elkaar verbonden en beïnvloeden elkaar wederzijds. Een groei aan inwoners of activiteiten in een gebied leidt automatisch tot een groei van het verkeer. Daarnaast is er in Nederland ook sprake van krimpgebieden wat juist de vervoersvraag verkleint. Verder geldt dat de aanleg van infrastructuur de bereikbaarheid van bepaalde gebieden kan verbeteren en dit kan weer bedrijven of inwoners aantrekken. Daarnaast biedt een toename van de bevolkingsdichtheid of van de dichtheid van activiteiten kansen voor een intensivering van het OV-netwerk (zie ook paragraaf 3.1.6). Ruimtelijke ontwikkelingen hebben dus veel effect op het verkeerssysteem en kunnen dus ook de modal split beïnvloeden. Voor beleidsmakers is het belangrijk dat deze effecten gekwantificeerd kunnen worden met verkeersmodellen.

3.1.6. Actuele ontwikkelingen

In de voorgaande paragrafen zijn verschillende beleidsvraagstukken in algemene zin toegelicht. Ter aanvulling hierop is het relevant om op te sommen welke concrete beleidsvraagstukken momenteel in het bijzonder onder de aandacht zijn bij beleidsmakers. Het is uiteraard gewenst dat het quickscanmodel ook toegepast kan worden bij deze concrete beleidsvraagstukken. Hieronder worden daarom diverse actuele beleidsvraagstukken genoemd. Enerzijds gaat het om vraagstukken voortkomend uit beleidsinterventies (bouwen, benutten en beprijzen) en anderzijds om vragen over de effecten van bepaalde autonome ontwikkelingen.

- Ontwikkelingen openbaar vervoer: op het gebied van OV zijn diverse ontwikkelingen gaande. Ten eerste wordt de komende tijd bezuinigd op stads- en streekvervoer. Dit heeft onder andere tot gevolg dat sommige (laagrendabele) lijnen geschrapt worden, dat frequenties worden verlaagd en dat minder nachtbussen gaan rijden. Ten tweede moet OV tegenwoordig openbaar worden aanbesteed. In veel regio's in Nederland is dit reeds een feit, maar in de grote steden moet openbare aanbesteding nog geschieden. De algemene tendens is dat aanbesteding van OV in dichtbevolkte gebieden leidt tot meer

dienstregelingen. Ook is het comfort en de toegankelijkheid van bussen toegenomen. In dunbevolkte gebieden leidt openbare aanbesteding juist vaak tot een vershraling van het aanbod. Ten derde zijn er op veel plaatsen in Nederland plannen om te investeren in OV-infrastructuur. Denk hierbij aan HOV-lijnen voor de bus, nieuwe tramlijnen en in enkele gevallen nieuwe metro-infrastructuur. Hierbij dient wel de opmerking te worden gemaakt dat als gevolg van de bezuinigingen de komende jaren het mogelijk is dat relatief veel projecten worden uitgesteld of geannuleerd. Ten vierde wordt in de komende decennia het programma *Hoogfrequent Spoor* uitgevoerd. Dit programma houdt onder andere in dat de frequentie van treinen op de belangrijke corridors wordt verhoogd. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010)

- Investeren in fietsinfrastructuur: voor de fiets geldt dat de komende jaren flink wordt geïnvesteerd in nieuwe hoogwaardige regionale fietsroutes. Deze routes worden gesitueerd in de buurt van filegevoelige knooppunten bij de grote steden. Het doel is om een deel automobilisten uit de auto te krijgen om uiteindelijk de filedruk te verminderen (NOS, 2010).
- Wijziging maximumsnelheden auto: voor het wegverkeer geldt dat de maximumsnelheid op sommige autosnelwegen verhoogd wordt naar 130 km/h en dat de maximumsnelheden op andere wegen zullen worden heroverwogen. Verder is er door de nationale overheid extra geld uitgetrokken voor de aanleg van nieuwe wegen of de verbreding van bestaande wegen. Kilometerheffing zal de komende tijd nog niet worden ingevoerd (Regeerakkoord, 2010). Met betrekking tot parkeren is parkeerschaarste in woongebieden een van de toekomstige problemen, als gevolg van toenemend autobezit. Daarnaast wordt in steeds meer kleinere stads- en dorpscentra gekozen voor betaald parkeren (van Luipen, Stienstra & Bongarts, 2008).
- Vergrijzing: de komende tijd zullen zich ook een aantal autonome ontwikkelingen voordoen welke naar verwachting een invloed hebben op de modal split. In de eerste plaats is de vergrijzing een belangrijke ontwikkeling: het percentage ouderen in Nederland neemt toe. Het mobiliteitspatroon van ouderen is afwijkend van andere leeftijdscategorieën (Jorritsma & Olde Kalter, 2008).
- Veranderend verplaatsingsgedrag ouderen: tegelijkertijd met de vergrijzing is er ook sprake van een toename van mobiliteit, een ander mobiliteitspatroon en een hoger rijbewijs- en autobezit van de 'nieuwe ouderen' (Jorritsma & Olde Kalter, 2008; Savelberg *et al.*, 2007).
- Ruimtelijke ontwikkelingen: met betrekking tot ruimtelijke ontwikkeling is de ontwikkeling zichtbaar dat steeds meer bedrijven en arbeidsplaatsen gevestigd worden nabij op- en afritten van autosnelwegen, om op die manier een goede autobereikbaarheid te realiseren. Dit gaat mogelijk ten koste van het aandeel OV en eventueel fiets (Savelberg *et al.*, 2007).
- Sociaal-culturele ontwikkelingen: tenslotte zijn er diverse ontwikkelingen gaande op sociaal-cultureel vlak. Het Sociaal en Cultureel Planbureau noemt op dit gebied twee belangrijke factoren die in de toekomst invloed hebben op het autogebruik: individualisering en intensivering. Het gevolg van individualisering is een afname van het aantal leden per gezin en een hogere arbeidsparticipatie van vrouwen. Dit leidt tot een toename van het aantal verplaatsingen. Met intensivering wordt bedoeld dat men in de toekomst meer activiteiten gaat combineren. Het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen zal dus stijgen. Aangezien dergelijke verplaatsingen doorgaans makkelijker met de auto of fiets te maken zijn dan met het OV, zal intensivering naar verwachting een negatief effect hebben op het OV gebruik (Raad voor Verkeer en Waterstaat, 2010)

3.2. OPERATIONALISATIE

In de vorige paragraaf zijn diverse beleidsinterventies en autonome ontwikkelingen genoemd die invloed hebben op de modal split. Om deze beleidsinterventies en autonome ontwikkelingen in een model op te nemen is het nodig om deze maatregelen te operationaliseren. Tabel 1 noemt per beleidsmaatregel één of meerdere variabelen die kunnen worden gebruikt voor operationalisatie.

Categorie	Maatregel	Variabele
Bouwen	Aanleg nieuwe infrastructuur voor auto/fiets/OV	Reistijd auto/fiets/OV of omrijdfactor fiets
	Aanleg nieuwe stations / haltes	Reistijd OV of haltedichtheid
	Aanleg fiets- en autoparkeervoorzieningen	Parkeercapaciteit fiets/auto
Benutten	Gebruik spitsstroken	Reistijd auto
	Wijzigen maximumsnelheden	Reistijd auto
	Wijzigen frequentie OV	Frequentie OV of reistijd OV
	Vergroten capaciteit spoor	Frequentie OV of reistijd OV
	Aanpassen dienstregeling (inclusief wijzigen lijnennet OV)	Reistijd OV, frequentie OV of haldichtheid
Beprijzen	Beprijzingsmaatregelen autogebruik	Reiskosten auto
	Wijzigen parkeertarieven	Reiskosten auto of parkeertarief
	Wijzigen OV-tarieven	Reiskosten OV

Tabel 1: operationalisatie beleidsinterventies

Naast beleidsinterventies is het mogelijk ook om het effect van autonome ontwikkelingen in het model op te nemen. Ook in dit geval dienen bepaalde ontwikkelingen geoperationaliseerd te worden.

Categorie	Ontwikkeling	Variabele
Economie	Werkgelegenheid	Percentage werkenden/werklozen t.o.v. beroepsbevolking of totale bevolking
	Benzineprijs	Reiskosten auto
	Besteedbaar inkomen	Gemiddeld inkomen of aantal hoge/lage inkomens
	Autobezit	Aantal auto's per huishouden of aantal auto's per inwoner
Ruimtelijk	Ontsluiting arbeidsplaatsen tot OV-, auto- of fietsinfrastructuur	Reistijd OV/auto/fiets, natransporttijd OV
Sociaal-cultureel	Individualisering: kleinere huishoudens	Gemiddelde huishoudgrootte of verdeling huishoudens naar type
	Individualisering: toename arbeidsparticipatie vrouwen	Percentage werkenden/werklozen t.o.v. beroepsbevolking of totale bevolking
	Intensivering: meer niet-woninggerelateerde verplaatsingen	Ritgeneratie niet-woninggerelateerde verplaatsingen (en evt. ritgeneratie niet-woninggerelateerde verplaatsingen)
Demografie	Aantal ouderen	Percentage inw. van 65 jaar en ouder
	Aantal jongeren	Percentage inw. van 25 jaar en jonger
	Aantal niet-westerse allochtonen	Percentage niet-westerse allochtonen

Tabel 2: operationalisatie autonome ontwikkelingen

De operationalisatie voor de meeste maatregelen en autonome ontwikkelingen is voor de hand liggend, maar voor enkele maatregelen en autonome ontwikkelingen is enige toelichting relevant. Voor een aantal maatregelen en autonome ontwikkelingen zijn immers verschillende operationalisaties mogelijk. Het autobezit kan bijvoorbeeld worden uitgedrukt in het aantal auto's per huishouden en het aantal auto's per persoon. En het is de vraag of de ontwikkeling met betrekking tot de huishoudgrootte het best kan worden geoperationaliseerd door de gemiddelde huishoudgrootte of bijvoorbeeld door het percentage eenpersoonshuishoudens. Middels data-

analyse zal in een later stadium (hoofdstuk 7) worden bepaald welke van deze variabelen het meest geschikt is voor het modal split model.

Zoals reeds vermeld is niet van elke variabele adequate data beschikbaar. De volgende paragraaf zal behandelen welke databronnen beschikbaar zijn voor het ontwerp van het quickscanmodel. Op basis van de beschikbare data wordt vervolgens bepaald op welke beleidsvragen het quickscanmodel zich zal richten.

3.3. DATABRONNEN

Om een modal split model te ontwerpen, waarmee de in de vorige paragraaf gedefinieerde beleidsvragen kunnen worden beantwoord, is data benodigd over de variabelen die een relatie hebben met de modal split. Dit betreft variabelen die genoemd zijn in de vorige paragraaf, maar daarnaast zijn er ook nog andere variabelen die invloed hebben op de modal split. Deze paragraaf gaat hier nog niet op in, maar in paragraaf 7.1 wordt een conceptueel overzicht gepresenteerd van de relaties tussen de modal split en de verschillende determinanten hiervan. Op basis hiervan is bepaald welke databronnen relevant zijn voor dit onderzoek.

Daarnaast zal in paragraaf 4.3 worden geconcludeerd, dat om een adequaat modal split model op te stellen onderscheid moet worden gemaakt tussen verplaatsingen vanuit of naar de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Om vervolgens de modal split op een hb-relatie te schatten is het nodig om te weten wat het aandeel woninggerelateerde en wat het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen op deze hb-relatie is. Om deze reden is het dus óók benodigd om ritgeneratie- en ritdistributiemodellen op te stellen. Niet alleen data over variabelen die de modal split beïnvloeden moet dus worden verzameld, maar ook data over variabelen die de ritgeneratie en ritdistributie beïnvloeden. In paragraaf 6.1.1 en 6.2.1 is een conceptueel overzicht gegeven van de variabelen die van invloed zijn op respectievelijk de ritgeneratie en de ritdistributie.

Er is een uiteenlopend aanbod aan databronnen beschikbaar, welke relevant zijn voor het opstellen van het quickscanmodel. Tabel 3 somt de databronnen op die gebruikt zijn in dit onderzoek. Per databron is beschreven op welk schaalniveau deze gegevens beschikbaar zijn, van welke jaren er informatie beschikbaar is en daarnaast wordt een korte toelichting gegeven op de dataset. Niet van alle variabelen die volgens de literatuur invloed hebben op de ritgeneratie, ritdistributie en/of modal split is overigens data beschikbaar.

Data	Beschrijving
Perovam PC6 1980-2007	Perovam bevat gegevens over het verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam. Personen uit Amsterdam van 12 jaar en ouder zijn gevraagd om gedurende één dag alle gemaakte verplaatsingen bij te houden. Per verplaatsing zijn verplaatsingskarakteristieken vermeld, zoals de herkomst en de bestemming, het tijdstip, de vervoerswijze of het reismotief. Daarnaast is de respondenten ook gevraagd naar een aantal persoonskenmerken, zoals leeftijd, autobeschikbaarheid, opleiding, inkomen en samenstelling van het huishouden. Er is Perovam-data beschikbaar van de periode 1980-2007.
MON PC4 2004-2009	Het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON) bevat net als Perovam gegevens over het verplaatsingsgedrag van personen. Ook hier zijn verplaatsingskenmerken en persoonskenmerken geregistreerd. Het aantal verzamelde variabelen per verplaatsing en per persoon is wat groter in vergelijking met Perovam. Een nadeel is wel dat herkomsten en bestemmingen van verplaatsingen enkel op postcode4-niveau zijn verzameld. Verder is data over het verplaatsingsgedrag van personen uit heel Nederland beschikbaar, maar in vergelijking met Perovam is er minder data beschikbaar over verplaatsingen door inwoners van Amsterdam. Er is vrij recente data beschikbaar, namelijk uit de jaren 2004 tot en met 2009. Door een misverstand is door de onderzoeker echter enkel MON-data gebruikt van de jaren 2005-2008.

CBS <i>Wijk- en buurtniveau / PC4</i> 2009	Op de website van het CBS is veel informatie beschikbaar over de bevolkingssamenstelling van gebieden, zoals de verdeling van de bevolking naar leeftijd, naar geslacht, naar etniciteit en naar huishoudtype. Ook zijn zonale kenmerken opgenomen, bijvoorbeeld het aantal inwoners en de oppervlakte land/water.
Kerncijfers Postcodegebieden <i>PC6</i> 2004	Het CBS heeft ook per postcode6-gebied gegevens beschikbaar over de bevolkingssamenstelling. Daarnaast zijn ook variabelen over het postcodegebied te vinden in deze databron, zoals de omgevingsadressendichtheid, het aantal woningen en de gemiddelde woningwaarde.
De Nationale Bereikbaarheidskaart <i>PC4</i> 2010 en 2020	De Nationale Bereikbaarheidskaart is een digitale kaart die informatie met betrekking tot de bereikbaarheid per postcodegebied en tussen verschillende postcodegebieden verschaft. Informatie is bijvoorbeeld beschikbaar over het aantal te bereiken arbeidsplaatsen en woonlocaties vanuit een bepaalde zone en binnen een bepaalde tijdsperiode. Ook is informatie over de reistijd tussen twee postcodegebieden beschikbaar.
NRM Basisbestand <i>PC4</i> 2004	Het NRM Basisbestand bevat gegevens over de ruimtelijke kenmerken en bevolkingskarakteristieken van postcodegebieden. Deze zijn deels ook te vinden in reeds genoemde databronnen. Interessante gegevens welke niet in andere bronnen te vinden zijn: parkeertarieven, parkeercapaciteit en het aantal leerlingplaatsen per opleidingsniveau.
GoogleMaps <i>PC6/PC4</i> 2010	Deze bron verschaft informatie over reisafstand en reistijd voor verschillende vervoersmodaliteiten. De reistijd per auto is slechts indicatief, aangezien hier op stedelijk niveau geen rekening wordt gehouden met vertraging als gevolg van congestie. GoogleMaps verschaft verder geen specifieke informatie over de reisafstand per fiets, maar de reisafstand voor voetgangers is doorgaans een zeer goede indicatie voor de fietsafstand. Tenslotte is het sinds 2010 ook mogelijk om binnen Amsterdam de reistijd per OV tussen twee locaties te berekenen.
GVB Amsterdam 2010	Het GVB is de vervoersmaatschappij die in Amsterdam verantwoordelijk is voor het openbaar vervoer. Het GVB heeft informatie beschikbaar over de routes en de frequenties van de verschillende bus, tram- en metrolijnen.
Planbureau voor de Leefomgeving 2007	Deze bron heeft een databestand uitgebracht met informatie over de afstand van postcodegebieden tot OV-voorzieningen (IC-station, stoptreinstation, tram/metro) en de autosnelweg.
DIVV Amsterdam 1991-2009	Dit betreft een bestand met daarin de parkeertarieven in de Gemeente Amsterdam voor de verschillende tariefzones. Deze vallen niet altijd exact samen met de grenzen van postcode4gebieden en/of buurten.

Tabel 3: overzicht gebruikte data

Een aantal databronnen verdient enige aanvullende toelichting. De Nationale Bereikbaarheidskaart kan worden gebruikt voor het bepalen van de reistijd per auto tussen twee postcodegebieden. Deze reistijd is echter afgerond op 5 minuten. Vooral op kleinere afstanden is dit een nadeel: een rit die 3 minuten duurt wordt afgerond naar 5 minuten, terwijl een rit van 7 minuten ook wordt afgerond naar 5 minuten. Het afronden van reistijden zal de analyse over het effect van de reistijdverhouding tussen auto en fiets of OV dus negatief beïnvloeden.

Een ander aandachtspunt is dat de reistijden voor zowel de auto als het OV kunnen variëren gedurende de dag. Als gevolg van congestie is tijdens de spits de reistijd voor de auto meestal groter dan tijdens de rest van de dag. In Amsterdam zijn de verschillen tussen de spitsperiodes

en de periode daartussen echter beperkt (DIVV, 2010). 's Avonds en 's nachts ligt de snelheid echter wel hoger. Voor het OV geldt dat de frequenties vaak hoger zijn tijdens de spits. Zeker wanneer overstapt dient te worden, dan kan een hogere frequentie de wachttijd bij de overstap verkorten. Voor Amsterdam geldt overigens dat de frequentie van veel lijnen ook buiten de spits hoog is (6 bussen/trams/metro's per uur of hoger). Het gevolg is dat er weinig reistijdverschil is gedurende en tussen de spitsperioden.

3.4. ONTWERPEISEN VOOR QUICKSCANMODEL

In paragraaf 3.1 is een overzicht gemaakt van beleidsvraagstukken gerelateerd aan de modal split. Vervolgens is in paragraaf 3.3 uiteengezet welke data beschikbaar is. Op basis van deze twee onderdelen zal in paragraaf 3.4.1 geconcludeerd worden voor de beantwoording van welke beleidsvragen het mogelijk is om op empirische wijze een quickscanmodel op te stellen met de beschikbare data. Vervolgens worden een aantal inhoudelijke en procesmatige eisen voor het modal split model gedefinieerd.

3.4.1. Focus beleidsvraagstukken

Het is niet mogelijk om een model te ontwerpen waarmee antwoord op alle in paragraaf 3.1 gedefinieerde beleidsvraagstukken kan worden verkregen. Aangezien er geen data beschikbaar is met betrekking tot beprijzing van wegverkeer is het ten eerste niet mogelijk om te bepalen wat het effect is van beprijzingsmaatregelen. Daarnaast is het ook moeilijk om de effecten van het wijzigen van OV-tarieven te bepalen door analyse van de beschikbare data. Het verzamelen van data over de reiskosten tussen twee zones is zeer tijdrovend. Daarnaast verschillen de reiskosten van een verplaatsing per persoon. Personen die in het bezit zijn van bepaalde OV-abonnementen kunnen na aanschaf van het abonnement gratis of met korting gebruik maken van het OV, terwijl anderen de volle prijs betalen. Voor personen die gratis kunnen reizen speelt het OV-tarief van een individuele verplaatsing geen rol bij de vervoerswijzekeuze, terwijl dit tarief van aanzienlijke invloed kan zijn op de vervoerswijzekeuze van personen zonder abonnement. Het is dus niet eenvoudig om het effect van de reiskosten voor auto en OV op adequate wijze in het quickscanmodel op te nemen en daarom worden de reiskosten niet opgenomen in het model. De effecten van aan reiskosten gerelateerde beleidsinterventies zullen dus niet met het model kunnen worden bepaald.

Voor het bepalen van het effect van de autonome ontwikkelingen geldt dat deze veelal op de lange termijn (>10 jaar) een significant effect kunnen hebben op de modal split. Op korte termijn zullen variabelen als huishoudgrootte, het percentage 65+ers, het percentage allochtonen en het autobezit doorgaans niet sterk fluctueren. Het quickscanmodel is echter minder geschikt om beleidsvraagstukken betreffende de modal split verdeling over bijvoorbeeld 20 jaar te bepalen. Op een dergelijke termijn kan het reisgedrag van bepaalde categorieën reizigers aanzienlijk veranderen en zullen als gevolg hiervan de modelparameters en modelvariabelen moeten worden aangepast. Een uitzondering is overigens de brandstofprijs. Deze autonome ontwikkeling is ook op korte termijn onderhevig aan sterke fluctuaties. Het probleem is in dit geval echter dat reiskosten niet in het model kunnen worden meegenomen, om hierboven genoemde redenen. Een andere uitzondering zijn grootschalige nieuwbouwprojecten. Met behulp van het model en gegevens over de nieuwe wijk kan in dit geval wel een schatting worden gemaakt van de modal split.

Beleidsvragen die wel met het model kunnen worden beantwoord zijn ten eerste beleidsvraagstukken die gerelateerd zijn aan de reistijd voor de auto, het OV en de fiets. Daarnaast dient het model in staat te zijn om de effecten van het wijzigen van parkeertarieven te berekenen. Dit is immers ook een belangrijke beleidsmaatregel om de modal split te beïnvloeden en voldoende data over parkeertarieven is beschikbaar. Indien mogelijk is het ook gewenst dat het model de beschikbare parkeercapaciteit meeneemt en de effecten van veranderingen in de parkeercapaciteit op de modal split kan becijferen.

Voorbeelden van beleidsvragen waarop de methodiek tracht een antwoord te geven zijn:

- Wat is het effect (op de modal split) van het introduceren of opheffen van een bepaalde bus- of tramlijn?

- Wat is het effect van de aanleg van vrij busbanen (HOV) waardoor de reistijd per bus afneemt?
- In hoeverre neemt het autogebruik toe, wanneer de reistijd per auto afneemt als gevolg van uitbreiding van de weginfrastructuur?
- Wat is het effect van hogere parkeertarieven op de modal split van ritten naar bepaalde zones?
- In hoeverre leidt het opheffen van fietsbarrières, zodat de afstand per fiets wordt verkort, tot een verhoging van het fietsgebruik op bepaalde relaties?

3.4.2. Inhoudelijke eisen

De lijst hieronder behandelt de inhoudelijke eisen die voor het model zijn gedefinieerd. Deze zijn onder andere gebaseerd op de beleidsvraagstukken die het model moet kunnen beantwoorden.

- Het quickscanmodel neemt de auto, het OV en de fiets mee. Dit zijn samen met lopen veruit de meest gekozen vervoerswijzen. Lopen worden niet meegenomen, aangezien beleidsmaatregelen- en doelstellingen over het algemeen minder gericht zijn op voetgangers. Daarnaast is lopen in veel gevallen geen realistisch alternatief voor verplaatsingen die momenteel per auto, per OV en -in mindere mate- per fiets worden gemaakt.
- Een model wordt opgesteld om de modal split voor een gehele werkdag te bepalen. Onderscheid maken tussen verschillende dagdelen maakt het onderzoek aanzienlijk complexer. Verder is voor een *werkdag* en niet voor een zaterdag of zondag gekozen, aangezien de Perovam dataset enkel data van verplaatsingen gedurende werkdagen bevat.
- Enkel verplaatsingen van personen van 12 jaar en ouder worden geanalyseerd in dit onderzoek. Reden hiervoor is wederom dat in de Perovam dataset enkel verplaatsingen van personen van 12 jaar en ouder zijn opgenomen en ook bij het MON is dit het belangrijkste deel.
- De voorspellingshorizon waarvoor het model ontworpen zal worden ligt in de orde van grootte van enkele jaren tot ongeveer 10 jaar. Op de langere termijn zullen er naar verwachting immers significante veranderingen optreden in het reisgedrag van mensen. Toekomstige ouderen zullen bijvoorbeeld ander reisgedrag vertonen dan de huidige ouderen (Jorritsma & Kalter, 2008) en werknemers zullen mogelijk flexibeler worden wat betreft werktijden en de werklocatie.
- Er wordt geen netwerkmodel gemaakt, oftewel een model waarbij verkeersnetwerken worden gebruikt om bepaalde berekeningen uit te voeren. Een dergelijk model zou de complexiteit van het model (en dus het ontwerp er van) sterk vergroten. Het gevolg van deze keuze is dat enkel kan worden bepaald wat de modal split is van verkeer met een bepaalde herkomst en bestemming, maar dus niet de modal split van de totale verkeersstroom op een link.
- Het is niet de bedoeling dat het model in staat is om alle beleidsvraagstukken *direct* door te rekenen. Stel dat de capaciteit van een weg wordt vergroot om congestie te verminderen, dan moet eerst met een ander model of vuistregel bepaald worden wat het effect van de capaciteitsvergroting op de reistijd tussen bepaalde zones is. Vervolgens kan deze nieuwe reistijd worden gebruikt in het quickscanmodel om de verandering in de modal split te bepalen.
- Tenslotte wordt een geaggregeerd model ontwikkeld. Dit sluit het beste aan bij het bij de procesgerelateerde eisen (zie volgende paragraaf) van het te ontwerpen model: het model moet eenvoudig te begrijpen zijn en eenvoudig, snel en transparant in gebruik zijn.

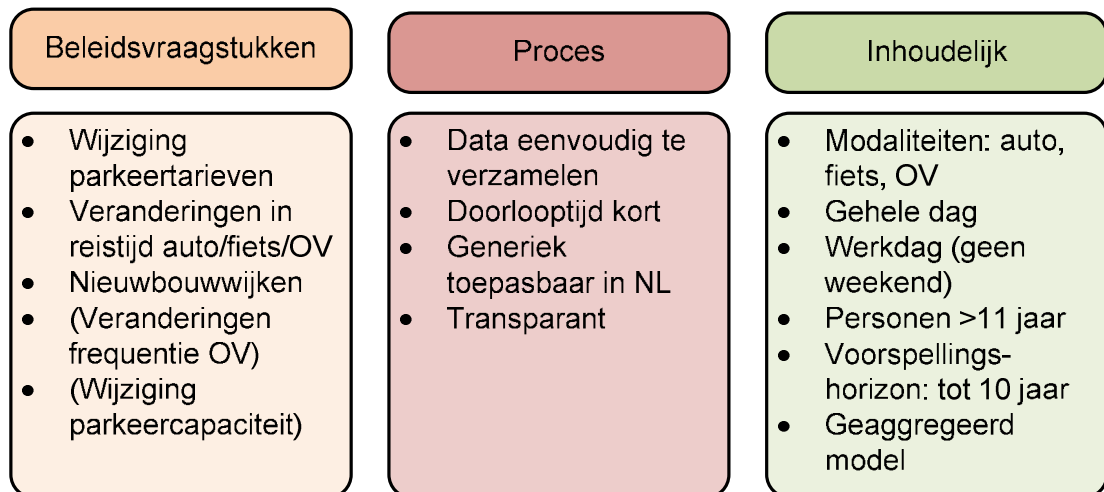
3.4.3. Procesgerelateerde eisen

Om de potentiële meerwaarde van het quickscanmodel te maximaliseren moet niet alleen aan de inhoudelijke eisen worden voldaan, maar ook dient aan te worden gesloten bij de vraag uit de praktijk met betrekking tot het proces. In paragraaf 2.2.2 is een aantal wensen voor nieuwe verkeersmodellen opgesomd:

- De doorlooptijd van het quickscaninstrument moet zeer kort zijn. Op die manier kan het instrument daadwerkelijk van meerwaarde zijn. Er is immers behoefte aan quickscanmodellen (TNO, 2010; Elverding, 2008; Duijnisveld & Schrijver, 2009). Doelstelling is dat binnen enkele minuten resultaten kunnen worden verkregen.
- De benodigde invoerdata moet snel te verzamelen zijn. Indien mogelijk wordt een gedeelte van de invoerdata reeds vooraf aan het quickscaninstrument toegevoegd, zodat de doorlooptijd nog iets afneemt.
- De benodigde invoerdata moet beschikbaar zijn voor alle gemeenten (en eventueel regio's) in Nederland. Er bestaat data die wel voor Amsterdam en sommige andere gemeenten beschikbaar is, maar niet voor veel andere gemeenten. In dit geval verliest het model aan waarde omdat het niet meer generiek toepasbaar is.
- Er is behoefte aan een grotere transparantie bij verkeersmodellen (Lee, 1973; Annema & de Jong, 2008; TNO, 2010). Het moet daarom bij het quickscaninstrument duidelijk zijn hoe de invoer en uitvoer van het model samenhangen en deze relatie moet goed uit te leggen zijn aan externe personen. Visualisaties en een duidelijke toelichting op getallen ('storytelling') dragen hieraan bij (Martens *et al.*, 2010).

3.5. CONCLUSIE

Alvorens het quickscanmodel ontworpen kan worden is het nodig om een lijst met eisen te formuleren voor het model. In dit hoofdstuk is een lijst met eisen voor het quickscanmodel opgesteld op basis van de beleidsvraagstukken uit de praktijk, databeschikbaarheid en vraag naar specifieke modellen. Allereerst is nagegaan wat de belangrijkste beleidsvraagstukken met betrekking tot de modal split zijn. Op basis van databeschikbaarheid is vervolgens bepaald welke van deze beleidsvraagstukken kunnen worden beantwoord met een empirisch model. Vervolgens zijn een aantal keuzes gemaakt met betrekking tot de inhoudelijke karakteristieken van het model, om het onderzoek af te bakenen. Tenslotte is op basis van literatuurstudie bepaald aan welke procesgerelateerde kenmerken het quickscanmodel dient te voldoen, om zodoende aan te sluiten bij de actuele vraag naar quickscanmodellen uit de praktijk. Figuur 2 geeft een samenvatting van de modelvereisten. Dit vormt de basis voor het modelontwerp.



Figuur 2: eisen quickscanmodel

4. ONDERZOEKSMETHODIEK

Dit hoofdstuk gaat in op de methode van onderzoek. Allereerst wordt het studiegebied en de keuze hiervoor toegelicht in paragraaf 4.1. Paragraaf 4.2 gaat in op de zonering. Paragraaf 4.3 en 4.4 beschrijven de methodiek op basis waarvan het model is ontworpen.

4.1. STUDIEGEBIED

Eerst zal de keuze voor het studiegebied worden toegelicht. Vervolgens worden de belangrijkste kenmerken van het studiegebied beschreven.

4.1.1. Keuze studiegebied

Het gebied dat gebruikt wordt voor het opstellen van het empirische model is mede bepaald op basis van de databeschikbaarheid. Twee bronnen met zeer grote hoeveelheden aan data over verplaatsingen van individuen zijn beschikbaar: data van het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON) van de periode 2005-2008 en Perovam van de periode 1980-2007. Het MON bevat per jaar data van circa 150.000 verplaatsingen door inwoners van heel Nederland. Perovam bevat per periode van 3 of 4 jaar ongeveer 25.000 verplaatsingen die gemaakt zijn door Amsterdammers. In totaal is data van 6 periodes beschikbaar.

Gekozen is om het empirische model hoofdzakelijk op te stellen op basis van Perovamdata en dus door verplaatsingen in en rondom Amsterdam te analyseren. De volgende twee redenen liggen ten grondslag aan deze keuze:

- Ten eerste bevat Perovam in verhouding met het MON een veel grotere hoeveelheid data over het verplaatsingsgedrag van inwoners van één specifieke gemeente, Amsterdam. Dit is met name voor het analyseren van de verbanden tussen bepaalde variabelen en het OV-gebruik belangrijk. Immers het aandeel OV-verplaatsingen is in de meeste gemeenten relatief klein. Het MON bevat weliswaar data over verplaatsingen in heel Nederland, maar in vergelijking met Perovam veel minder data over verplaatsingen in Amsterdam (of een andere gemeente). Bij het opstellen van het model is het praktisch om in eerste instantie één gemeente te onderzoeken. Het verzamelen van bepaalde data, zoals reistijden tussen twee zones, is immers een tijdrovende taak. En hoe meer gemeenten worden onderzocht, hoe meer data verzameld dient te worden. Bovendien is per zone en per hb-relatie een grotere hoeveelheid verplaatsingsdata beschikbaar met Perovam, wat de statistisch gezien van meerwaarde is en meer specifieke analyses mogelijk maakt. Om een model te ontwerpen op basis van analyse van één specifieke gemeente is Perovam dus de beste optie.
- Ten tweede biedt de Perovamdata op PC6-niveau mogelijk een uitkomst wanneer in een later stadium getracht wordt om bepaalde uitschieters te verklaren. Ter verduidelijking een voorbeeld: stel dat blijkt dat het OV-gebruik in een bepaald PC4-gebied aanzienlijk hoger is dan verwacht, dan kan op basis van PC6-data bijvoorbeeld worden verklaard dat dit hoge percentage OV-gebruik wordt veroorzaakt door het feit dat relatief veel mensen heel dichtbij OV-haltes wonen. De PC4-data van het MON biedt geen mogelijkheden voor dergelijk specifieke analyses.

De keuze om het model op te stellen op basis van het analyseren van verplaatsingen vanuit en naar Amsterdam heeft een aantal gevolgen voor de analyses. Het bereik van de analyses beperkt zich tot spreiding van variabelen in Amsterdam. Ter verduidelijking: in Amsterdam bestaan bijvoorbeeld geen gebieden met een (zeer) slechte OV-ontsluiting. Wanneer de relatie tussen het OV-gebruik en de OV-reistijd wordt onderzocht, kan door middel van extrapolatie kan weliswaar een inschatting worden gemaakt van het effect van een zeer slechte OV-ontsluiting op de modal split. Een dergelijke extrapolatie is echter niet altijd adequaat aangezien de vorm van de relatie tussen bepaalde variabelen niet bekend is op het interval waarover geen data beschikbaar is. Daarnaast zijn er een aantal karakteristieken, die het fietsgebruik volgens de literatuur beïnvloeden, maar waarvan de relatie met de modal split in zijn geheel niet kan worden onderzocht door verplaatsingen van en naar Amsterdam te onderzoeken. Het betreft in dit geval

bijvoorbeeld de invloed van reliëf op het fietsgebruik, aangezien in Amsterdam geen reliëf van betekenis is. Tenslotte kunnen specifieke karakteristieken van Amsterdam, waarover geen data beschikbaar is, het modelontwerp beïnvloeden.

4.1.2. Beschrijving onderzoeksgebied

Het is belangrijk om enige aandacht te schenken aan deze kenmerken van het onderzoeksgebied. Specifieke kenmerken van Amsterdam kunnen mogelijk de modelvorm of de parameterwaarden beïnvloeden. Wanneer uit de validatie blijkt dat het model minder goed scoort wanneer het wordt toegepast op andere steden, dan dient na te worden gegaan of er specifieke Amsterdamse kenmerken zijn, die niet zijn opgenomen in het model, maar welke mogelijk wel de modal split beïnvloeden. Stel bijvoorbeeld dat de OV-frequentie niet als variabele in het model wordt opgenomen. In dat geval kan een eventuele overschatting van het OV-gebruik in andere steden mogelijk worden verklaard door het feit dat OV-frequenties in Amsterdam hoger zijn dan in andere steden.

Auto infrastructuur

De structuur van de binnenstad van Amsterdam is ontstaan voor de komst van de auto. Hierdoor is de infrastructuur in de binnenstad ongeschikt voor grote stromen autoverkeer. Voor de belangrijkste wegen (exclusief autosnelwegen) geldt dat de doorstroomsnelheid relatief laag is. Met name de uitvalswegen in westelijke en zuidelijke richting en de binnenring rondom het centrum kennen lage doorstroomsnelheden. Dit geldt niet alleen voor de spitsperiodes, maar ook buiten de spitsperiodes is de doorstroomsnelheid laag. Op de binnenring bijvoorbeeld ligt de snelheid buiten de spits soms zelfs nog lager dan tijdens de spits. Verder doorkruist de autosnelweg A10 Amsterdam. Voor de A10 geldt echter wel dat de snelheid buiten de spits aanzienlijk hoger is dan tijdens de spits (DIVV, 2010).

Openbaar Vervoer

Amsterdam kent een fijnmazig OV-netwerk. Anno 2010 telt het OV in Amsterdam 4 metrolijnen, 16 tramlijnen, 46 lokale buslijnen (waarvan 12 spitslijnen) en 12 nachtbuslijnen. Daarnaast doorkruisen een aantal spoorwegen de Gemeente Amsterdam. De metro is aanzienlijk sneller dan de bus en de tram. De commerciële snelheid van de metro bedraagt ongeveer 30 km/h tegen gemiddeld 15 km/h voor de bus en tram. Verder geldt dat de frequenties van de verschillende OV-lijnen doorgaans hoog zijn. Het Centraal Station vormt het belangrijkste OV-knooppunt, maar ook Amsterdam Zuidoost is bijvoorbeeld zeer goed ontsloten door trein en metro (DIVV, 2010).

Fiets

Net als het OV-netwerk is het fietsnetwerk in geheel Amsterdam zeer uitgebreid en fijnmazig. Op locaties waar dat mogelijk is zijn gescheiden fietsstroken aangelegd. Wat opvalt is dat Amsterdam Noord vanuit de binnenstad niet direct bereikbaar is per fiets. Om het IJ over te steken dient gebruikt te worden gemaakt van een veerpont. De snelheid van de fiets is in de binnenstad ongeveer even hoog als de snelheid per auto, tram of bus, rond de 15 km/h. Naarmate de afstand tot de binnenstad groter wordt is daalt de relatieve snelheid van de fiets ten opzichte van de auto en het OV, omdat de doorstroming van het gemotoriseerd verkeer daar beter is (DIVV, 2010).

Parkeren

Op veel plaatsen in Amsterdam geldt betaald parkeren. De tarieven zijn het hoogst naarmate men dichterbij de binnenstad komt. Buiten de ringweg A10 kan men op veel plaatsen nog gratis parkeren. Aan de woningzijde geldt dat men op veel locaties een parkeervergunning nodig heeft, wanneer men niet op eigen erf kan parkeren. Deze kosten voor een dergelijke vergunning lopen uiteen van 16 euro tot 182 euro per half jaar en meestal is er een wachtlijst voor het verkrijgen van een parkeervergunning. Voor de binnenstad geldt dat de wachttijd voor een parkeervergunning op kan lopen tot 4 jaar. Ook hier geldt over het algemeen: hoe dichterbij de binnenstad, hoe langer de duur van de wachtlijst en hoe hoger het vergunningstarief (Citation, 2010).

Conclusie

Geconcludeerd moet worden dat het OV-netwerk in Amsterdam uitgebreider is dan andere steden. De autobereikbaarheid daarentegen is relatief slecht in Amsterdam, met name in de binnenstad. Een andere factor die het autogebruik waarschijnlijk negatief beïnvloedt is het stringente parkeerbeleid, zowel aan herkomst- als aan bestemmingszijde.

4.2. ZONERING

In paragraaf 3.4.2 is aangegeven dat voor een geaggregeerd model is gekozen. Om die reden is het nodig om een adequaat schaalniveau te kiezen voor het quickscanmodel. Voor het ontwerp van het quickscanmodel is het belangrijk dat er per zone voldoende gegevens beschikbaar zijn. Wanneer op een bepaald schaalniveau immers maar weinig relevante data beschikbaar is, dan is erg moeilijk om een model op te stellen. Gezien het schaalniveau van de beschikbare data is één van onderstaande schaalniveaus gewenst voor de zonering:

- Buurt: een buurt is een *“onderdeel van een gemeente, dat vanuit bebouwingsoogpunt of sociaal-economische structuur homogeen is afgebakend”*, volgens de definitie van het CBS. Met homogeen wordt bedoeld dat één functie (bijvoorbeeld werken, wonen of recreatie) of sociaal-economische bevolkingsgroep dominant is. Voor Amsterdam geldt overigens dat de gebieden die door het CBS buurten worden genoemd door de afdeling Onderzoek & Statistiek van de Gemeente Amsterdam buurtcombinaties genoemd. Deze buurtcombinaties zijn weer opgedeeld in een aantal buurten bij de afdeling O&S. Amsterdam telt 94 buurtcombinaties (O&S Amsterdam, 2002).
- Wijken: het CBS definieert een wijk als *“onderdeel van een gemeente waarin een bepaalde vorm van bodemgebruik of bebouwing overheerst.”* Onderscheid wordt dus bijvoorbeeld gemaakt tussen industriegebieden en woongebieden, gebieden met hoogbouw en gebieden met laagbouw. In principe komt een wijk overeen met een combinatie van verschillende buurten. Er zijn echter uitzonderingen op deze regel.
- Postcode6-gebieden: de indeling in postcodes is vastgesteld door TPG-post. De postcode is een hulpmiddel voor het bepalen van de ligging van een adres. PC6-gebieden bestaan meestal uit enkele tientallen adressen.
- Postcode4-gebieden: dit zijn gebieden opgebouwd uit adressen met dezelfde vier cijfers van de postcode. PC4-gebieden zijn opgebouwd uit een groot aantal PC6-gebieden. PC4-gebieden vallen niet samen met wijken of buurten, alhoewel er hier en daar wel in bepaalde mate overlap bestaat. In totaal liggen er 78 PC4-gebieden in de gemeente Amsterdam.

Voor het analyseren van de Perovamdata is het PC6-niveau ongeschikt. De hoeveelheid verplaatsingsdata per PC6-gebied is minimaal en van veel PC6-gebieden is zelfs geen data over individuele verplaatsingen beschikbaar. Ook is veel data niet beschikbaar op PC6-niveau. Tenslotte kost het zeer veel tijd om bepaalde data (zoals reistijdgegevens) op PC6-niveau te verzamelen, aangezien het aantal verschillende relaties op PC6-niveau zeer groot is.

Wijken zijn aan de andere kant te groot qua aggregatieniveau. Door het samenvoegen van verschillende buurten gaan specifieke buurtkarakteristieken (bijv. een hoog percentage allochtonen of veel hoge inkomens) verloren in de data. Daarnaast zullen *intra*-zonale verschillen te groot zijn op wijkniveau, bijvoorbeeld de reistijd tussen twee wijken, om een adequaat model op te stellen.

Een keuze moet dus worden gemaakt tussen buurniveau en PC4-niveau. De keuze gemaakt is om te aggregeren naar PC4-niveau. De reden dat voor PC4-niveau is gekozen, is dat een aantal datasets enkel op PC4-niveau beschikbaar is, zoals het NRM basisbestand (zie paragraaf 3.3). Ook MON-data bevat enkel informatie over verplaatsingen op PC4-niveau. Het is bij de MON-data dus niet bekend wat de wijk of buurt van de herkomst en bestemming zijn, aangezien grenzen van postcodegebieden en wijken of buurten elkaar niet overlappen. Ook de Perovamdata kan ook eenvoudig worden geaggregeerd naar PC4-niveau. Om de verschillen tussen de MON en Perovam te bestuderen (zie paragraaf 5.3) is PC4-niveau dus de enige mogelijkheid, zonder schattingen toe te passen vanwege de gedeeltelijke overlap van bepaalde buurten en PC4-gebieden. Qua

oppervlakte zijn buurten doorgaans iets kleiner dan PC4-gebieden, zoals uit bijlage 4.2 valt af te leiden, maar de verschillen zijn niet heel groot: Amsterdam telt 78 PC4-gebieden en 94 buurten.

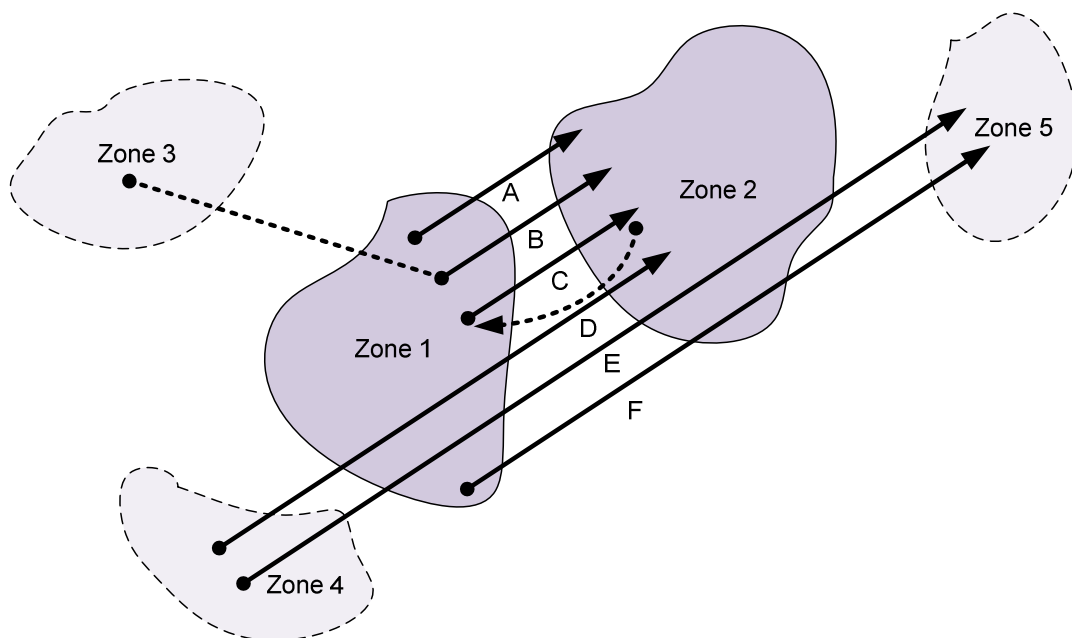
4.3. CONCEPT MODELONTWERP

Deze paragraaf beschrijft conceptueel hoe het model er uit komt te zien. Voordat het model kan worden ontworpen dient eerst in kaart gebracht te worden welke typen verkeersstromen kunnen worden onderscheiden. Vervolgens wordt bepaald met welke soorten verkeersstromen worden meegenomen bij het modelontwerp. Daarna wordt uitgelegd hoe de modal split op een relatie kan worden berekend.

4.3.1. Typen verkeersstromen

Om de modal split tussen twee zones te bepalen is het eerst relevant om in kaart te brengen uit welke componenten het verkeer tussen twee zones bestaat. In Figuur 3 is gevisualiseerd uit welke verkeersstromen het verkeer *vanuit* zone 1 *naar* zone 2 bestaat. Merk op dat een aantal verkeersstromen géén herkomst en/of bestemming heeft in zone 1 of 2, maar enkel deze zones doorkruisen. De volgende verplaatsingen kunnen worden onderscheiden:

- A. Verplaatsingen door inwoners van zone 1 met een (eerste) bestemming/activiteit in zone 2.
- B. Niet-woninggerelateerde verplaatsingen waarbij de eerste bestemming in zone 1 ligt en de tweede bestemming in zone 2;
- C. Verplaatsingen door inwoners van zone 2, die in zone 1 een activiteit hebben ondernomen en terugkeren naar de woning in zone 2;
- D. Verplaatsingen *naar* zone 2 vanuit een andere zone dan zone 1, welke tijdens de verplaatsing zone 1 doorkruisen;
- E. Verplaatsingen met als herkomst en bestemming *niet* zone 1 of 2, maar welke tijdens de verplaatsing wel zone 1 en 2 doorkruisen;
- F. Verplaatsingen vanuit zone 1 naar andere zone dan zone 2, welke tijdens de verplaatsing zone 2 doorkruisen.



Figuur 3: componenten van de verkeersstroom vanuit zone 1 naar zone 2

Zoals eerder vermeld valt de routekeuze buiten de scope van dit onderzoek, aangezien het MON en Perovam geen informatie verschaffen over de gekozen route, maar enkel over de herkomst en bestemming van een verplaatsing. Het toevoegen van de routekeuze zou in dit geval de complexiteit van het onderzoek sterk vergroten. Het gevolg hiervan is dat verplaatsingen van het type D, E of F *niet* in het onderzoek mee worden genomen als zijnde een verplaatsing tussen

(onder andere) zone 1 en 2. Enkel verplaatsingen van het type A, B en C worden dus beschouwd wanneer de modal split tussen zone 1 en 2 wordt bepaald.

Het is belangrijk om onderscheid tussen deze verschillende soorten verplaatsingen te maken. De modal split van verplaatsingen van type B of type C, dient op een andere wijze te worden bepaald dan de modal split van type A verplaatsingen. Het ligt voor de hand dat de modal split van type A verplaatsingen onder andere gebaseerd zal worden op de bevolkingskarakteristieken van de herkomstzone, zone 1. De bevolkingskarakteristieken van zone 1 zeggen echter weinig over de modal split van type B en C verplaatsingen, aangezien de makers van deze typen verplaatsingen niet in zone 1 wonen.

Aandeel verschillende verkeersstromen

Nagegaan is hoe de aandelen van de verschillende verkeersstromen zich tot elkaar verhouden. Indien het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen slechts een zeer klein deel van het totaal is, dan is het eventueel mogelijk om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen met een simpele vuistregel te bepalen. Wanneer MON-data (2005-2008) wordt geanalyseerd, dan blijkt dat het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen (per fiets, auto of OV) 14% is. Het aandeel is dus niet zeer groot. Toch is het onwenselijk om voor het bepalen van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen een simpele aanname gebruiken, omdat vanuit sommige postcodegebieden het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen aanzienlijk groter (meer dan 50%) is. Dit zijn meestal postcodegebieden met veel arbeidsplaatsen of winkelgelegenheden. Een simpele aanname over de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen zou de kwaliteit van het model voor het voorspellen van de modal split vanuit deze postcodegebieden aanzienlijk verslechteren.

<i>Soort verplaatsing</i>	<i>Aandeel</i>
Vanuit woning (A)	43 %
Niet-woninggerelateerd (B)	14 %
Naar woning (C)	43 %

Tabel 4: aandeel verschillende soorten verplaatsingen (MON 2005-2008)

4.3.2. Onderdelen modal split model

De bedoeling van het onderzoek is om een modal split model te ontwerpen dat de modal split op een hb-relatie van alle verkeersstromen tezamen voorspelt (exclusief verplaatsingen van het type D, E en F). In de vorige paragraaf is geconstateerd dat de modal split van de verschillende typen verkeersstromen verschillend is. Om die reden is het ten eerste dus nodig om de modal split van de verschillende soorten verkeersstromen te bepalen. Ten tweede is het nodig om de omvang van de verkeersstromen in kaart te brengen. Uiteindelijk kan op die manier van elk type verkeersstroom worden bepaald hoeveel verplaatsingen dagelijks per auto, per fiets en per OV wordt gemaakt. De modal split van de verschillende typen verplaatsingen tezamen kan vervolgens worden bepaald door de het totaal aantal verplaatsingen met een bepaalde vervoerswijze op een bepaalde hb-relatie te delen door het totaal aantal verplaatsingen op deze hb-relatie.

Het aantal verplaatsingen per dag *naar* de woning is bij benadering gelijk aan het aantal verplaatsingen per dag *vanuit* de woning in omgekeerde richting (Thomas & Tutert, 2007). Het is dus nodig om slechts twee aparte modellen op te stellen, alvorens de gehele modal split op een hb-relatie kan worden bepaald:

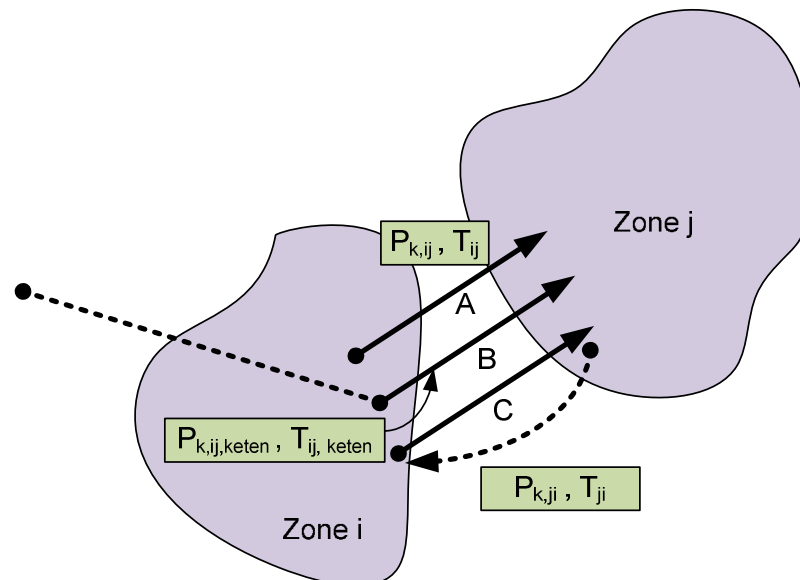
- Een model voor verplaatsingen vanuit de woning
- Een model voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen (van bestemming naar een andere bestemming)

Met behulp van de volgende formule kan vervolgens de modal split van het totale verkeer op een hb-relatie worden bepaald:

$$Aandeel_{k,ij} = \frac{P_{k,ij} * T_{ij} + P_{k,ji} * T_{ji} + P_{k,keten,ij} * T_{keten,ij}}{T_{ij} + T_{ji} + T_{ij,keten}}$$

Aandeel_{k,ij} = het aandeel van vervoerswijze k in de modal split (op hb-relatie i-j)

T_{ij}	= het aantal verplaatsingen vanuit de woning in zone i naar een bestemming in zone j
$P_{k,ij}$	= het aandeel van vervoerswijze k in de modal split van verplaatsingen <i>vanuit</i> de woning
T_{ji}	= het aantal verplaatsingen vanuit de woning in zone j naar een bestemming in zone i ($\approx$ het aantal verplaatsingen vanuit een bestemming in zone i naar de woning in zone j)
$P_{k,ji}$	= het aandeel van vervoerswijze k in de modal split van verplaatsingen vanuit de woning in zone j naar een bestemming in zone i ($\approx$ het aandeel van vervoerswijze k in de modal split van verplaatsingen vanuit een bestemming in zone i naar de woning in zone j)
$T_{ij, keten}$	= het aantal verplaatsingen vanuit een bestemming in zone i naar een volgende bestemming in zone j. (De tweede bestemming is hierbij niet de woning.)
$P_{k,ij,keten}$	= het aandeel verplaatsingen met vervoerswijze k van verplaatsingen vanuit een bestemming in zone i naar een volgende bestemming in zone j. (De tweede bestemming is hierbij niet de woning.)



Figuur 4: componenten verkeersstroom voor berekening modal split

Voor zowel woninggerelateerde verplaatsingen als niet-woninggerelateerde (keten-) verplaatsingen dient dus te worden bepaald wat het *aantal verplaatsingen* op een hb-relatie is en wat de *modal split* van deze verplaatsingen is.

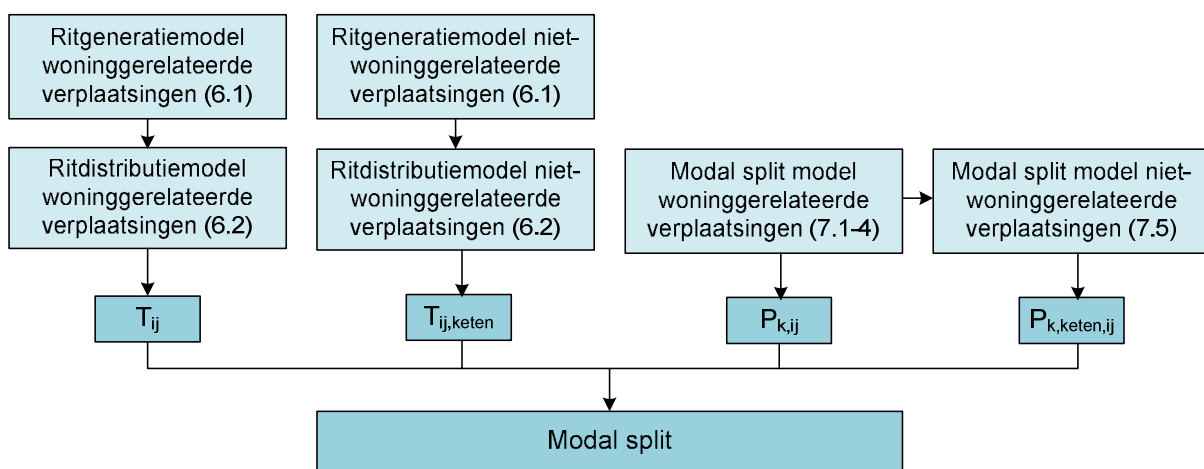
Het aantal verplaatsingen op een relatie kan worden bepaald door eerst een ritgeneratiemodel op te stellen, waarbij de ritproductie en ritattractie van elke zone worden bepaald. Vervolgens wordt met behulp van een ritdistributiefunctie bepaald van welke herkomstzone naar welke bestemmingszone verplaatsingen gaan. Uiteindelijk volgt hieruit dus een hb-matrix. Hoofdstuk 6 gaat in op het ontwerp van de ritgeneratie- en ritdistributiemodellen.

Het opstellen van een ritgeneratie- en ritdistributiemodel om het aandeel van de verschillende verkeersstromen te bepalen, vergroot overigens de complexiteit van het onderzoek. Het is echter geen goede keuze om een aantal simpele maar adequate aannames te doen over de verhouding tussen de verschillende verkeersstromen. Ten eerste is in de vorige paragraaf reeds aangegeven dat het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen per hb-relatie aanzienlijk verschilt. Alsnog zal dus gedegen onderzoek moeten worden verricht om adequate aannames over het percentage niet-woninggerelateerde verplaatsingen te kunnen doen. Ten tweede is het schatten van het aantal verplaatsingen per verkeersstroom niet alleen relevant om de verdeling tussen woninggerelateerde en niet-woninggerelateerde verplaatsingen vast te stellen. Het is ook belangrijk om de verdeling van tussen het aantal verplaatsingen *vanuit* de woning en het aantal

verplaatsingen *naar* de woning te bepalen. En ook hier kan op individuele hb-relaties een groot verschil tussen zitten: op bijvoorbeeld een hb-relatie vanuit een industriegebied naar een woongebied zal het aantal verplaatsingen vanuit de woning minimaal zijn en zullen bijna alle verplaatsingen naar de woning zijn (of niet-woninggerelateerd). Ten derde is het relevant om het aantal verplaatsingen tussen zones te bepalen, om op die manier de modal split meerdere hb-relaties te kunnen sommeren.

Het aandeel verkeer van een bepaalde vervoerswijze op een relatie kan worden berekend met behulp van een modal split model. De totstandkoming van een dergelijk model wordt in hoofdstuk 7 uitgebreid toegelicht. Om het onderzoek niet te uitgebreid te maken is gekozen om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen bepalen als functie van de modal split van woninggerelateerde verplaatsingen. In hoofdstuk 7 wordt ook toegelicht op welke wijze de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt bepaald.

Figuur 5 geeft schematisch weer welke modellen achtereenvolgens worden ontworpen om de modal split te schatten op een bepaalde hb-relatie. Tussen haakjes is aangegeven in welke paragraaf het ontwerp van de verschillende modellen is uitgewerkt.



Figuur 5: benodigde modellen om modal split te schatten

4.4. ONTWERPMETHODIEK

In de vorige paragraaf is conceptueel geschetst hoe het modal split model er uit komt te zien en welke stappen moeten worden doorlopen om een dergelijk model te realiseren. Deze paragraaf gaat meer in detail in op de ontwerpmethodiek.

Om het modal split model te ontwerpen zijn de volgende stappen doorlopen:

- Het analyseren van relaties tussen (potentieel) verklarende variabelen en de modal split en tussen verklarende variabelen onderling
- Modelvorming en modelselectie
- Validatie van gekozen model

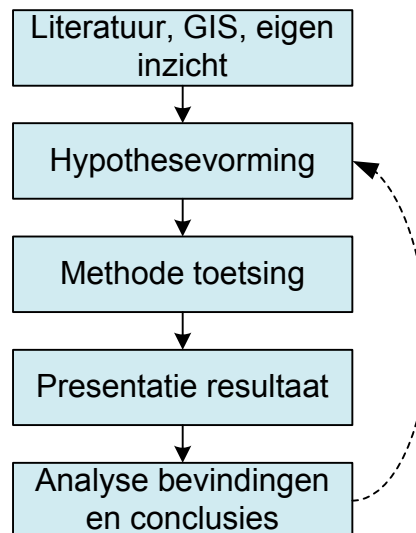
Voor de ritgeneratie- en ritdistributiemodellen zijn ongeveer dezelfde stappen doorlopen, maar veel minder aandacht is besteed aan optimalisatie van deze modellen. De belangrijkste component van dit onderzoek is immers de modal split. Om die reden is aanzienlijk meer aandacht besteed aan analyses om tot een modal split model te komen, dan aan analyses voor de ritgeneratie- en ritdistributiemodellen. In de volgende paragrafen wordt uitgebreid ingegaan op de hierboven genoemde stappen.

4.4.1. Analyse relaties variabelen

Het doel van deze eerste fase is om te bepalen wat belangrijke variabelen zijn die de modal split beïnvloeden, hoe de verschillende variabelen onderling samenhangen en hoe uitschieters te verklaren zijn (NIST, 2011). Deze informatie dient uiteindelijk als basis voor de volgende stap, het modelontwerp.

Allereerst is het belangrijk om te onderkennen dat het aantal onderzoekbare relaties tussen een *combinatie* van determinanten en de modal split bijna eindeloos is. Het is echter onmogelijk en inefficiënt om alle in theorie mogelijke relaties uit te zoeken. Er dient dus te worden gekozen voor een verantwoorde en gestructureerde methode, waarmee binnen een beperkte tijdsspanne toch zoveel mogelijk inzicht wordt verkregen in de relaties tussen de determinanten en de modal split.

In Figuur 6 is schematisch weergegeven welke stappen zijn doorlopen in deze fase, om zoveel mogelijk relevante informatie uit de analyses te halen. In de rest van deze paragraaf worden deze stappen nader toegelicht.



Figuur 6: onderzoeksproces (deel 1)

Hypothesevorming

Eerst is op basis van literatuurstudie een lijst gemaakt met (potentiële) determinanten van de modal split. Vervolgens zijn per determinant van de modal split één of meerdere hypothesen opgesteld over de relatie met de modal split of over de relatie tussen determinanten onderling. De hypothesen zijn opgesteld op basis van literatuur en eigen inzicht van de onderzoeker. Daarnaast hebben GIS-visualisaties een bijdrage geleverd bij het opstellen van hypothesen.

De hypothesen gaan in de eerste plaats over de één-op-één relatie tussen de determinant en één van de vervoersmodaliteiten. Maar het kan ook een hypothese zijn, waarbij de relatie tussen een *combinatie* van determinanten en de modal split wordt gelegd. Om praktische redenen is het aantal determinanten dat in één analyse wordt gecombineerd beperkt gebleven. Zoals hiervoor al vermeld vergroot het combineren van veel variabelen het aantal onderzoekbare relaties enorm. Daarom is een dergelijke analyse enkel uitgevoerd wanneer een gegronde hypothese bestaat over de relatie tussen de modal split een combinatie van meer dan twee determinerende variabelen.

Behalve relaties tussen de modal split en de determinerende verklarende variabelen is het ook relevant om relaties tussen variabelen onderling te onderzoeken. Analyses tussen onafhankelijke variabelen onderling zijn relevant om te bepalen of er sprake is van multicollineariteit. Multicollineariteit houdt in dat meerdere variabelen in meervoudige regressieanalyse onderling sterk zijn gecorreleerd. Het gevolg van multicollineariteit is dat kleine veranderingen in het model of de data een grote invloed hebben op de regressiecoëfficiënten. In dat geval dienen in principe niet beide variabelen te worden opgenomen in het regressiemodel. (Kleinbaum *et al.*, 2008; Fox, 2008).

Methode van toetsing

Nadat de hypothese is opgesteld wordt ingegaan op de wijze waarop de hypothese getoetst wordt. Hier wordt onder andere ingegaan op welke data gebruikt wordt voor de toetsing, op welke wijze geaggregeerd wordt en of gecontroleerd wordt voor bepaalde variabelen.

Voor het toetsen van hypothesen is data in principe op ruimtelijk geaggregeerd niveau geanalyseerd getoetst, aangezien een zonaal modal split model wordt opgesteld. In sommige gevallen kan het ook relevant zijn om (indien mogelijk) ook op een andere wijze te aggregeren.

Het is immers belangrijk om rekening te houden met het verschijnsel *ecological fallacy*. Dit houdt in dat wanneer enkel geaggregeerde data wordt bestudeerd, verkeerde conclusies kunnen worden getrokken over de relatie tussen bepaalde variabelen. Om die reden is het relevant om ook een gedesaggregeerde analyse te maken of data op een andere wijze te aggregeren, indien verbanden worden gevonden die niet in lijn zijn met de literatuur of verwachtingen.

Verder wordt bij sommige analyses gecontroleerd voor de invloed van andere variabelen. Op deze manier is het mogelijk om de relatie tussen een onafhankelijke variabele en de modal split te onderzoeken zonder dat hierbij het effect van een (gecorrleerde) variabele wordt meegenomen. De partiële correlatie is een maat om de relatie tussen twee variabelen te bepalen, wanneer wordt gecontroleerd voor het effect van één of meerdere andere variabelen. De partiële correlatie kan worden berekend middels de volgende formule: (Kleinbaum *et al.*, 2008)

$$\rho_{YX_1|X_2}^2 = \frac{\sigma_{Y|X_2}^2 - \sigma_{Y|X_1, X_2}^2}{\sigma_{Y|X_2}^2}$$

$\rho_{YX_1|X_2}^2$ = de partiële correlatie tussen Y en X_2 , wanneer gecontroleerd wordt voor X_1

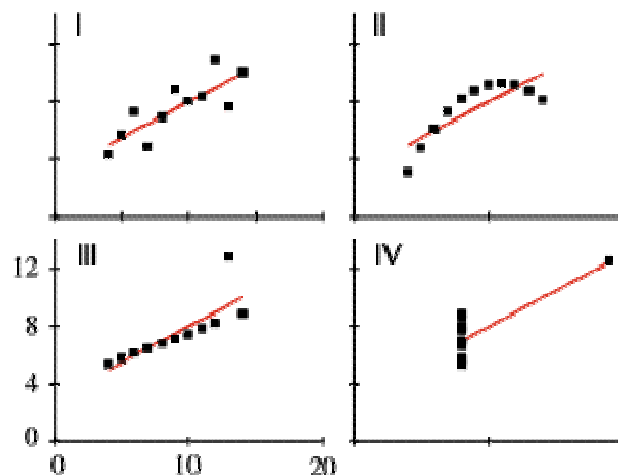
$\sigma_{Y|X_2}^2$ = de kwadratensom van de residuen in een linear regressiemodel waarbij Y wordt voorspeld op basis van enkel X_2

$\sigma_{Y|X_1, X_2}^2$ = de kwadratensom van de residuen in een linear regressiemodel waarbij Y wordt voorspeld op basis van X_1 en X_2

Presentatie resultaat

Vervolgens wordt het resultaat van de analyse gepresenteerd door de (partiële) correlatie te bepalen en door scatterdiagrammen te maken, waarin het aandeel van de modaliteiten is uitgezet tegen de onderzochte determinant(en). Ook is het soms relevant om de bevindingen in de vorm van GIS-visualisaties presenteren. Dergelijke GIS-visualisaties zijn nuttig om te bepalen of bepaalde stadsdelen of wijken met overeenkomende karakteristieken een afwijkend patroon vertonen. Op basis van deze verschillende presentatiemethoden kan vervolgens worden bepaald óf er sprake is van een relatie en hoe deze relatie er uit ziet. Nadrukkelijk moet worden gesteld dat een relatie niet betekent dat er sprake is van een causaal verband.

Het visualiseren van gegevens gedurende speelt deze fase een zeer belangrijke rol. Onder andere Anscombe (1973) heeft het belang van visualisaties aangetoond met Anscombe's quartet. Hierin zijn vier verschillende datasets grafisch weergegeven. Alle datasets hebben hetzelfde aantal waarnemingen, hetzelfde gemiddelde, dezelfde variantie, dezelfde correlatie tussen x en y en dezelfde lineaire regressievergelijking. Wanneer de datasets echter gevisualiseerd worden dan blijkt dat vier zeer verschillende relaties worden gevonden tussen x en y. De conclusie die uit deze bevinding kan worden getrokken is dat het visualiseren van data vaak effectief is voor de analyse. Zonder visualisatie zou de onderzoeker immers verwachten dat alle datasets gelijk waren (Tuftes, 1983).



Figuur 7: Anscombe's quartet (Anscombe, 1973)

Analyse bevindingen en conclusies

Tenslotte zijn op basis van de bevindingen conclusies getrokken over de hypothese. Bovendien zijn de bevindingen in sommige gevallen aanleiding geweest voor het opstellen van nieuwe hypothesen:

- Wanneer onverwachte of opvallende relaties worden gevonden, dan is het relevant om hiervoor een verklaring voor te zoeken. Dit kan eventueel door nieuwe hypothesen op te stellen en deze te toetsen aan de hand van de data.
- Wanneer er een aantal duidelijke uitschieters zijn, kan dit aanleiding zijn voor het definiëren van aanvullende hypothesen om deze uitschieters te verklaren.
- Verder kan het relevant zijn om andere variabelen bij de analyse te betrekken. Wanneer bijvoorbeeld de één-op-één relatie tussen een determinant en de modal split niet duidelijk naar voren komt, kan dat zijn veroorzaakt doordat er nog een andere variabele is die de analyse verstoort. Ook is het mogelijk dat andere verklarende variabelen sterk gecorreleerd zijn met de onderzochte determinant. In dat geval is het de vraag of de determinant daadwerkelijk de modal split beïnvloedt of dat er andere factoren een rol spelen.

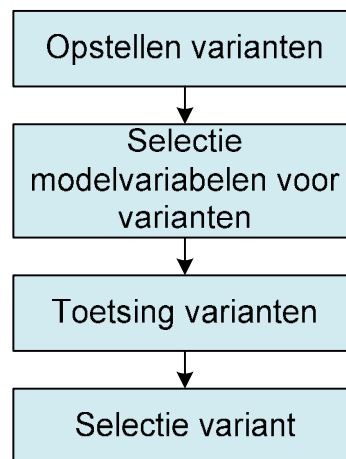
Uiteindelijk moet voor elke determinant worden vastgesteld of deze in eerste instantie in het model moet worden opgenomen en op welke wijze.

4.4.2. Modelvorming en modelselectie

Wanneer duidelijk is welke variabelen de grootste invloed hebben op de modal split en de belangrijkste relaties tussen variabelen in kaart zijn gebracht, is de volgende stap het opstellen van een model om de modal split te voorspellen. Twee vragen staan hier centraal:

- Welke verklarende variabelen dienen te worden opgenomen in de regressiemodellen en op welke wijze worden deze variabelen opgenomen?
- Wat is de beste modelstructuur? In dit geval gaat het om de volgorde waarin het autoaandeel, het OV-aandeel en het fietsaandeel worden geschat.

Figuur 8 geeft schematisch weer welke stappen zijn doorlopen om een model te selecteren.



Figuur 8: onderzoeksproces modelselectie

Nadrukkelijk moet worden gezegd dat het in deze paragraaf bij *varianten* gaat om gehele modal split modellen, welke bestaan uit meerdere (regressie)modellen.

Opstellen varianten

Het modal split model moet drie percentages schatten: het autogebruik, het fietsgebruik en het OV-gebruik. Twee alternatieve modelstructuren zijn overwogen om deze percentages te schatten:

- een model waarbij afzonderlijk het aandeel van de drie modaliteiten wordt voorspeld en waar vervolgens een correctie op wordt toegepast, zodat het totaal van de drie vervoerswijzen 100% is;

- een model waarbij afzonderlijk het aandeel voor twee van de drie modaliteiten wordt voorspeld en waarbij het aandeel van de derde modaliteit gelijk wordt gesteld aan het restpercentage.

Voor beide varianten is het nodig om voor het voorspellen van het aandeel van elk van de vervoerswijzen een regressiemodel op te stellen. In totaal moeten dus drie verschillende regressievergelijkingen worden opgesteld, namelijk voor het schatten van de volgende percentages:

- Het fietsaandeel
- Het autoaandeel
- Het OV-aandeel

Selectie van modelvariabelen voor de varianten

Voor het opstellen van de verschillende regressiemodellen, zijn telkens dezelfde stappen doorlopen. Om te beginnen zijn afzonderlijke regressiemodellen opgesteld op basis van de variabelen die de grootste invloed hebben op de modal split volgens de analyses uit de vorige stap (zie paragraaf 4.4.1). De tweede stap betreft het verbeteren van het basismodel. De volgende vragen zijn in deze stap gesteld:

- Kan het transformeren van variabelen de voorspellingskracht verbeteren? Bij dit laatste moet gedacht worden aan het opnemen van bijvoorbeeld de wortel of een andere niet-lineaire vorm van een van een bepaalde variabele in plaats van de variabele zelf.
- Zijn alle modelvariabelen significant? Zo niet, dan moet de niet-significante variabele mogelijk uit het model worden verwijderd.
- Is er reden om bepaalde variabelen toe te voegen aan het model? (residuen)

Op basis van literatuur en inzicht van de onderzoeker zijn bepaalde varianten op het basismodel uitgetoetst, om zodoende het basismodel te verbeteren.

Om de verklaaringskracht van de verschillende modellen te vergelijken kan de aangepaste R^2 worden gebruikt. De R^2 is een maat voor het gedeelte van de variabiliteit die wordt verklaard door het statistisch model. Dit is echter geen goed criterium om een model te beoordelen, aangezien de R^2 altijd stijgt (of minimaal gelijk blijft) wanneer extra variabelen aan het model worden toegevoegd. De aangepaste R^2 corrigeert voor het aantal variabelen dat is opgenomen in het model. Deze zal niet per definitie stijgen wanneer nieuwe variabelen worden toegevoegd aan het model (Fox, 2008).

$$\tilde{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-s_j} \times \frac{RSS_j}{TSS}$$

met: $n-s_j$ = aantal vrijheidsgraden
 RSS_j = de kwadratensom van de residuen
 TSS = de totale kwadratensom tussen het gemiddelde van de waarnemingen en de individuele waarnemingen

Toetsing varianten

Nadat verschillende regressiemodellen zijn opgesteld voor het bepalen van het aandeel van de verschillende vervoersmodaliteit, is de vraag welk van de varianten het beste is. Om te bepalen welke variant het beste is, wordt eerst met behulp van de regressiemodellen voor elk van de varianten het percentage auto, OV- en fietsgebruik geschat. Vervolgens is voor elk van de varianten de kwadratensom van de residuen bepaald. De residuen zijn het verschil tussen het verwachte aandeel van een bepaalde vervoerswijze en het waargenomen aandeel:

- $\sum_{i=1}^n (aandeel_{waargenomen} - aandeel_{voorspeld})^2$

De kwadratensom van alle vervoerswijzen is gesommeerd. De variant met de kleinste (gesommeerde) kwadratensom wordt uiteindelijk in principe geselecteerd. Expliciet is *in principe* neergezet, aangezien kritisch moet worden gekeken naar de voorspellingen van de verschillende varianten.

4.4.3. Validatie van gekozen model

De laatste stap betreft het valideren van het gekozen model. Hierbij wordt aan de hand van een nieuwe dataset nagegaan hoe accuraat het opgestelde model op basis van de nieuwe data de modal split voorspelt. Het model zal in de eerste plaats worden gevalideerd met behulp een oudere Perovam dataset. Daarnaast wordt het model toegepast op data over verplaatsingen in en tussen andere gemeenten dan Amsterdam.

De verschillende modellen voor ritgeneratie, ritdistributie en modal split worden afzonderlijk gevalideerd. Indien uit de validatie blijkt dat het model op bepaalde punten slecht scoort, is getracht te verklaren wat de oorzaak hiervan is en zijn in sommige aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

5. DATA

Data speelt een belangrijke rol in dit onderzoek, aangezien het model op basis hiervan wordt opgesteld. Een gedeelte van de gebruikte data behoeft nadere toelichting: in paragraaf 5.1 wordt ingegaan op hoe de reistijd tussen twee pc4-gebieden is bepaald. In paragraaf 5.2 wordt behandeld welk gedeelte van de beschikbare verplaatsingsdata (MON en Perovam) wordt gebruikt en waarvoor deze data wordt gebruikt. Aangezien beide datasets met verplaatsingsdata worden gebruikt voor het ontwerp van het model, moet ook worden bepaald of er sprake is van een systematisch verschil tussen beide datasets. Aangezien aangetoond zal worden dat dit het geval is, dient bepaald te worden op welke wijze gecorrigeerd wordt voor deze systematische afwijking. Paragraaf 5.3 gaat hierop in. Tenslotte is in paragraaf 5.4 een overzicht gepresenteerd van de data die is gebruikt voor de analyses en het ontwerp van de modellen.

5.1. REISTIJDGEGEVENS AUTO, FIETS EN OV

Om de reistijd tussen twee zones te bepalen kunnen verschillende databronnen worden gebruikt: enerzijds kan reistijdinformatie worden gedestilleerd uit Perovam en MON. Anderzijds kunnen secundaire databronnen, zoals de Bereikbaarheidskaart of GoogleMaps, worden gebruikt om reistijden te achterhalen.

5.1.1. Verantwoording gebruikte data voor reistijd

De eerste mogelijkheid is om data over de reistijd tussen zones af te leiden uit MON en Perovam, aangezien respondenten de begintijd en eindtijd van hun verplaatsing hebben moeten aangeven. Het gebruik van deze data heeft echter een aantal nadelen:

- Ten eerste is enkel reistijdgegevens beschikbaar over de reistijd van de vervoerswijze die door de respondent gekozen is. Om het effect van de reistijdverhouding op de modal split te bepalen is echter informatie nodig over de reistijd van alle drie de vervoerswijzen. Op veel relaties zijn echter niet verplaatsingen gemaakt met alle drie de vervoerswijzen, waardoor een onvolledige dataset wordt verkregen
- Ten tweede zal de reistijd niet altijd accuraat worden opgegeven en varieert deze afhankelijk van het tijdstip van de dag dat de verplaatsing is gemaakt. Wanneer op een bepaalde relatie bijvoorbeeld enkel verplaatsingen tijdens de spits zijn gemaakt, dan wordt de reistijd per auto op de desbetreffende relatie waarschijnlijk overschat. En aangezien voor veel relaties (op postcode4 niveau) slechts enkele dataregels beschikbaar zijn is dit geen onrealistisch voorkomen.
- Ten derde verschilt de exacte herkomst- en bestemmingslocatie binnen een pc4-gebied natuurlijk per verplaatsing. Met name wanneer verplaatsingen worden gemaakt tussen twee pc4-gebieden die dicht bij elkaar liggen, dan kan de reistijd relatief sterk verschillen afhankelijk van de exacte herkomst- en bestemmingslocatie. Het vergelijken van de reistijd van verplaatsingen gemaakt met verschillende vervoerswijzen is op deze manier niet eerlijk, aangezien de exacte herkomst en bestemming van elkaar zullen verschillen.

Een tweede mogelijkheid om de reistijd per auto, OV en fiets tussen twee zones te bepalen is door reistijdgegevens te verzamelen uit andere bronnen dan Perovam of het MON. De reistijd per fiets kan worden bepaald als functie van de afstand en de fietsafstand tussen twee zones is met behulp van een routeplanner zoals GoogleMaps eenvoudig en accuraat te bepalen. De reistijd per auto tussen twee postcodegebieden kan worden bepaald met behulp van de Nationale Bereikbaarheidskaart. Hierbij moet wel worden vermeld dat deze bereikbaarheidskaart niet zeer precies is qua reistijd. De reistijd per OV tussen twee postcodegebieden kan worden bepaald door gebruik te maken van een OV-reisplanner.

Het nadeel van deze tweede mogelijkheid is dat deze methode vrij arbeidsintensief is, aangezien handmatig reistijden moeten worden opgezocht voor een groot aantal hb-relaties. Verder speelt het probleem dat op deze manier zonale *gemiddelden* worden verzameld. De exacte reistijd tussen twee plaatsen zal dus enigszins afwijken van het zonale gemiddelde. Ondanks deze nadelen is gekozen om op deze wijze de reistijd te bepalen voor de auto, het OV en de fiets. De

reistijdschatting voor de *gemiddelde* reistijd tussen twee zones is waarschijnlijk preciezer en bovendien wordt een volledige dataset verkregen.

5.1.2. Reistijdschatting

Onderscheid wordt gemaakt tussen verplaatsingen binnen Amsterdam en verplaatsingen vanuit Amsterdam naar andere gemeenten. Voor verplaatsingen binnen de Gemeente Amsterdam is de reistijd bepaald tussen twee pc4-zones. Het aantal beschikbare waarnemingen per postcode4-relatie is relatief hoog ten opzichte van de rest van Nederland, aangezien met Perovam relatief veel data beschikbaar is over verplaatsingen binnen Amsterdam. Verder moet worden opgemerkt dat de analyses *niet* zijn gebaseerd op alle geselecteerde verplaatsingen van en naar Amsterdam. Enkel pc4-relaties met minimaal 10 verplaatsingen zijn geanalyseerd. De reden hiervoor is dat gekozen is om alle data over reistijden per auto, fiets en OV handmatig te verzamelen. Dit is een nogal tijdrovende taak. De gereduceerde dataset nog groot genoeg (>10000 waarnemingen) om het effect van de reistijd voor auto, OV en fiets op de modal split adequaat te bepalen.

Voor het bepalen van de reistijd van verplaatsingen tussen Amsterdam en een andere gemeente is deels geaggregeerd naar gemeenteniveau. Wanneer ook voor intergemeentelijke verplaatsingen de reistijd op postcode4-niveau zou moeten worden bepaald, dan zou dit een zeer tijdrovende zaak zijn. Op pc4-niveau is voor de meeste intergemeentelijk relaties slechts één waarneming beschikbaar.

Vervolgens is de reistijd voor de fiets, auto en het OV op de volgende wijze bepaald:

- Fiets: de reistijd per fiets tussen twee pc4-gebieden is bepaald met behulp van GoogleMaps. Met GoogleMaps kan de afstand voor voetgangers tussen twee locaties worden bepaald. Dit is in principe altijd te kortste route tussen twee punten voor langzaam verkeer. Aangenomen is dat fietsverkeer gebruik kan maken van dezelfde wegen als voetgangers. De reisafstand voor fietsverkeer is daarom geschat door de afstand voor voetgangers tussen de middelpunten van twee postcodegebieden te bepalen. Vervolgens is de reistijd berekend op basis van deze afstand en de aanname dat de gemiddelde fietssnelheid op 15 km/h ligt (DIVV, 2010).
- Auto (gemeentelijk niveau): de reistijd voor het autoverkeer is bepaald aan de hand van de Nationale Bereikbaarheidskaart. De Nationale Bereikbaarheidskaart verschaft informatie over de reistijd tussen twee PC4-gebieden. Hierbij is rekening gehouden met 3 minuten parkeer-/looptijd. Verder worden reistijdschattingen afgerond op 5 minuten (Nationale Bereikbaarheidskaart, 2011). De Nationale Bereikbaarheidskaart maakt onderscheid tussen de reistijd in de ochtendspits en de reistijd zonder vertraging. Voor dit onderzoek is de reistijd per auto tussen twee zones bepaald door het gemiddelde van deze twee waarden te nemen, aangezien voor de analyses verplaatsingsdata van zowel verplaatsingen tijdens de spits als buiten de spits worden gebruikt.
- Auto (intergemeentelijk): verder is voor het bepalen van de reistijd tussen Amsterdam en andere gemeente geaggregeerd naar gemeenteniveau. Met behulp van de bereikbaarheidskaart is de reistijd per auto bepaald tussen de twee gemeenten. Ook in dit geval is het gemiddelde van de reistijd in de spits en de reistijd buiten de spits berekend.
- Openbaar Vervoer (gemeentelijk niveau): om de OV-reistijd voor verplaatsingen binnen Amsterdam te bepalen is eerst de in-voertuigreistijd tussen twee PC4-gebieden bepaald met behulp van de OV-module van GoogleMaps. Hiermee kunnen voor de regio Amsterdam sinds 2010 ook OV-reistijden worden bepaald. Vervolgens is een schatting gemaakt van de gemiddelde looptijd vanuit een herkomstzone naar een halte van een relevante OV-lijn en de gemiddelde looptijd vanuit de eindhalte naar de bestemming. Verder is uitgegaan van een wachttijd van gemiddeld 2 minuten op de beginhalte en een overstaptijd van 5 minuten. Gezien de hoge frequenties van de meeste OV-lijnen in Amsterdam zijn dit redelijke schattingen. Uiteindelijk zijn de verschillende stappen opgeteld en de som van deze aantallen geven een redelijke schatting van de reistijd per OV tussen twee zones.
- Openbaar Vervoer (intergemeentelijk): de OV-reistijd voor verplaatsingen is berekend op basis van de reistijd per trein tussen Amsterdam en de andere gemeente plus een tijdsduur voor het voor- en natransport, welke is gebaseerd op de afstand van de

postcodegebieden van herkomst- en bestemming tot het dichtstbijzijnde station. Zie bijlage 5.1 voor een nadere toelichting hierop.

Opmerkingen bij reistijdschatting

Twee opmerkingen dienen bij bovenstaande schattingen van de reistijd te worden gemaakt. Ten eerste over de nauwkeurigheid van de geschatte reistijden. De Nationale Bereikbaarheidskaart rondt reistijden voor autoverkeer immers af op 5 minuten. Zeker voor de kortere ritten is dit een vrij groot interval voor afronding. Daarnaast geldt voor de OV-reistijd dat het schatten van de gemiddelde voor- en natransporttijd van/naar de OV-halte zorgt voor enige onnauwkeurigheid. De rijtijd (in het voertuig) tussen twee gebieden kan met een reisplanner wel accuraat worden bepaald. Voor de fiets kan wel gesteld worden dat de schatting van de afstand tussen twee middelpunten van postcodegebieden adequaat is.

Ten tweede dient de opmerking te worden gemaakt dat reistijden tussen twee zones verschillen, afhankelijk van de exacte locatie van herkomst en bestemming binnen een zone. Dit geldt in het bijzonder voor de OV-reistijd: personen met een herkomst en bestemming dichtbij een OV-halte, kunnen een aanzienlijk kortere reistijd hebben in vergelijking met mensen op dezelfde hb-relatie, maar met herkomst en bestemming die relatief ver liggen van een OV-halte. Het voor- en natransport geschiedt doorgaans te voet en aangezien lopen een (zeer) langzame vervoerswijze is, hebben kleine verschillen in herkomst- en bestemmingslocatie een relatief grote invloed op de reistijd. Voor de auto en de fiets speelt dit probleem iets minder. Gezien een gemiddelde snelheid van minimaal 15 km/h voor de auto en de fiets (DIVV, 2010), hebben kleine verschillen in herkomst en bestemming geen grote impact op de reistijd. Om het verschil tussen OV en fiets/auto te illustreren: iemand die 1000 meter méér moet fietsen is 4 minuten langer onderweg, terwijl iemand die 1000 meter verder moet lopen naar een OV-halte 12-15 minuten langer onderweg is. Verder geldt dat naarmate de afstand tussen twee postcodegebieden groter wordt, verschillen in exacte herkomst- en bestemmingslocatie procentueel minder invloed hebben.

5.2. SELECTIE VERPLAATSINGSDATA VOOR MODELONTWERP

Eerst wordt aangegeven voor welke analyses het MON en Perovam worden gebruikt. Vervolgens wordt beschreven welk gedeelte van Perovam wordt gebruikt voor de analyses.

5.2.1. Gebruik Perovam en MON

Twee soorten datasets zijn beschikbaar met grote hoeveelheden data over het verplaatsingsgedrag van individuen: Perovam en het MON. Beide datasets zijn gebruikt voor dit onderzoek. Perovam beschikt immers over de grootste hoeveelheid waarnemingen per zone, echter deze dataset bevat enkel verplaatsingen die gemaakt zijn door inwoners van Amsterdam. Het MON bevat aanzienlijk minder waarnemingen per postcodegebied, maar wel verplaatsingen door heel Nederland zijn opgenomen in de dataset. Voor het analyseren van verplaatsingen van inwoners van Amsterdam zal daarom Perovam worden gebruikt. Het MON wordt gebruikt voor analyses over verplaatsingen van inwoners van andere gemeenten naar Amsterdam, aangezien Perovam hier geen data over bevat. Daarnaast wordt het MON gebruikt om het ontworpen model te valideren voor andere gemeenten. MON-data van de periode 2005-2008 is gebruikt voor de analyses. De volgende paragraaf gaat in op welk gedeelte van de Perovamdata is gebruikt voor het onderzoek.

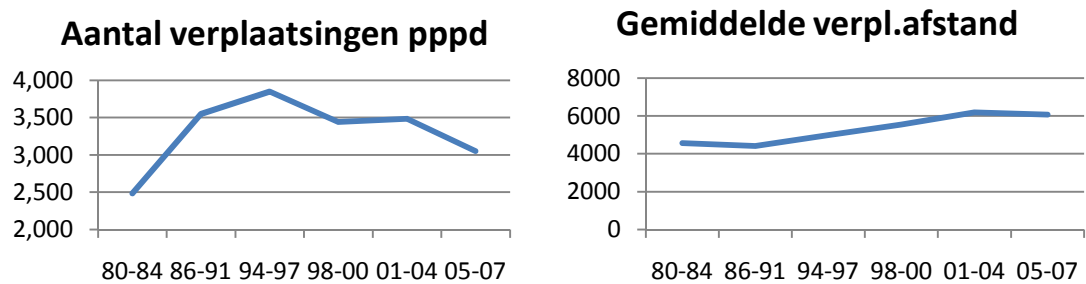
Herkomst \ Bestemming	Amsterdam	Rest van Nederland
Amsterdam	Perovam	Perovam
Rest van Nederland	MON	Niet in analyse

Tabel 5: gebruikte verplaatsingsdata voor modelontwerp

5.2.2. Selectie Perovamdata

Zoals eerder aangegeven is data beschikbaar over het verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam gedurende de periode 1980-2007, gegroepeerd in 6 verschillende datasets met ongeveer 25.000 waarnemingen per dataset. Aangezien verplaatsingsgedrag gedurende de loop

der tijd verandert, moet worden vastgesteld welke data zal worden gebruikt voor dit onderzoek. Daarom is eerst in kaart gebracht hoe het verplaatsingsgedrag in de loop der tijd is veranderd.

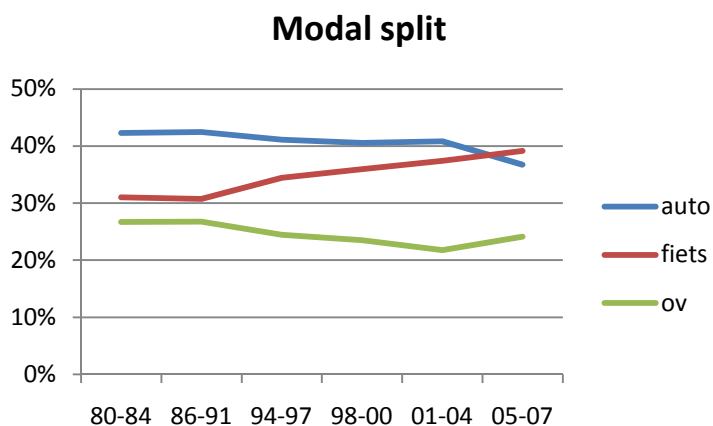


Figuur 9: verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam 1980-2007 (Perovam)

Uit bovenstaande grafieken is af te leiden dat het verplaatsingsgedrag van Amsterdammers gedurende de afgelopen drie decennia duidelijk is veranderd. Het aantal verplaatsingen per persoon per dag is in de laatste periode duidelijk afgenomen ten opzichte van de voorgaande perioden. Daarnaast is de gemiddelde verplaatsingsafstand (per verplaatsing) juist toegenomen. De tweede constatering is in lijn met de literatuur. Volgens de Mobiliteitsbalans 2010 is de mobiliteit van de Nederlandse bevolking sinds de jaren 80 ongeveer met 40% toegenomen en lijkt zich de laatste tijd een stabilisatie voor te doen. De toename van mobiliteit valt voor het overgrote deel toe te schrijven aan een toename van de gemiddelde verplaatsingsafstand.

De grote variatie in het aantal verplaatsingen per dag strookt niet met de literatuur en ook niet met MON-data. De Mobiliteitsbalans 2010 merkt op dat het aantal verplaatsingen dat Nederlanders gemiddeld per dag maken ongeveer gelijk is gebleven op 3 verplaatsingen per persoon per dag. Uit het MON (CBS, 2011) blijkt dat een licht dalende trend zichtbaar is: van ongeveer 3,2 in 1994 naar ongeveer 3,0 in 2007. In gebieden met de hoogste stedelijkheidsgraad (waar Amsterdam onder valt) is dit aantal ongeveer 0,1 à 0,2 lager. Wanneer dus een vergelijking met deze twee bronnen wordt gemaakt, dan lijkt de laatste Perovamronde dus het best overeen te komen. Onder andere Thomas & Tutert (2007) suggereren echter dat het MON het aantal korte verplaatsingen onderschat. Dat zou er weer voor pleiten dat mogelijk voorgaande Perovamrondes het aantal verplaatsingen per dag beter schatten en dat de laatste Perovamronde dus (net als het MON) ook het aantal verplaatsingen onderschat.

Aangezien er geen duidelijke verklaring is waarom de fluctuaties zo groot zijn en aangezien ook niet bekend is welke dataset het beste overeenkomt met de werkelijkheid, worden geen conclusies getrokken en geen maatregelen genomen om een of meerdere Perovamrondes te corrigeren. Wel wordt de aanbeveling gedaan om te onderzoeken waarom de fluctuaties in het aantal verplaatsingen per persoon per dag zo groot zijn.



Figuur 10: modal split van alle verplaatsingen door inwoners van Amsterdam (1980-2007)

Ook de modal split is duidelijk veranderd. Met name recentelijk is het fietsaandeel is toegenomen. Deze trend is wel in lijn met de landelijke trend. Bovendien komen de bevindingen

overeen met publicaties van de Gemeente Amsterdam, zoals “*Mobiliteit in en rondom Amsterdam*” (DIVV, 2010).

Bij de selectie van de data zijn hebben een aantal afwegingen een rol gespeeld. Aan de ene kant is een zo groot mogelijke dataset gewenst vanuit statistisch perspectief. Echter, gedurende de tijd zijn er veranderingen in de infrastructuur, de bevolkingssamenstelling, het autobezit, het overheidsbeleid, etc. Daarnaast verandert het ook verplaatsingsgedrag van personen. Figuur 9 en Figuur 10 illustreren het gevolg hiervan. Het heeft daarom de voorkeur om zoveel mogelijk van recente Perovamdata gebruik te maken.

Gezien deze constatering en de bevinding dat de meest recent dataset (2005-2007) aanzienlijk afwijkt van voorgaande datasets, heeft het de voorkeur om in principe enkel van de meest recente dataset gebruik te maken voor de analyses. Indien dit echter belemmeringen oplevert voor de statistische betrouwbaarheid van bepaalde analyses, dan is ook gebruik gemaakt van één of meerdere extra Perovamrondes. In paragraaf 5.4 wordt geconcludeerd welke Perovam data is gebruikt.

5.3. VERGELIJKING MON EN PEROVAM

Het model zal voor het grootste gedeelte worden opgesteld op basis van Perovam. In de vorige paragraaf is echter aangegeven dat Perovam geen gegevens bevat over verplaatsingen *naar* Amsterdam door personen die *niet* in Amsterdam wonen. Het is wel gewenst om deze verplaatsingen in het onderzoek te betrekken. Bijvoorbeeld om te onderzoeken of er verschil zit in het effect van parkeertarieven op korte afstand verplaatsingen en lange afstand verplaatsingen. Om deze verplaatsingen mee te nemen wordt gebruik gemaakt van het MON. Daarnaast wordt het MON in een later stadium gebruikt om het model te valideren. Om een empirisch model op te stellen dat gebaseerd is op zowel het MON als Perovam, is het nodig om eerst beide datasets te vergelijken. Daarom is eerst een kwalitatieve vergelijking tussen beide datasets gemaakt. Vervolgens is middels kwantitatieve analyse nagegaan in hoeverre er sprake is van systematische verschillen tussen beide datasets. Tenslotte zijn een aantal correcties op de MON-data toegepast om deze systematische verschillen te verkleinen.

5.3.1. Kwalitatieve vergelijking

Een aantal verschillen tussen Perovam en MON vallen op:

- Ten eerste zijn er temporele verschillen met betrekking tot de datacollectie. Perovam bevat enkel gegevens over verplaatsingen die zijn gemaakt op woensdag, donderdag en vrijdag, terwijl MON verplaatsingen bevat van alle dagen in de week. Daarnaast bevat Perovam voornamelijk data uit de periode maart-juni en september-november. Het is echter de vraag of het verplaatsingsgedrag in deze maanden representatief is voor het gehele jaar, want volgens Thomas *et al.* (2007) zit er variatie in het verplaatsingsgedrag gedurende het jaar. Tenslotte zit er verschil in de periode waarin de data is verzameld. De tijdspanne waarin de MON-data is verzameld is korter dan de periode waarin Perovamdata is verzameld. In paragraaf 5.2 is aangetoond dat in de loop der tijd het verplaatsingsgedrag is veranderd.
- Daarnaast is de onderzoekspopulatie verschillend. Perovam heeft enkel gegevens over het verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam, terwijl het MON een nationaal onderzoek is. Bovendien bevat Perovam geen informatie over het verplaatsingsgedrag van personen onder de 12 jaar, terwijl het MON deze informatie wel bevat.
- Verder zijn de variabelen die per verplaatsing zijn opgenomen niet gelijk in beide datasets. Het aantal variabelen in het MON is groter (129 variabelen) dan in Perovam (48 variabelen). Ook de mogelijke waardes die variabelen kunnen aannemen is ongelijk. Het MON hanteert bijvoorbeeld een iets andere classificatie voor het motief van een verplaatsing dan Perovam. En Perovam is bijvoorbeeld preciezer dan het MON qua herkomst- en bestemmingslocatie: Perovam heeft deze locatie op PC6-niveau opgenomen tegen PC4-niveau in het MON. Wel moet worden opgemerkt dat de voor dit onderzoek belangrijkste variabelen in beide datasets zijn opgenomen.

- Tenslotte zit er verschil in de methode van dataverzameling. De MON-data is in grote mate verzameld middels schriftelijke enquêtes, terwijl Perovamdata verzameld is door middel van face-to-face interviews bij de respondent thuis. Mogelijk dat de methodiek van dataverzameling invloed heeft op de respons. Een hypothese is dat respondenten korte ritten soms vergeten in te vullen bij de schriftelijke enquête. In geval van face-to-face interviews zou de interviewer de respondent nadrukkelijk kunnen vragen of deze niet per ongeluk een korte rit is vergeten.

	<i>MON</i>	<i>Perovam</i>
Jaren	2005-2008	1980-2007
Maanden	Alle maanden	>97% in maart-juni en september-november
Weekdagen	Alle dagen	Woensdag, donderdag en vrijdag
Onderzoekspopulatie	Inwoners van Nederland	Inwoners van Amsterdam
Leeftijd onderzoekspopulatie	Alle leeftijden	12 jaar en ouder
Onderzoeksvariabelen	Diverse verschillen	
Methodiek dataverzameling	Face-to-face interviews	Schriftelijke enquête

Tabel 6: verschillen MON en Perovam

5.3.2. Kwantitatieve vergelijking

Om te bepalen in hoeverre het MON en Perovam overeenkomen en in welke gevallen correcties moet worden toegepast, dienen beide datasets op een aantal onderdelen te worden vergeleken:

- Steekproefkarakteristieken: bij dit onderdeel is nagegaan of de verdeling van respondenten naar de verschillende sociaal-economische kenmerken in beide datasets hetzelfde is. Ook is een vergelijking met de bevolkingsgegevens van het CBS gemaakt.
- Ritgeneratie: een vergelijking wordt gemaakt tussen het totaal aantal verplaatsingen dat per dag wordt gemaakt volgens beide datasets;
- Ritdistributie: de verdeling van het aantal verplaatsingen naar afstandsbin zal worden onderzocht. Het is natuurlijk interessant om te bepalen in hoeverre de hb-matrices van Perovam en MON gelijk aan elkaar zijn, maar hiervoor is de hoeveelheid data per relatie te klein. Aangezien afstand een sterk verklarende variabele is voor de ritdistributie (bijv. Ortúzar & Willumsen, 2002) zijn daarom bins gemaakt met data van hb-relaties uit dezelfde afstandsklasse;
- Modal split: de modal split van de totale hoeveelheid verplaatsingen zal worden onderzocht. Ook zal worden nagegaan of per afstandsbin de modal split ongeveer gelijk aan elkaar is volgens beide datasets.

Het is niet gewenst dat er een systematisch verschil bestaat tussen beide datasets met betrekking tot bijvoorbeeld het aantal verplaatsingen door een bepaalde bevolkingsgroep of het aantal verplaatsingen per fiets. Wanneer het hoofdzakelijk op Perovam ontworpen model wordt gevalideerd met MON-data, dan zullen deze systematische verschillen de validatie negatief beïnvloeden. Indien significante verschillen tussen beide datasets worden ontdekt op één of meer van bovenstaande onderdelen, dienen daarom correcties te worden toegepast op één van de datasets, zodat beide datasets vervolgens beter overeenkomen op bovenstaande aspecten.

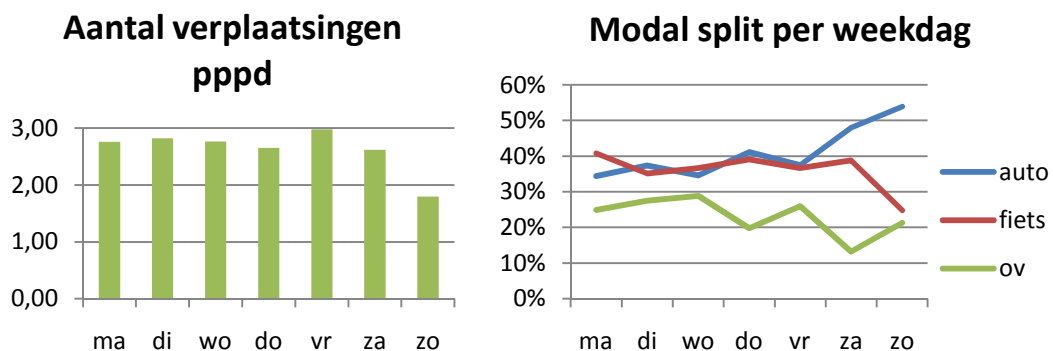
Eerst wordt nu ingegaan op de data die gebruikt is voor de vergelijking.

5.3.3. Datagebruik voor vergelijking

Slechts een gedeelte van de beschikbare Perovam- en MON-data wordt gebruikt voor het vergelijken van de twee datasets:

- Aangezien van Perovam enkel data beschikbaar is over het verplaatsingsgedrag van Amsterdammers, zal deze dataset worden vergeleken met een uitsnede van het MON, namelijk de verplaatsingen die gemaakt zijn door inwoners van Amsterdam

- Omdat het Perovam enkel verplaatsingen heeft opgenomen die op woensdag, donderdag en vrijdag zijn gemaakt door Amsterdammers van 12 jaar of ouder, zijn ook alleen de MON-verplaatsingen gebruikt die door inwoners van Amsterdam van 12 jaar en ouder zijn gemaakt op een werkdag. Ook verplaatsingen gemaakt op maandagen en dinsdagen worden dus meegenomen. Reden hiervoor is dat de verschillen tussen werkdagen klein zijn (zie Figuur 11 en 12) De modal split en het aantal verplaatsingen in het weekend wijken wel duidelijk af van weekdagen. Het voordeel van het meenemen van verplaatsingen gemaakt op maandag en dinsdag is dat dit het aantal MON-waarnemingen in de analyse vergroot.
- Tenslotte wordt voor de vergelijking enkel de laatste ronde Perovamdata gebruikt (2005-2007), om verschillen als gevolg van temporele variaties uit te sluiten. MON-data van 2005-2008 is gebruikt.



Figuur 11 en Figuur 12: aantal verplaatsingen per persoon per dag en modal split per dag

Uiteraard worden bij de vergelijking de wegingsfactoren toegepast die zowel het MON als Perovam hebben opgenomen.

5.3.4. Steekproefkarakteristieken

Indien de steekproefkarakteristieken van de twee datasets verschillen, dan heeft dit invloed op de informatie die uit de datasets zal worden gehaald en dus de conclusies die worden getrokken. Uiteindelijk heeft dit (negatieve) invloed op de kwaliteit van de modellen voor ritgeneratie, ritdistributie en modal split, aangezien hiervoor zowel gebruik wordt gemaakt van MON-data als Perovamdata.

Aangezien verschillende typen personen een verschillend verplaatsingsgedrag hebben, dient de verdeling van respondenten naar sociaal-economische karakteristieken in beide datasets gelijk te zijn. Indien dit niet het geval is dient op één of beide dataset een correctiefactor te worden toegepast. Beide datasets zijn daarom vergeleken op een aantal sociaal-economische karakteristieken van de respondenten uit de steekproef. In paragraaf 7.1 is een overzicht gepresenteerd van de sociaal-economische determinanten van de modal split. In principe zou het gewenst zijn om beide datasets op al deze karakteristieken te vergelijken. Dit is echter niet mogelijk, aangezien de datasets niet over alle sociaal-economische determinanten informatie bevatten. De steekproefkarakteristieken met betrekking tot de sociaal-economische karakteristieken van de respondent waarover wel bij beide datasets informatie beschikbaar is, zijn de volgende:

- Leeftijdsklasse
- Geslacht
- Opleidingsniveau
- Autobeschikbaarheid
- Werkzaam of niet?

Nagegaan is in hoeverre er verschil bestaat tussen de steekproefkarakteristieken van het MON en Perovam. Uit de vergelijking blijkt dat de verschillen tussen het MON en Perovam beperkt zijn. (Zie bijlage 5.3 voor de uitwerking.) Wel is er een groter verschil in de verdeling van de respondenten naar leeftijdscategorie dan wat men op basis van statistische betrouwbaarheidsintervallen zou verwachten.

Er is gekozen om het MON niet te corrigeren voor de verschillen in het aandeel per leeftijdsklasse. Aanvankelijk was aangenomen dat leeftijdsverdeling in het MON gelijk was aan de CBS gegevens, omdat in het MON zelf al een wegingsfactor is opgenomen waarbij onder andere op basis van leeftijd wordt gewogen. In een later stadium is echter geconstateerd dat ondanks deze weging er een klein verschil bestaat tussen het MON en de CBS-data in het aandeel van de verschillende leeftijdsklassen. Het alsnog corrigeren van het MON voor leeftijd en het opnieuw uitvoeren van alle analyses zou erg veel tijd kosten, terwijl de verschillen in het uiteindelijke resultaat zeer beperkt zullen zijn.

5.3.5. Ritgeneratie en ridistributie

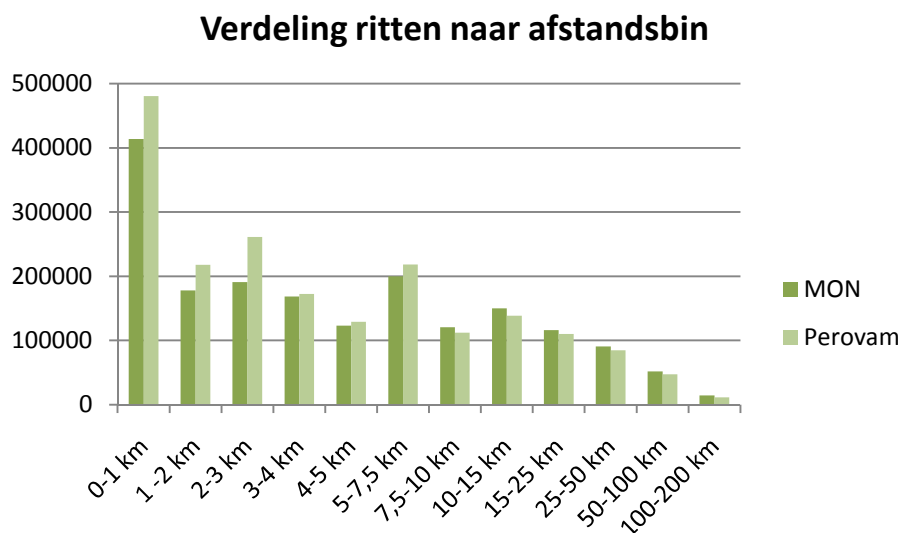
Het eerste dat opvalt is dat het aantal verplaatsingen per persoon per dag volgens Perovam groter is dan volgens het MON: uit Perovam volgt dat inwoners van Amsterdam gemiddeld 3,05 verplaatsingen per dag maken tegen 2,80 volgens het MON. De vraag is nu wat hiervan de oorzaak is. Enerzijds kan het zijn dat het Perovam bepaalde verplaatsingen *overschat*, anderzijds *onderschat* het MON mogelijk bepaalde verplaatsingen. Het laatste is het meest aannemelijk, aangezien diverse bronnen reeds hebben gesuggereerd dat het MON korte verplaatsingen onderschat en ten tweede omdat het logischer is dat verplaatsingen worden vergeten in een enquête, dan dat niet-gemaakte verplaatsingen worden genoemd.

Twee hypothesen zijn opgesteld, welke mogelijk het verschil tussen Perovam en MON verklaren:

1. Het aantal korte afstand verplaatsingen wordt onderschat door het MON
2. Het aantal verplaatsingen met een ander motief dan werken wordt onderschat door het MON

Deze hypothesen zijn opgesteld op basis van enkele beweringen in de OD Informer (Thomas & Tutert, 2007). Hierin wordt ten eerste vastgesteld dat het aantal verplaatsingen met de motieven zakelijk en recreatief is onderschat in het MON. Ten tweede wordt in dit artikel geconstateerd dat korte afstand verplaatsingen méér zijn onderschat dan verplaatsingen over grotere afstanden.

In Figuur 13 is het aantal ritten per afstandsbin weergegeven en hier wordt de eerste hypothese bevestigd: het aantal verplaatsingen op de korte afstand is volgens het MON kleiner dan volgens Perovam. Met name het aantal verplaatsingen tot 3 kilometer wordt sterk onderschat in het MON.

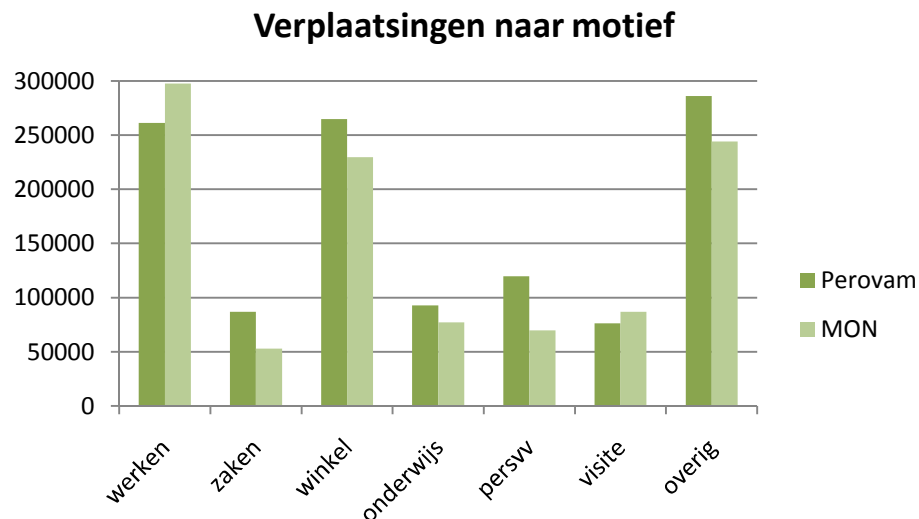


Figuur 13: aantal ritten per afstandsbin

Ook de tweede hypothese wordt bevestigd: het aantal verplaatsingen met een ander motief dan werken wordt onderschat, met als uitzondering van verplaatsingen met als motief visite/logeren (zie Figuur 14). Met name het aantal zakelijke verplaatsingen en verplaatsingen met als motief personenvervoer worden relatief sterk onderschat. Opvallend is verder het aantal verplaatsingen met het motief werken volgens het MON niet gelijk, maar gróter is dan volgens Perovam. Een mogelijke verklaring is dat de respons onder werkenden in Perovam in verhouding lager is dan de

respons onder de totale bevolking, aangezien de Perovamenquête bij de respondent thuis is afgenomen en werkenden hier mogelijk minder tijd voor hebben dan niet-werkenden. Dit is echter moeilijk te verifiëren.

Aangezien het MON en Perovam overigens voor enkele motieven een andere indeling en/of aanduiding gebruiken zijn verplaatsingen uit deze categorieën samengevoegd tot de categorie 'overig'. Het betreft hier voor een groot deel verplaatsingen met recreatiemotief.



Figuur 14: verplaatsingen naar motief

Correctie ritgeneratie

Gezien de veronderstelling dat het MON het aantal verplaatsingen onderschat (en het Perovam niet overschat) moet de data uit het MON gecorrigeerd worden, om beide datasets tegelijkertijd in één analyse te kunnen gebruiken. Aangezien zowel het aantal korte afstand verplaatsingen wordt onderschat als het aantal verplaatsingen met een ander motief dan werken of visite, moet zowel voor verplaatsingsafstand als motief gecorrigeerd (of gewogen) worden.

Het corrigeren van de MON-data kan op verschillende wijzen geschieden: de eerste mogelijkheid is om een matrix te maken met op de ene as het ritmotief en op de andere as afstandsbins. Vervolgens kan per cel (dus combinatie van motief+afstandbin) een correctiefactor worden toegepast. Na toepassing van een correctiefactor zal het aantal verplaatsingen per cel in het MON en Perovam gelijk zijn. Het nadeel van deze methode is dat het aantal verplaatsingen in het MON in één individuele cel toevallig relatief groot of juist klein kan zijn. Wanneer bijvoorbeeld het aantal zakelijke verplaatsingen wordt vergeleken, dan valt op dat in de afstandsbin tot 1 kilometer het aantal verplaatsingen in het MON 1,5 zo groot is dan in Perovam. Op verplaatsingen tussen de 2 en 3 kilometer is het aantal zakelijke verplaatsingen in het MON juist 3x zo klein en bij langere verplaatsingen neemt het verschil weer aanzienlijk af. Het is niet realistisch om aan te nemen dat een dergelijk patroon van onder- en overschatting ook wordt gevonden op landelijk niveau. Wanneer de MON-data verder nader bestudeerd wordt, dan valt op dat het aantal zakelijke verplaatsingen korter dan 1 km in het MON heel groot is, omdat één persoon toevallig een keten van meer dan 30 zakelijke verplaatsingen op één dag heeft gemaakt.

De tweede mogelijkheid is om correctiefactoren toe te passen per motief en per afstandbin, met als doel om de rij- en kolomtotalen van MON en Perovam in balans te brengen. Bij deze methode zal na het toepassen van de correctiefactoren het aantal verplaatsingen per cel niet gelijk zijn in het MON en Perovam, maar enkel het totaal aantal verplaatsingen per afstandbin en het totaal aantal verplaatsingen per motief. Op deze manier wordt voorkomen dat het MON wordt gecorrigeerd op basis van toevalligheden en daarom is voor deze methode van corrigeren gekozen.

De keuze is gemaakt om allereerst het aantal verplaatsingen voor afstand te corrigeren, aangezien onderschatting van korte verplaatsingen vaak wordt genoemd in de literatuur. De voorlopige correctiefactor voor het aantal verplaatsingen per afstandsbin is als volgt berekend:

$$C_{d(bin)} = \frac{Aantal\ verplaatsingen_{Perovam,d(bin)}}{Aantal\ verplaatsingen_{MON,d(bin)}}$$

Verplaatsingen worden opgehoogd met deze factor, waarbij de correctiefactor verschilt per afstandsbin. Na ophoging is het totaal aantal verplaatsingen en het aantal verplaatsingen per afstandsbin van Amsterdammers gelijk in het MON en Perovam. Het aantal verplaatsingen per ritmotief verschilt echter nog wel. Daarom wordt in de tweede stap ook een voorlopige correctiefactor voor het ritmotief geïntroduceerd:

$$C_{motief} = \frac{Aantal\ verplaatsingen_{Perovam,motief}}{Aantal\ verplaatsingen_{MON,motief}}$$

Wanneer de verplaatsingen in het MON worden vermenigvuldigd met deze factor leidt dit er vervolgens weer toe dat het aantal verplaatsingen per afstandsbin niet meer gelijk is in het MON en Perovam. Om die reden wordt vervolgens weer gebalanceerd voor verplaatsingsafstand, wat weer tot gevolg heeft dat het aantal verplaatsingen per motiefklasse niet meer in balans is. Nadat ook hiervoor nogmaals wordt gecorrigeerd blijkt dat de verschillen per afstandsbin minimaal zijn (0-0,5% afwijking tussen MON en Perovam). Het is daarom niet nodig om nogmaals te corrigeren. In bijlage 5.3 wordt uitgebreid op het hierboven beschreven proces ingegaan.

Uiteindelijk worden de volgende correctiefactoren toegepast voor afstandsbin en motief:

Afstandsbin	$C_{afstand}(MON)$	Motief	$C_{motief}(MON)$
0-1 km	1,14	wonen	0,95
1-2 km	1,20	werken	0,86
2-3 km	1,37	zakelijk	1,56
3-4 km	1,01	persverv	1,56
4-5 km	1,06	winkelen	1,01
5-7,5 km	1,10	onderwijs	1,12
7,5-10 km	0,95	visite	0,82
10-15 km	0,96	overig	1,07
15-25 km	0,99		
25-50 km	0,95		
50-100 km	0,93		
100-200 km	0,84		

Tabel 7: correctiefactoren voor MON-verplaatsingen

Een aantal zaken valt op. Men zou verwachten dat de correctiefactoren voor afstand langzaam kleiner zouden worden naarmate de afstand groter wordt. Dit patroon wordt echter slechts globaal teruggevonden: de correctiefactoren op de korte afstand zijn het grootst en op langere afstanden het kleinst, maar geen continue dalende lijn voor de correctiefactor wordt gevonden naarmate de verplaatsingsafstand groter wordt. Een mogelijke verklaring is dat ook het Perovam een deel van de zeer korte verplaatsingen onderschat, aangezien in de praktijk het aantal verplaatsingen per persoon per dag ook hoger ligt dan volgens Perovam (suggestie Thomas, 2010).

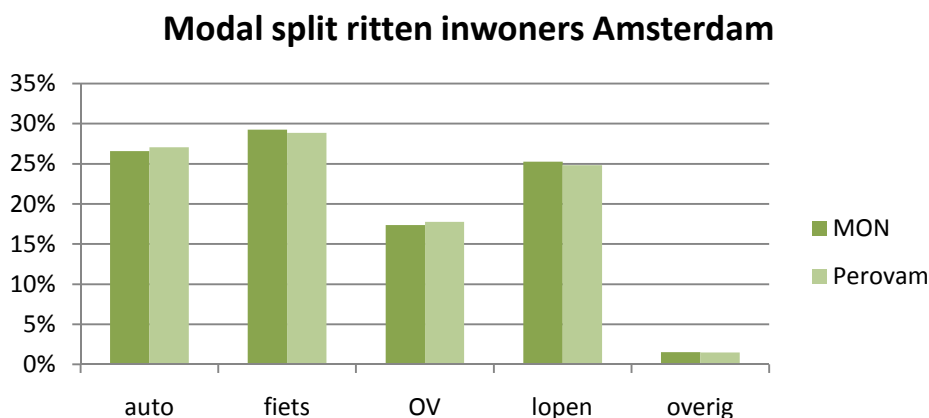
Gekozen is om geen continue correctiefactor toe te passen (in plaats van een factor per afstandsbin). Een continue factor voorkomt dat kleine verschillen in afstand tussen twee verplaatsingen een relatief groot effect kunnen hebben op de toegepaste correctiefactor. De vraag is echter hoe de functie van een continue correctiefactor er uitziet. Aannames kunnen wel worden gemaakt om tot een continue functie te komen, maar het is zeer de vraag of dit uiteindelijk leidt tot een betere beschrijving van de praktijk, dan wanneer de in Tabel 7 genoemde correctiefactoren worden gebruikt.

Wat betreft de correctiefactoren voor ritmotief geldt dat de ophoging voor verplaatsingen met een ander motief dan werken in lijn is met de bewering van Thomas & Tutert (2007): het aantal niet woon-werkverplaatsingen worden onderschat. Een uitzondering hierop zijn verplaatsingen

met het motief visite. Verder moet niet worden vergeten dat verplaatsingen niet alleen met C_{motief} , maar ook met C_{afstand} worden vermenigvuldigd. Uit de tabel met correctiefactoren voor motief lijkt bijvoorbeeld dat het aantal verplaatsingen met het motief wonen wordt overschat door het MON. Dit is echter niet het geval, aangezien deze verplaatsingen ook nog worden vermenigvuldigd met een correctiefactor voor afstand, waardoor de gezamenlijke correctiefactor gemiddeld boven de 1 uitkomt.

5.3.6. Modal split

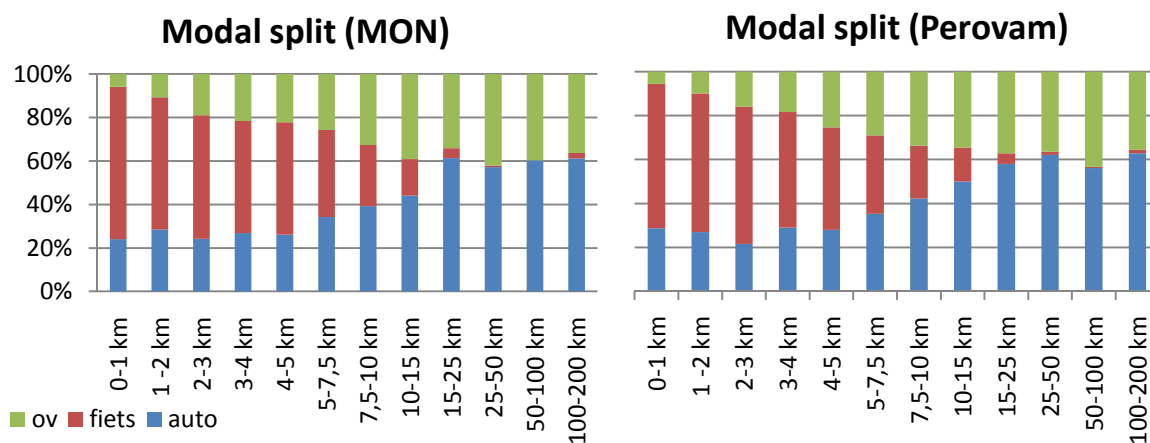
De modal split van alle verplaatsingen is ongeveer gelijk bij het MON en het Perovam na het toepassen van de correctiefactoren voor motief en afstand.



Figuur 15: modal split verplaatsingen inwoners Amsterdam (Perovam 2005-2007; MON 2005-2008 inclusief correctiefactoren)

Ook wanneer per afstandsbin naar de modal split (auto, fiets, OV) volgens Perovam- en MON-data wordt gekeken, dan is deze bij beide datasets nagenoeg gelijk (zie Figuur 16). Geconcludeerd wordt dat er wat betreft de data met betrekking tot de modal split geen correctie hoeft te worden toegepast.

Bij het gebruik van MON-data voor de analyses, zullen de wegingsfactoren van het MON dus vermenigvuldigd worden met de correctiefactoren uit Tabel 7.



Figuur 16: modal split per afstandsbin MON (links) en Perovam (rechts)

5.4. DATAGEBRUIK IN ONDERZOEK

De meeste analyses in de rest van dit onderzoek zijn gemaakt op basis van dezelfde data. Indien hiervan afgeweken is, dan is dit expliciet aangegeven. Standaard is gebruik gemaakt van de volgende data:

- Amsterdam / Rest van Nederland: de verschillende modellen zijn in eerste instantie ontworpen op basis van data over verplaatsingen vanuit, naar en binnen Amsterdam. Validatie heeft plaatsgevonden op basis van verplaatsingen van en naar andere gemeenten dan Amsterdam.
- MON / Perovam: voor het bestuderen van het verplaatsingsgedrag van inwoners van Amsterdam is gebruik gemaakt van Perovamdata. Voor analyses met betrekking tot het verplaatsingsgedrag van personen die niet in Amsterdam wonen, is gebruik gemaakt van het MON.
- Gebruik weeg- en correctiefactoren: zowel het MON als het Perovam hebben weegfactoren in de dataset opgenomen, waarbij wordt gewogen, zodat bijvoorbeeld de verdeling van respondenten overeenkomt met de populatiestatistiek van het CBS. Deze weegfactoren worden gebruikt voor de analyses in de volgende hoofdstukken. Daarnaast wordt voor het MON een extra correctiefactor toegepast. Paragraaf 5.3 is hierop ingegaan.
- Temporeel: Perovamdata van de laatste twee enquêterondes (2001-2004 en 2005-2007) en MON-data van 2005 tot en met 2008 is gebruikt voor de analyses met betrekking tot de *modal split*. Eerder is aangegeven dat het de voorkeur heeft om enkel gebruik te maken van de laatste ronde Perovamdata, gezien de temporele variaties. Echter wanneer enkel data wordt gebruikt van de laatste Perovamronde, dan ligt het aantal waarnemingen per pc4-gebied voor een aanzienlijk aantal gebieden ruim onder de 100. Door ook de dataset van 2001-2004 te betrekken in de analyse wordt de betrouwbaarheid van de modal split per pc4-gebied vergroot. Voor het analyseren van de *ritgeneratie*- en *ritdistributie* is de hoeveelheid data van de laatste Perovam-ronde wel voldoende en daarom is ook enkel de laatste dataset gebruikt voor het ontwerp van de ritdistributie- en ritgeneratiemodellen.
- Ruimtelijk: daarnaast zijn voor toetsing van hypothesen, waarbij ruimtelijk geaggregeerd is, enkel postcodegebieden met minimaal 100 waarnemingen meegenomen. Van een klein aantal pc4-gebieden is slechts een (zeer) klein aantal waarnemingen beschikbaar. De reden hiervoor is dat het aantal inwoners in deze pc4-gebieden zeer klein is. Het opnemen van deze pc4-gebieden kan de analyses verstoren.
- CBS-data: sociaal-economische data en data over ruimtelijke karakteristieken van een postcodegebied van het jaar 2004 is gebruikt.

6. RITGENERATIE EN RITDISTRIBUTIE

In paragraaf 4.3 is aangegeven dat de modal split van *alle* verplaatsingen op een hb-relatie wordt berekend op basis van de modal split van verplaatsingen *vanuit* de woning, verplaatsingen *naar* de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen op de hb-relatie in kwestie. Om de totale modal split te bepalen is het niet alleen nodig om de modal split van de verschillende soorten verplaatsingen te weten, maar ook is het ook nodig om het aandeel van de verschillende soorten verplaatsingen te bepalen. Om die reden wordt eerst een ritgeneratie- en ritdistributiemodel ontworpen waarmee het aandeel van de verschillende soorten verplaatsingen ten opzichte van het totaal aantal verplaatsingen kan worden geschat. Zoals eerder aangegeven dienen twee aparte ritgeneratie- en ritdistributie modellen te worden ontwikkeld, één voor verplaatsingen *vanuit* de woning en één voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Uiteindelijk kunnen met deze modellen twee hb-matrices worden berekend. De hb-matrix van verplaatsingen *naar* de woning kan tenslotte worden benaderd door de hb-matrix van verplaatsingen *vanuit* de woning te spiegelen.

Paragraaf 6.1 gaat in op de totstandkoming van een model om de ritgeneratie te berekenen en in paragraaf 6.2 wordt een model voor het bepalen van de ritdistributie gepresenteerd.

6.1. RITGENERATIE

In paragraaf 6.1.1 wordt een theoretisch kader geschetst en wordt beschreven welke variabelen volgens de theorie van invloed zijn op de modal split. Op basis hiervan wordt vastgesteld welke variabelen moeten worden geanalyseerd om de ritgeneratie te schatten. In paragraaf 6.1.2 worden vervolgens een aantal modellen gepresenteerd om de ritgeneratie te bepalen. Vervolgens worden deze modellen in paragraaf 6.1.3 gevalideerd. In paragraaf 6.1.4 wordt een vergelijking gemaakt tussen enerzijds de ontworpen ritattractie- en ritproductiemodellen en anderzijds de literatuur en modellen uit de praktijk.

6.1.1. Theorie ritgeneratie

Bij het opstellen van het ritgeneratiemodel wordt onderscheid gemaakt tussen verplaatsingen vanuit de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. De determinanten van de ritgeneratie van woninggerelateerde verplaatsingen verschillen immers deels van de determinanten van niet-woninggerelateerde verplaatsingen.

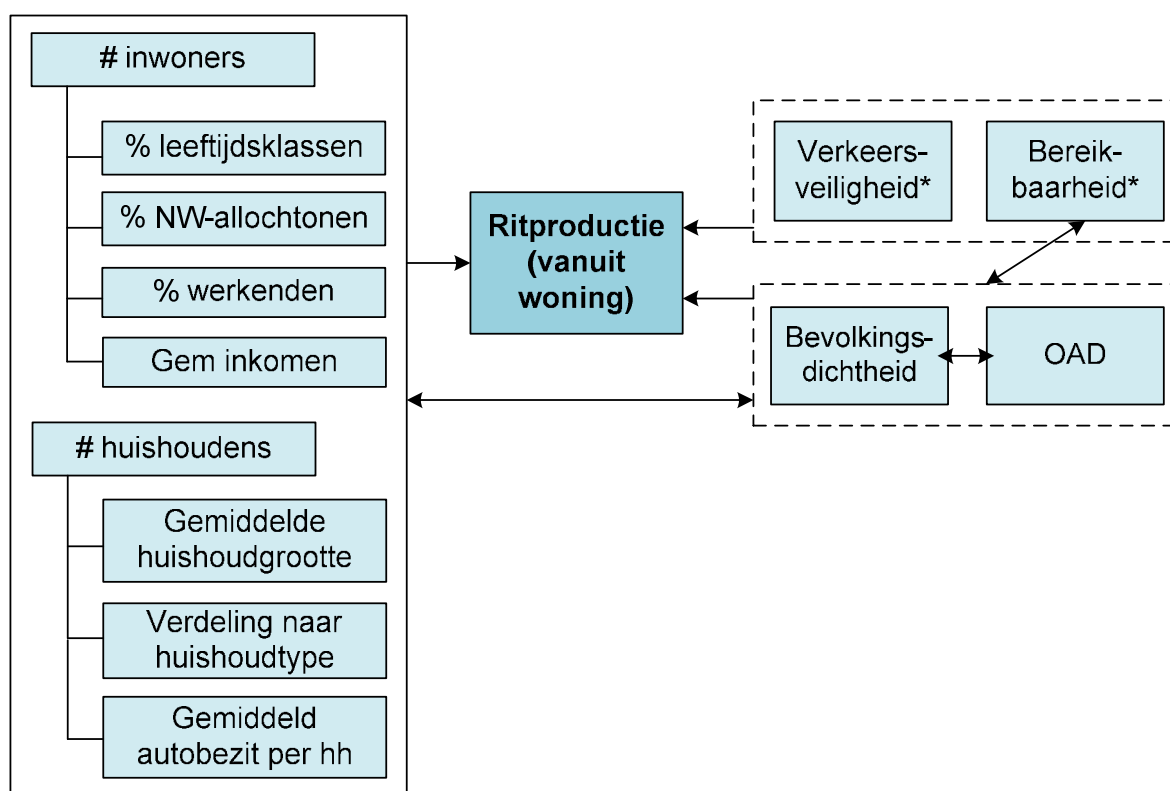
Ritproductie verplaatsingen vanuit woning

De belangrijkste karakteristieken die volgens de literatuur de ritproductie van een zone beïnvloeden kunnen worden ingedeeld in drie categorieën (Ortúzar & Willumsen, 2002; Dargay & Hanly, 2003):

- Bevolkingskarakteristieken / sociaal-economische karakteristieken: hierbij gaat het in de eerste plaats om het aantal personen en/of huishoudens dat in een bepaald gebied woont. Daarnaast zijn er verschillen in het gemiddeld aantal verplaatsingen per dag tussen de verschillende bevolkingsgroepen. Allochtonen en ouderen maken gemiddeld minder verplaatsingen. Personen met een baan en met een hoog inkomen maken juist meer verplaatsingen per persoon. (Het is overigens aannemelijk dat de laatste twee variabelen sterk gecorreleerd zijn). Verder stijgt de ritproductie naarmate het autobezit per huishouden toeneemt en tenslotte hebben ook de huishoudgrootte en het huishoudtype mogelijk een effect op de ritproductie.
- Ruimtelijke kenmerken: de bevolkingsdichtheid en de omgevingsadressendichtheid (OAD) beïnvloeden ook de ritproductie. De afstand vanuit de woning naar bepaalde bestemmingen is in gebieden met een hoge OAD of bevolkingsdichtheid gemiddeld kleiner. Dit kan invloed hebben op de beslissing om een activiteit te ondernemen of niet.
- Verkeerskundige kenmerken: de bereikbaarheid beïnvloedt tenslotte ook de ritproductie. Voor personen die wonen in gebieden met een goede bereikbaarheid geldt dat er over het algemeen een lagere reisweerstand is, wanneer een verplaatsing wordt gemaakt en

dit vergroot de kans dat personen een verplaatsing zullen maken. Verder heeft de verkeersveiligheid mogelijk ook invloed op de ritproductie, aangezien een verkeersonveilige omgeving mogelijk aanleiding is om bepaalde verplaatsingen niet te maken.

Aangezien er geen adequate en snel te verzamelen data beschikbaar is over de verkeersveiligheid en de bereikbaarheid, worden deze twee determinanten niet meegenomen in de analyses om tot een ritproductiemodel te komen. De overige determinanten van ritproductie van verplaatsingen uit de woning zijn samengevat in Figuur 17. De met een asterix gemarkeerde determinanten worden dus niet gebruikt om de ritproductie te bepalen



Figuur 17: determinanten van de ritproductie van een zone (verplaatsingen vanuit de woning)

Ritattractie (zowel verplaatsingen vanuit de woning als nietwoninggerelateerde verplaatsingen)

Het is aannemelijk dat de ritattractie van woninggerelateerde verplaatsingen en niet-woninggerelateerde verplaatsingen in principe wordt verklaard door dezelfde determinanten. Wel geldt dat de modelparameters onderling zullen verschillen. Niet alleen omdat de attractie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen kleiner is dan de attractie van verplaatsingen uit de woning. Maar het is mogelijk dat sommige activiteiten in verhouding vaker vanuit de woning worden ondernomen, dan vanuit een andere bestemming. Het aantal leerlingplaatsen heeft misschien een relatief grotere invloed op de ritattractie van verplaatsingen vanuit de woning, dan de ritattractie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Onderwijs volgen is immers vaak een eerste activiteit op een dag.

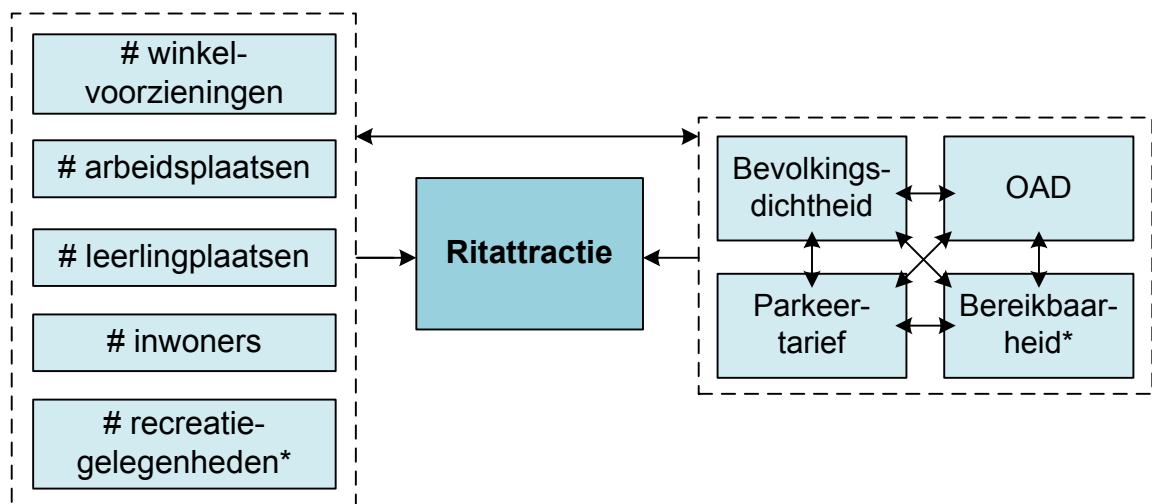
De ritattractie hangt in de eerste plaats samen met de aanwezigheid van locaties waar aan het ritmotief gerelateerde activiteiten plaatsvinden. Het aantal arbeidsplaatsen (werken), winkels (winkelen), leerlingplaatsen (onderwijs), recreatiegelegenheden (recreatief) en inwoners (visite) zijn dus de belangrijkste factoren die de ritattractie beïnvloeden. In de tweede plaats zijn (mogelijk) nog een aantal andere factoren van invloed op de modal split:

- Parkeertarief: wanneer autogebruik naar een zone wordt ontmoedigd door het heffen van parkeertarieven, zullen personen mogelijk andere bestemmingen kiezen voor een

bepaalde activiteit of kiezen om een bepaalde activiteit in zijn geheel niet te ondernemen;

- **Bereikbaarheid:** activiteiten zullen eerder worden ondernomen in relatief goed bereikbare gebieden dan in slecht bereikbare gebieden, aangezien de reisweerstand naar goed bereikbare gebieden kleiner is;
- **OAD:** in gebieden met een hoge OAD zijn relatief vaak veel verschillende activiteiten mogelijk. Personen die meerdere activiteiten in één keten willen uitvoeren (bijv. het bezoeken van verschillende winkels en vervolgens een restaurant of café) zullen daarom deze activiteiten mogelijk liever ondernemen in zones met een hoge OAD, om zodoende de reistijd tussen de bestemmingen te verkleinen.
- **Bevolkingsdichtheid:** de bevolkingsdichtheid heeft in ieder geval indirect een effect op de ritattractie: in dichtbevolkte gebieden is ten eerste de dichtheid van andere activiteiten (zoals winkels of recreatieve gelegenheden) meestal groter, waardoor net als voor gebieden met een hoge OAD geldt dat het deze gebieden aantrekkelijker zijn indien meerdere activiteiten in één keten worden ondernomen. Ten tweede is de autobereikbaarheid in dichtbevolkte gebieden doorgaans slechter, terwijl de OV-bereikbaarheid groter is.

Tenslotte is ook een onderlinge correlatie te verwachten tussen de verschillende verklarende factoren: in gebieden met bijvoorbeeld een hoge OAD zullen parkeertarieven over het algemeen hoger zijn, terwijl het OV-aanbod (en dus de OV-bereikbaarheid) beter is.



Figuur 18: determinanten van de ritattractie van een zone

Niet van alle determinanten is adequate data beschikbaar. Op postcode4-niveau is geen data beschikbaar over het aantal winkelgelegenheden of het bruto winkeloppervlak. Omdat bijna een kwart van de verplaatsingen winkelen als motief heeft (22%, DIVV(2010)) is het wel gewenst om een variabele op te nemen, waarmee een verband tussen de ritattractie en het aantal winkelgelegenheden wordt gelegd. Het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel kan worden gebruikt als operationalisatie van het aantal winkelgelegenheden (Abeling, 2006). Daarnaast is op pc4-niveau geen data beschikbaar over het aantal en de omvang van recreatiegelegenheden en is het verzamelen van data over de bereikbaarheid erg arbeidsintensief (via de Nationale Bereikbaarheidskaart). Deze laatste twee determinanten zijn daarom niet meegenomen om de ritattractie van een zone te bepalen.

Ritproductie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

De ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen is afhankelijk van andere factoren dan de ritproductie van woninggerelateerde verplaatsingen. In tegenstelling tot woninggerelateerde verplaatsingen zeggen de bevolkingskarakteristieken van de herkomstzone van niet-woninggerelateerde verplaatsingen in principe niets over de productie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Aangezien voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen

geldt dat de herkomstzone de bestemmingszone was van de voorgaande verplaatsing, ligt het voor de hand dat de ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt bepaald door de variabelen die de ritattractie bepalen. Deze zijn reeds weergegeven in Figuur 18.

6.1.2. Ontwerp ritgeneratiemodel

Deze paragraaf gaat in op de opgestelde ritgeneratiemodellen. Allereerst is op pc4-niveau data verzameld over de variabelen die volgens de theorie van invloed zijn op de ritproductie en ritattractie (zie Figuur 17 en Figuur 18). Daarnaast is met behulp van Perovam en het MON (voor verplaatsingen door niet-Amsterdammers van/naar Amsterdam) per postcodegebied in Amsterdam vastgesteld wat de ritproductie en ritattractie is van woninggerelateerde en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Met behulp van SPSS is op basis van stapsgewijze regressie vervolgens een lineair regressiemodel gegenereerd, om te bepalen welke variabelen in de ritproductie- en ritattractiemodellen worden opgenomen en wat de waardes van de regressiecoëfficiënten zijn (Zie bijlage 6.1). Bij stapsgewijze regressie wordt geanalyseerd welke van de onafhankelijke variabelen de hoogste significantie (t-waarde) heeft, om de afhankelijke variabele (ritproductie/ritattractie) te voorspellen middels een lineaire regressievergelijking. Deze wordt opgenomen in het model. Vervolgens wordt dit proces herhaald met de overige onafhankelijke variabelen, totdat er geen significante onafhankelijke variabelen meer zijn. Nadat het regressiemodel is opgesteld, is tenslotte verklaard in hoeverre de variabelen die in het regressiemodel zijn opgenomen overeenkomen met de theorie over ritgeneratie.

Ritproductie verplaatsingen vanuit woning

Wanneer een regressiemodel wordt berekend met behulp van SPSS blijkt dat enkel het aantal inwoners en het percentage NW-allochtonen als modelvariabelen worden geselecteerd. Het gegeven dat deze twee variabelen in het model worden opgenomen is goed te verklaren. In de literatuur wordt bevestigd dat allochtonen gemiddeld minder verplaatsingen per dag maken (Niepoth, 2004). Volgens Niepoth (2004) maken niet-westerse allochtonen gemiddeld 0,5-1,1 verplaatsingen minder per dag. Volgens de geschatte modelvariabelen maken allochtonen gemiddeld 0,34 verplaatsingen minder per dag *vanuit de woning*. Wanneer niet-woninggerelateerde verplaatsingen buiten beschouwing worden gelaten betekent dit dat allochtonen in totaal (heen en terug) per dag 0,68 verplaatsingen minder maken. Dit komt goed overeen met gevonden waarden van Niepoth (2004).

$$Productie = -0,34 * \# NWAllochtonen + 1,36 * \# inwoners(\text{boven de } 11)$$

Ritattractie verplaatsingen vanuit woning

Uit regressieanalyse volgt dat van deze factoren het aantal arbeidsplaatsen in een zone de grootste invloed blijkt te hebben. Dit is eenvoudig te verklaren, aangezien werken een veelvoorkomend ritmotief is en daarnaast hangt het aantal arbeidsplaatsen vaak samen met het aantal recreatiegelegenheden, leerlingplaatsen en/of winkels. Uit de data volgt dat behalve het aantal arbeidsplaatsen ook het aantal leerlingplaatsen (basisonderwijs, voortgezet onderwijs en MBO/HBO/WO) en het aantal inwoners van een zone een significante invloed hebben op de ritattractie. Ook dit is logisch en in lijn met de literatuur. Het toevoegen van andere variabelen blijkt het model niet verder te verbeteren.

Uiteindelijk is de ritattractie dus bepaald op basis van het totaal aantal arbeidsplaatsen, het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel, het aantal leerlingplaatsen en het aantal inwoners van een gebied. Een variabele die het model mogelijk nog kan verbeteren is het toevoegen van het informatie over recreatiegelegenheden en de bereikbaarheid, maar hier is geen adequate én snel te verzamelen data over beschikbaar. Bovendien kan het onderstaande model in ieder geval voor Amsterdam zeer goed de ritattractie van een postcodegebied voorspellen.

$$Attractie = 0,86 * \# arbeidsplaatsen + 9,38 * \# arbeidsplaatsen \text{ detailhandel} + 0,45 * \# leerlingplaatsen + 0,29 * \# inwoners$$

Ritproductie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

De ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt verklaard door het aantal arbeidsplaatsen, het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel en het aantal inwoners. Dit komt overeen met de verwachtingen. In paragraaf 6.1.1 werd immers al aangegeven dat het logisch is dat de ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt verklaard door dezelfde determinanten als de determinanten van de ritattractie. Alleen het aantal leerlingplaatsen blijkt geen sterke verklarende factor te zijn voor de ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen, in tegenstelling tot de ritattractie van verplaatsingen vanuit de woning. Dit is te verklaren, aangezien het ritmotief van niet-woninggerelateerde verplaatsingen slechts in 3% van de gevallen onderwijs volgen is. Dit is overigens ook logisch, aangezien onderwijs doorgaans aan het begin van de dag aanvangt.

Verder blijkt uit de data dat ruim de helft van de niet-woninggerelateerde verplaatsingen worden gemaakt met als motief op de herkomstlocatie werken, zaken of winkelen. Om die reden is het opnemen van het aantal arbeidsplaatsen en het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel goed te verantwoorden. Daarnaast heeft ongeveer 17% van de productie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen als herkomstmotief (motief vorige bestemming) visite of personenvervoer en het aantal verplaatsingen met deze twee motieven is gecorreleerd met het aantal inwoners van een zone.

$$Productie(nw) = 0,41 * \# \text{ arbeidsplaatsen} + 6,37 * \# \text{ arbeidsplaatsen detailhandel} + 0,19 * \# \text{ inwoners}$$

Ritattractie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

De ritattractie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen kan worden verklaard door het aantal arbeidsplaatsen, het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel en het aantal inwoners. Zoals reeds verwacht werd, zijn dit wederom dezelfde variabelen als de verklarende variabelen voor de ritattractie van woninggerelateerde verplaatsingen.

$$Attractie(nw) = 0,24 * \# \text{ arbeidsplaatsen} + 5,91 * \# \text{ arbeidsplaatsen detailhandel} + 0,25 * \# \text{ inwoners}$$

Resume

Tabel 8 geeft een overzicht van de variabelen die zijn gebruikt om de ritproductie en ritattractie te bepalen. Het opnemen van onderstaande variabelen in de modellen is goed te verklaren en bovendien is de significantie van deze variabelen (zeer) hoog. (zie bijlage 6.1) Daarnaast voorspellen de ritattractie- en ritproductiemodellen goed de waargenomen productie en attractie in Amsterdam op postcode4-niveau.

<i>Ritproductie woninggerelateerd</i>	<i>Ritattractie woninggerelateerd</i>
Aantal inwoners > 11 jaar	Aantal arbeidsplaatsen
Aantal niet-westerse allochtonen	Aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel
	Aantal leerlingplaatsen
	Aantal inwoners
<i>Ritproductie niet-woninggerelateerd</i>	<i>Ritattractie niet-woninggerelateerd</i>
Aantal arbeidsplaatsen	Aantal arbeidsplaatsen
Aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel	Aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel
Aantal inwoners	Aantal inwoners

Tabel 8: verklarende variabelen in ritgeneratiemodel

6.1.3. Validatie

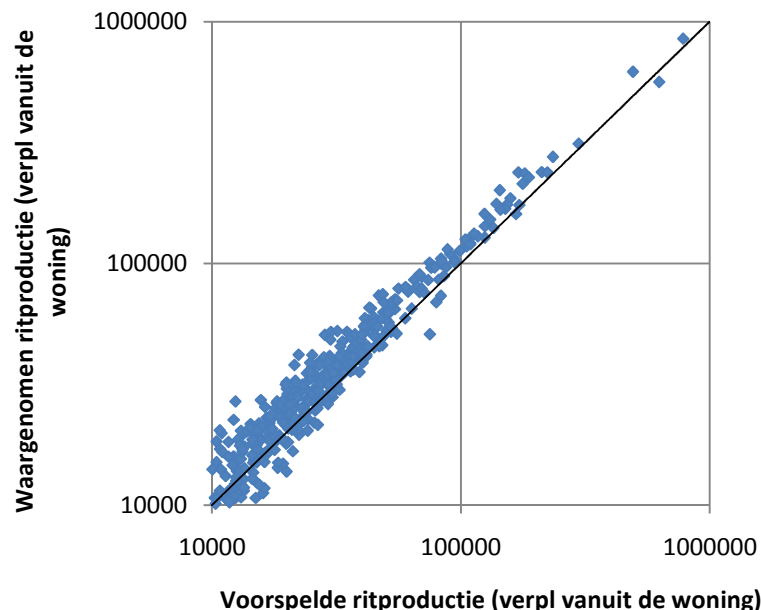
In deze paragraaf wordt beschreven in hoeverre de voor Amsterdam opgestelde ritgeneratiemodellen ook geschikt zijn voor het bepalen van de ritproductie en ritattractie van

andere gemeenten in Nederland. De ontworpen modellen zijn gebruikt om de ritproductie en ritattractie voor andere gemeenten op *gemeentelijk* niveau te voorspellen. Aangezien voor andere gemeenten enkel het MON beschikbaar is, is de hoeveelheid waarnemingen per postcodegebied veel kleiner. Bovendien zijn de ophoogfactoren in het MON niet gebruikt om te corrigeren voor het aantal inwoners per postcodegebied. Daarom is gekozen om de ritgeneratie op gemeentelijk niveau, en niet op postcodeniveau, te voorspellen en te toetsen.

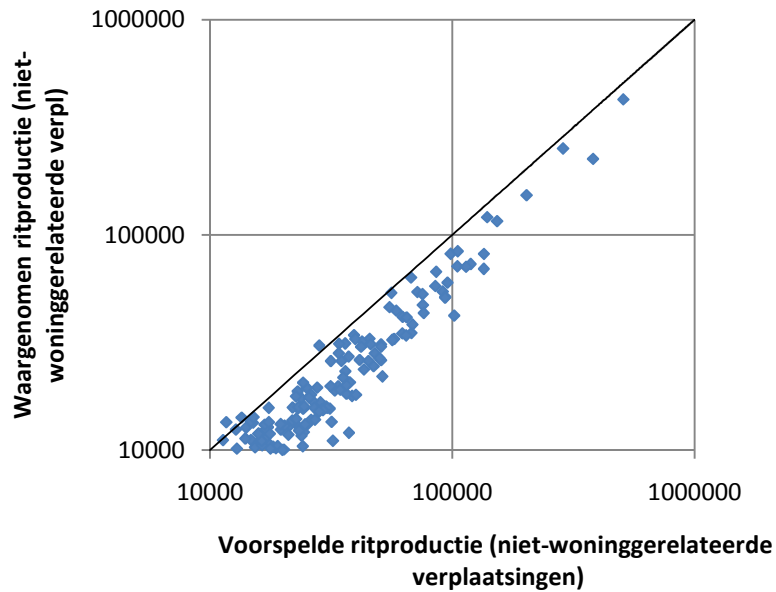
Eerst is echter Nederland als geheel in beschouwing genomen. Op nationaal niveau blijkt het ritgeneratiemodel het totaal aantal verplaatsingen goed te voorspellen. In totaal worden per werkdag 46 miljoen verplaatsingen (vanuit de woning, naar de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen) voorspeld door inwoners van 12 jaar en ouder. Dit komt neer op 3,31 verplaatsingen per persoon per dag. Volgens de waarnemingen uit het MON (jaren 2005-2008) worden (na correctiefactoren) 3,26 verplaatsingen per inwoners per dag gemaakt.

Om te bepalen in hoeverre het ritgeneratiemodel voldoet op gemeentelijk niveau, is de voorspelde productie en attractie per gemeente vergeleken met de waargenomen ritproductie en ritattractie. Voor elk van de in de paragraaf 6.1.2 opgestelde modellen is separaat vastgesteld in hoeverre de voorspellingen van deze modellen op gemeentelijk niveau overeenkomen met de waarnemingen uit het MON (2005-2008).

Figuur 19 en Figuur 20 tonen de resultaten van de validatie van de *ritproductie* van respectievelijk woninggerelateerde verplaatsingen en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Er blijkt sprake te zijn van een systematische voorspellingsfout: de ritproductie van het aantal woninggerelateerde verplaatsingen wordt systematisch onderschat, terwijl de ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen systematisch wordt overschat. Daarnaast is in bijlage 6.1 een vergelijking gemaakt voor de ritattractie en ook voor de ritattractie geldt dat er óók sprake is van een onderschatting van het aantal woninggerelateerde verplaatsingen en een overschatting van het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Tenslotte moet worden opgemerkt dat, afgezien van de systematische fout, wel een duidelijke relatie te vinden tussen de voorspelde ritproductie en de waargenomen ritproductie.



Figuur 19: vergelijking voorspeld aantal verplaatsingen vanuit gemeenten en het waargenomen aantal verplaatsingen vanuit deze gemeenten (o.b.v. MON 2005-2008, logaritmische schaal)



Figuur 20: vergelijking voorspelde ritproductie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen en waargenomen aantallen (o.b.v. MON 2005-2008)

De modal split op een bepaalde hb-relatie wordt onder andere berekend op basis van de ritgeneratie van woninggerelateerde verplaatsingen en de ritgeneratie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen. (zie vergelijking in paragraaf 4.3) Het systematische verschil tussen de voorspelde ritgeneratie en de waargenomen ritgeneratie zal de modal split voorspelling dus negatief beïnvloeden en getracht moet worden om dit probleem op te lossen.

Eerst moet worden verklaard wat de oorzaak is van het systematische verschil. Twee oorzaken liggen voor de hand:

- In hoofdstuk 5 is een vergelijking gemaakt tussen het MON en Perovam. Beide datasets zijn op een aantal aspecten vergeleken, maar geen vergelijking is gemaakt tussen het percentage woninggerelateerde verplaatsingen en het percentage niet-woninggerelateerde verplaatsingen volgens beide datasets. Mogelijk is er echter sprake van een systematische onderschatting van het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen door het MON (of overschatting door Perovam). Aangezien het ritgeneratiemodel hoofdzakelijk is opgesteld op basis van Perovamdata, is het in dat geval logisch dat de voorspellingen niet overeenkomen wanneer deze worden getoetst op basis van het MON.
- Amsterdam is qua karakteristieken afwijkend van de rest van Nederland. De functiedichtheid is bijvoorbeeld relatief zeer groot ten opzichte van de rest van Nederland. Met name in en rondom het centrum is het aantal inwoners, arbeidsplaatsen en winkelveorzieningen zeer groot. Deze variabelen beïnvloeden mogelijk ook de verhouding niet-woninggerelateerde verplaatsingen en woninggerelateerde verplaatsingen. Het enkel opstellen van een model op basis van Amsterdam, resulteert mogelijk in een model dat niet representatief is voor de rest van Nederland.

De eerste verklaring blijkt deels de oorzaak te zijn van het systematische verschil: wanneer enkel verplaatsingen van Amsterdammers in beschouwing worden genomen en het percentage niet-woninggerelateerde verplaatsingen op basis van het MON wordt vergeleken met het percentage niet-woninggerelateerde verplaatsingen volgens Perovam, dan blijkt er een verschil tussen beide datasets te zijn: in het MON zijn 18% van alle verplaatsingen van Amsterdammers niet-woninggerelateerd, tegen 21% volgens het Perovam. Voor het aandeel woninggerelateerde verplaatsingen geldt het omgekeerde: 79% volgens Perovam tegen 82% volgens het MON. Om te corrigeren voor dit systematische verschil tussen de twee datasets, zijn ten behoeve van de validatie van de ritgeneratiemodellen daarom aanvullende correctiefactoren toegepast: de MON-correctiefactor (zie paragraaf 5.3) van niet-woninggerelateerde verplaatsingen is vermenigvuldigd

met $21\%/18\% = 1,16$. De correctiefactor voor woninggerelateerde verplaatsingen met $79\%/82\% = 0,96$.

Extra correctiefactor MON

Niet-woninggerelateerd	1,16
Woninggerelateerd	0,96

Tabel 9: aanvullende correctiefactor om verhouding woninggerelateerde en niet-woninggerelateerde verplaatsingen in MON en Perovam gelijk te trekken

Ook de tweede oorzaak blijkt de verschillen tussen de voorspellingen en de waarnemingen deels te verklaren. Wanneer niet-woninggerelateerde verplaatsingen uit het MON worden vermenigvuldigd met de extra correctiefactor (1,16), dan blijkt er toch nog steeds een aanzienlijk verschil tussen het voorspelde aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen en het waargenomen aantal: wanneer geheel Nederland in beschouwing wordt genomen, dan ligt het voorspelde aantal liefst 35% hoger dan het waargenomen aantal in het MON. Voor woninggerelateerde verplaatsingen geldt het omgekeerde: het voorspelde aantal verplaatsingen is 9% lager dan het waargenomen aantal verplaatsingen in het MON. Voor ritattractie geldt hetzelfde: woninggerelateerde verplaatsingen worden onderschat (10%) en niet-woninggerelateerde verplaatsingen worden overschat (28%).

	Ritproductie	Ritattractie
Woninggerelateerd	0,91	0,90
Niet-woninggerelateerd	1,35	1,28

Tabel 10: verhouding voorspelde ritgeneratie t.o.v. waarnemingen MON

Het ritgeneratiemodel dat opgesteld is op basis van Amsterdam blijkt dus niet direct toepasbaar op de rest van Nederland. Mogelijk dat de relatief grote dichtheid van bestemmingen (werken, winkelen, zaken, visite, recreatief) in Amsterdam een positief effect heeft op het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen en dus leidt tot een groter aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen.

Om de waargenomen ritgeneratie van andere steden beter te benaderen, worden de in paragraaf 6.1.2 opgestelde vergelijkingen om de ritgeneratie te voorspellen enigszins aangepast: de voorspelde ritproductie van het aantal woninggerelateerde verplaatsingen wordt vermenigvuldigd met $1/0,91=1,10$ en het voorspelde aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen met $1/1,35 = 0,74$. Op deze manier is het totaal aantal voorspelde woninggerelateerde verplaatsingen (van alle gemeenten) in balans met het in het MON waargenomen aantal woninggerelateerde verplaatsingen. Voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen geldt hetzelfde. Daarnaast zijn ook voor het bepalen van de ritattractie de op eenzelfde modellen gewijzigd.

Nadrukkelijk moet worden vermeld dat deze ophoging slechts een kunstmatige greep is om de voorspellingskracht van het model te verbeteren voor andere gemeenten. Nader onderzoek moet worden gedaan naar de oorzaak van de voorspellingen van het op Amsterdam gekalibreerde model en de waarnemingen van andere gemeenten uit het MON.

$$Productie_{(vanuit\ woning)} = 1,10 * [0,96 - 0,34 * \# NWAlloctonen + 1,36 * \# inwoners]$$

$$Attractie_{(vanuit\ woning)} = 1,11 * [0,86 * \# arbeidsplaatsen + 9,38 * \# arbeidsplaatsen detail + 0,45 * \# leerlingplaatsen + 0,29 * \# inwoners]$$

$$Productie_{(keten)} = 0,74 * [0,41 * \# arbeidsplaatsen + 6,37 * \# arbeidsplaatsen detailhandel + 0,19 * \# inwoners]$$

$$Attractie_{(keten)} = 0,78 * [0,24 * \# arbeidsplaatsen + 5,91 * \# arbeidsplaatsen detailhandel + 0,25 * \# inwoners]$$

De voorspelde ritproductie van zowel woninggerelateerde als niet-woninggerelateerde verplaatsingen is aanzienlijk beter, na toepassing van de extra correctiefactor en het gebruik van de nieuwe vergelijkingen om de ritproductie te bepalen. Het systematische verschil is niet meer zichtbaar. Bijlage 6.1.5 laat zien dat voor ritattractie hetzelfde geldt: in de nieuwe situatie is de voorspelling aanzienlijk beter.

Conclusie validatie

Geconstateerd is dat het op basis van Amsterdam opgestelde ritgeneratiemodel het aantal woninggerelateerde verplaatsingen overschat en het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen onderschat. Geconcludeerd wordt dat dit enerzijds te verklaren is door een systematisch verschil tussen MON en Perovam: het percentage niet-woninggerelateerde verplaatsingen is groter volgens Perovam dan volgens het MON. Anderzijds is het verschil te verklaren doordat het op basis van Amsterdam opgestelde ritgeneratiemodel niet voldoende adequaat de ritgeneratie van andere gemeenten voorspelt.

Aangezien de onderzoeksperiode beperkt is en de modal split bovendien het belangrijkste onderdeel van dit onderzoek betreft, is geen verder onderzoek verricht om de voorspellingen van de ritgeneratiemodellen te verbeteren. Wel is het relevant om op basis van de bevindingen een aantal aanbevelingen te doen voor vervolgonderzoek:

- De eerste aanbeveling voor vervolgonderzoek is om op landelijk niveau te analyseren welke variabelen invloed hebben op de ritgeneratie, die momenteel niet zijn opgenomen in het ritgeneratiemodel, maar wel de ritgeneratie beïnvloeden. Ook is het vervolgens wenselijk om de modelparameters opnieuw te berekenen.
- Een tweede aanbeveling is om na te gaan of het relevant is om voor het MON aparte correctiefactoren voor verplaatsingsmotief en verplaatsingsafstand (zie *Tabel 7*) te gebruiken voor woninggerelateerde verplaatsingen en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Ook dit leidt mogelijk tot kleinere verschillen tussen Perovam en het MON in het percentage niet-woninggerelateerde verplaatsingen.

6.1.4. Vergelijking met literatuur

Behalve het vergelijken van de voorspellingen met de waarnemingen, is ook een vergelijking met andere modellen gemaakt en een vergelijking met de literatuur.

Wanneer naar de literatuur met betrekking tot ritgeneratie wordt gekeken, dan worden in andere modellen vaak dezelfde variabelen gebruikt als in het ritgeneratiemodel uit dit onderzoek. Regelmatig wordt ook het aantal werkenden, het motorvoertuigenbezit of het aantal huishoudens meegenomen (bijvoorbeeld Thomas & Tutert (2007) of Gemeente Hilversum (2008)). Het opnemen van deze variabelen verbetert het huidige model echter niet significant.

Wanneer naar modellen uit de praktijk wordt gekeken, dan blijkt dat het GENMOD gebruik maakt van een lineaire functie met het aantal inwoners, het aantal arbeidsplaatsen, het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel en het aantal leerlingen om de ritgeneratie te bepalen. Dit komt redelijk overeen met het model dat in dit onderzoek is opgesteld.

Verder wordt volgens Friso & de Kruijf (2010) in modellen uit de praktijk vaak geen onderscheid gemaakt tussen verschillende bevolkingsgroepen (bijvoorbeeld bij het GENMOD). Dit onderzoek toont echter aan dat onderscheid maken tussen bevolkingsgroepen (allochtonen en autochtonen) de voorspelling van de ritgeneratie verbetert, terwijl het opnemen van extra variabelen over de bevolkingskarakteristieken nauwelijks extra tijd kost. Bovendien sluit dit ook aan bij andere literatuur, zoals Harms (2006), Niepoth (2004) en Friso & de Kruijf (2010), waarin wordt aangegeven dat bepaalde bevolkingsgroepen minder verplaatsingen maken. Het verdient dus de aanbeveling om voor het bepalen van de ritgeneratie wél onderscheid te maken tussen de bevolkingsgroepen.

Tenslotte is een ander verschil tussen modellen uit de praktijk en het in dit onderzoek opgestelde model dat bij praktijkmodellen regelmatig per verplaatsingsmotief apart de ritgeneratie berekenen.

6.2. RITDISTRIBUTIE

De tweede stap van het traditionele vierstapsverkeersmodel betreft het bepalen de ritdistributie: oftewel van welke zone naar welke zone worden verplaatsingen gemaakt? Deze paragraaf gaat in op dit onderdeel en beschreven wordt hoe een eenvoudig model is ontwikkeld waarmee de ritdistributie kan worden bepaald. Eerst wordt een beknopt theoretisch kader geschetst.

6.2.1. Theorie ritdistributie

Het zwaartekrachtmodel is een veel gebruikte methode om de ritdistributie te berekenen. Dit model houdt kortweg in dat het aantal verplaatsingen tussen twee zones naar verhouding kleiner wordt naarmate de weerstand tussen twee zones groter wordt. In formulevorm ziet het zwaartekrachtmodel er als volgt uit (Ortúzar & Willumsen, 2001):

$$T_{ij} = O_i D_j f_{ij} / N$$

T_{ij} = het aantal verplaatsingen tussen zone i en j

O_i = de ritproductie van zone i

D_j = de ritattractie van zone j

f_{ij} = de distributiefunctie voor verplaatsingen tussen zone i en j

N = het totaal aantal verplaatsingen ($N = \sum O_i = \sum D_j$)

In paragraaf 6.1 is beschreven hoe de ritproductie (O_i) en ritattractie (D_j) worden berekend. Om het aantal verplaatsingen tussen twee zones te kunnen berekenen is het dus nog nodig om de weerstand tussen twee zones te bepalen. Met behulp van een distributiefunctie kan voor elke hb-relatie f_{ij} worden bepaald. De distributiefunctie is meestal een functie van de reistijd, afstand en/of reiskosten tussen twee zones. (Ortúzar & Willumsen, 2002) Naarmate de reistijd, afstand en/of reiskosten toenemen daalt in principe de waarde van f_{ij} .

6.2.2. Ontwerp ritdistributiemodel

Eerst wordt in deze paragraaf ingegaan op de methode op basis waarvan het ritdistributiemodel is ontworpen. Daarna worden de resultaten gepresenteerd, welke vervolgens in paragraaf 6.2.3 worden gevalideerd en in beschouwing worden genomen.

Methodiek

Net als voor het opstellen van het model om de ritgeneratie te bepalen is ook voor de ritdistributie gekozen om het model in eerste instantie te ontwerpen en te kalibreren op basis van gegevens over verplaatsingen van, naar en binnen Amsterdam. Op deze manier is het eenvoudiger om bepaalde uitschieters te verklaren en eventuele verbeteringen aan het model door te voeren, dan wanneer alle hb-relaties in heel Nederland worden gebruikt om het model op te stellen.

Gekozen is om de afstand te gebruiken als basis voor de distributiefunctie. Een afstandsmatrix op postcode4-niveau is immers beschikbaar. Voor andere variabelen, zoals de reistijd of de reiskosten, is geen dataset beschikbaar op postcode4-relatieniveau. Wel dient opgemerkt te worden dat het opstellen van de distributiefunctie op basis van enkel afstand niet zal resulteren in de best mogelijke distributiefunctie. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is dan ook om de ontworpen distributiefunctie te verbeteren door de weerstand ook op basis van de reistijd en eventueel reiskosten te berekenen.

Om het ritdistributiemodel te ontwerpen is voor Amsterdam postcode4-niveau als aggregatieniveau gekozen. De rest van Nederland wordt geaggregeerd naar gemeenteniveau. Door locaties binnen Amsterdam te aggregeren naar postcode4-niveau is het mogelijk om de distributiefunctie te bepalen voor korte afstand verplaatsingen. Verplaatsingen vanuit en naar andere gemeenten zijn vanuit praktisch oogpunt niet naar postcode4-niveau geaggregeerd: dit zou honderdduizenden relaties opleveren, waaronder heel veel relaties met géén of slechts enkele waarnemingen. Bovendien zijn de intergemeentelijke verschillen voor verplaatsingen tussen een gemeente en Amsterdam doorgaans beperkt, wat betekent dat de meerwaarde van het aggregeren naar postcode4-niveau zeer beperkt is in deze fase.

Omdat ook het aantal relaties tussen twee postcodegebieden in Amsterdam en tussen Amsterdam en (de meeste) andere gemeenten beperkt is, worden hb-relaties met ongeveer dezelfde afstand samengevoegd in één afstandsbin. Vervolgens is de waarde van de distributiefunctie per bin bepaald middels de volgende formule (zoals in Thomas & Tutert, 2007):

$$f(d_{bin}) = T(d_{bin}) / H(d_{bin})$$

met $H_{ij} = O_i D_j / N$

en T_{ij} het aantal waargenomen verplaatsingen tussen zone i en zone j (Perovam 2005-2007)

Resultaat

Eerst is een model opgesteld om de ritdistributie voor woninggerelateerde verplaatsingen te berekenen. Verschillende vergelijkingen zijn uitgetoetst om het verband tussen $f(d_{bin})$ en de afstand te beschrijven. Het blijkt dat de relatie goed wordt beschreven door de volgende formule:

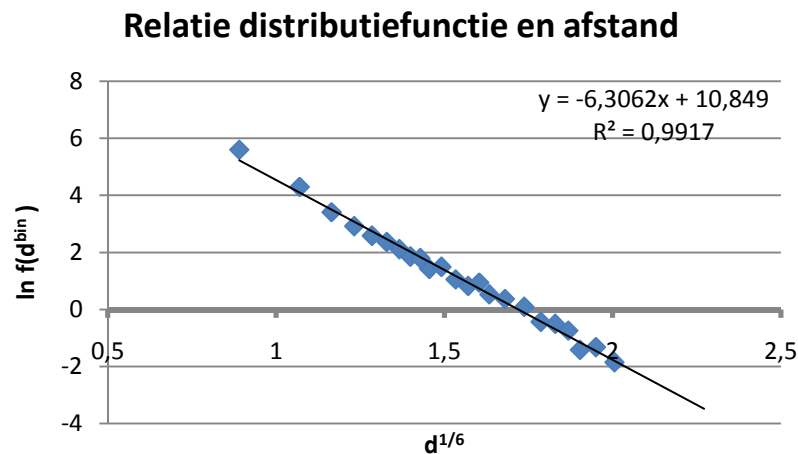
$$\ln f(d_{bin}) = 10,8 - 6,31d^{1/6} \text{ of } f(d_{bin}) = \exp(10,8) * \exp(-6,31d^{1/6})$$

Het gevonden verband is logisch: naarmate de afstand groter wordt daalt de waarde voor $f(d_{bin})$. Oftewel: hoe groter de afstand tussen twee zones, hoe minder verplaatsingen in verhouding worden gemaakt. In de paragraaf 6.2.3 is vastgesteld of deze vergelijking ook geschikt is om te gebruiken voor andere plaatsen in Nederland.

De ritdistributie kan uiteindelijk op de volgende wijze worden berekend:

$$T_{ij} = O_i D_j f_{ij} / N$$

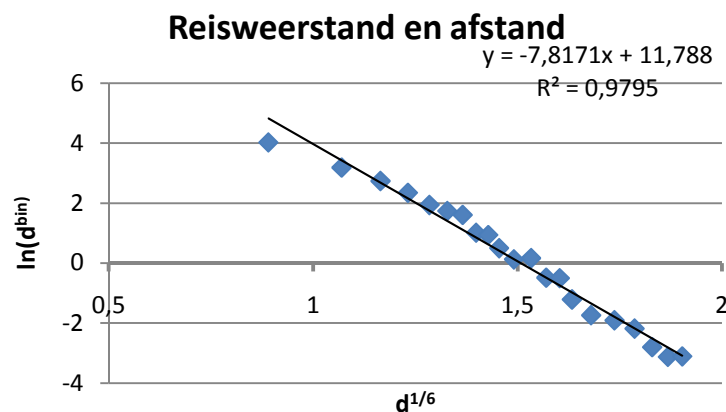
waarbij f_{ij} dus wordt bepaald op basis van de formule hierboven. Figuur 21 laat zien dat het model goed in staat is om de ritdistributie te voorspellen.



Figuur 21: relatie tussen de waarde van de distributiefunctie en afstand voor verplaatsingen vanuit de woning

Op eenzelfde wijze is een distributiefunctie voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen opgesteld. Voor dit type verplaatsingen geldt dat de relatie tussen $f(d_{bin})$ en afstand goed wordt beschreven door de volgende vergelijking:

$$\ln f(d_{bin}) = 11,8 - 7,82d^{1/6} \text{ of } f(d_{bin}) = \exp(11,8) * \exp(-7,82d^{1/6})$$

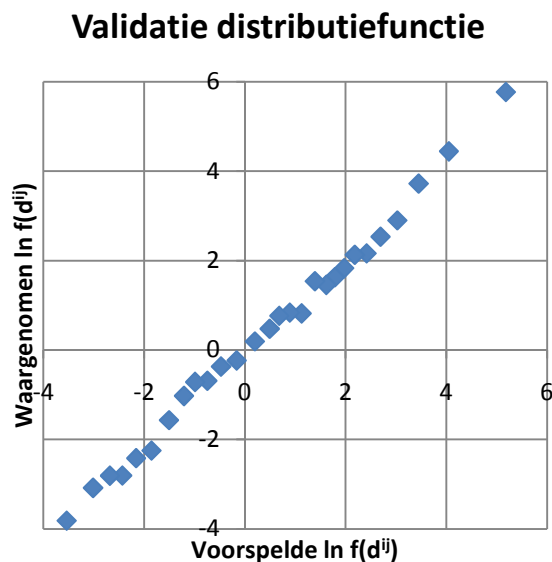


Figuur 22: relatie tussen de waarde van de distributiefunctie en afstand voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen

6.2.3. Validatie

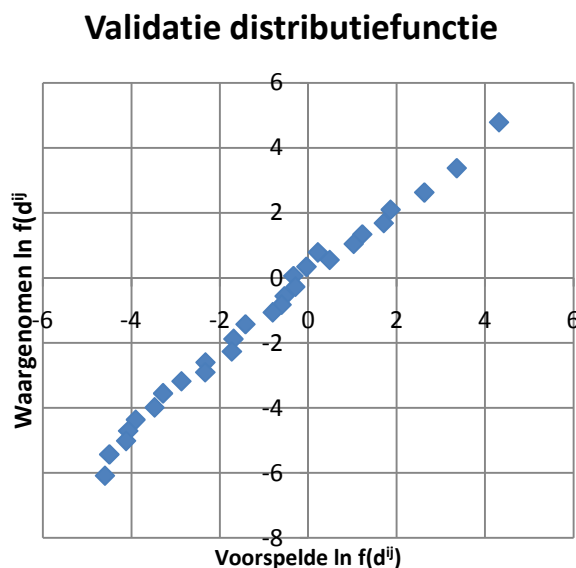
Om de ritdistributiemodellen te valideren is nagegaan in hoeverre het model geschikt is voor het bepalen van de ritdistributie voor Rotterdam. Hiervoor is MON-data van 2005-2008 gebruikt en alle verplaatsingen vanuit, naar en binnen Rotterdam zijn meegenomen. Ook voor Rotterdam is per afstandsbin de waarde van de distributiefunctie berekend. ($f(d_{bin}) = T(d_{bin})/H(d_{bin})$)

Vervolgens is de logaritme van voorspelde distributiefunctie uitgezet tegen de logaritme van de waargenomen distributiefunctie per afstandsbin. Figuur 23 toont aan dat de gedefinieerde functie voor ritdistributie ook voor Rotterdam goed fit.



Figuur 23: validatie distributiefunctie verplaatsingen vanuit woning middels analyse Rotterdam

Ook is de distributiefunctie voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen gevalideerd op basis van niet-woninggerelateerde verplaatsingen binnen, vanuit of naar Rotterdam. Ook deze distributiefunctie blijkt goed te zijn.



Figuur 24: validatie distributiefunctie niet-woninggerelateerde verplaatsingen middels analyse Rotterdam

6.2.4. Vergelijking met literatuur

Wanneer op basis van literatuur een vergelijking wordt gemaakt met andere modellen, dan kan opgemerkt worden dat ritdistributiemodellen meestal wat uitgebreider zijn:

- Ten eerste is de distributiefunctie door andere modellen vaak gebaseerd op de reistijd in plaats van de afstand tussen zones. Dit is waarschijnlijk een betere variabele om de distributie te bepalen dan verplaatsingsafstand, aangezien reistijd doorgaans zwaarder weegt dan reisafstand. (Immers & Stadia, 1998)
- Ten tweede worden door sommige distributiemodellen meer variabelen meegenomen. De OD Informer (Thomas & Tutert, 2007) maakt voor de distributiefunctie bijvoorbeeld onderscheid in plaatsgrootte van de bestemming.
- Ten derde zijn bij sommige modellen separate distributiemodellen opgesteld per verplaatsingsmotief, zoals bijvoorbeeld de OD Informer.

7. DETERMINANTEN MODAL SPLIT

Dit hoofdstuk beschrijft de relaties tussen de modal split en een groot aantal potentiële determinanten van de modal split. Allereerst is in paragraaf 7.1 een lijst van determinanten opgesteld die volgens de literatuur invloed hebben op de modal split. Vervolgens zijn in paragraaf 7.2, 7.3 en 7.4 de relaties tussen enerzijds de herkomst-, bestemmings- en verplaatsingskarakteristieken en anderzijds de modal split van verplaatsingen vanuit de woning geanalyseerd. Paragraaf 7.5 vat de bevindingen hiervan samen. Vervolgens is in paragraaf 8 beknopt beschreven op welke wijze de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen kan worden bepaald.

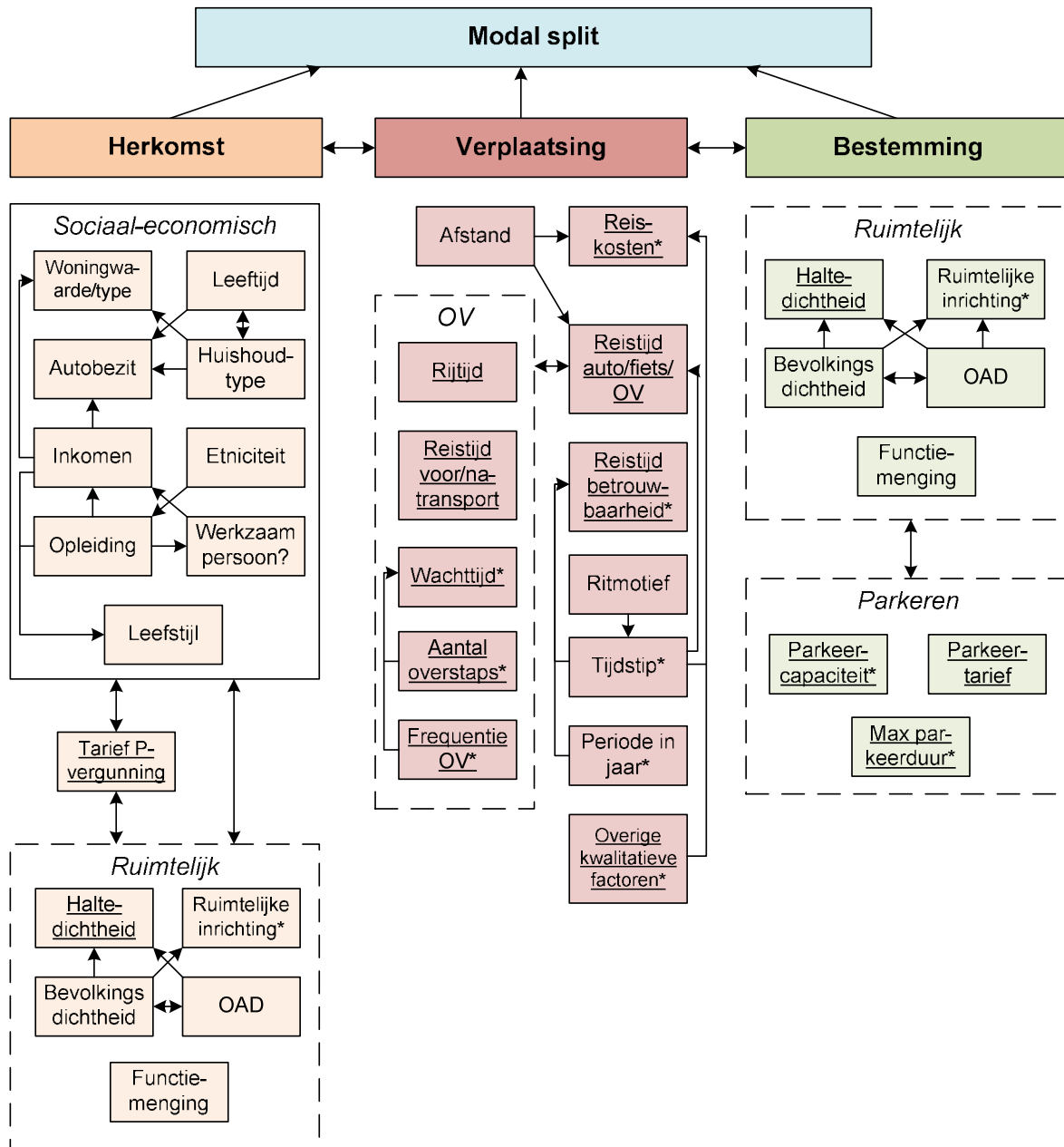
7.1. THEORIE DETERMINANTEN MODAL SPLIT

Ter introductie is een overzicht gemaakt van de factoren die volgens de literatuur een invloed hebben op de modal split, zodat de analyses enigszins gestructureerd vorm kunnen worden gegeven. Figuur 25 geeft een overzicht van de determinanten van de modal split en de onderlinge relaties. In bijlage 7.1 wordt toelichting gegeven op deze determinanten en de eventuele relaties met andere determinanten. Het conceptuele model is gebaseerd op Ortúzar & Willumsen (2001), Van Acker & Witlox (2010) en Harms (2006).

In de eerste plaats is onderscheid gemaakt tussen herkomst-, verplaatsings- en bestemmingsgerelateerde karakteristieken. Tussen de karakteristieken van de verschillende hoofdcategorieën bestaan diverse relaties. Zo stijgt bijvoorbeeld de frequentie van het OV over het algemeen naarmate de bevolkingsdichtheid en/of OAD van de herkomst- en/of bestemmingszone groter wordt. En de reistijd van het vervoer (voor OV) is gerelateerd aan de haldedichtheid. Om het schema niet te onoverzichtelijk te maken zijn niet al deze relaties tussen verschillende categorieën aangegeven. Wel impliceren de pijlen tussen de hoofdcategorieën dat er relaties bestaan tussen de herkomst-, bestemmings- en verplaatsingskarakteristieken.

De drie hoofdcategorieën zijn vervolgens nader uitgewerkt:

- Herkomst: wat betreft de herkomstkarakteristieken is een onderverdeling gemaakt in twee categorieën: de sociaal-economische kenmerken van de inwoners in de herkomstzone en de ruimtelijke karakteristieken van deze zone. Ook op dit niveau geldt dat een relatie bestaat tussen beide categorieën: in dichtbevolkte delen van de stad is bijvoorbeeld het gemiddeld inkomen meestal lager. Verder bestaan in sommige steden (in delen van de stad) vergunningstarieven voor parkeren aan de woningzijde. Deze variabele heeft een relatie met zowel de sociaal-economische als de ruimtelijke karakteristieken van een gebied: over het algemeen bestaan (hoge) vergunningstarieven in dichtbevolkte gebieden waar de ruimte schaars is. Daarnaast heeft het vergunningstarief een drukkend effect op het autobezit. Tenslotte zijn er nog een groot aantal relaties tussen de verschillende sociaal-economische en tussen de verschillende ruimtelijke variabelen onderling. De belangrijkste relaties zijn middels pijlen weergegeven.
- Verplaatsing: de karakteristieken van de verschillende vervoersmodaliteiten zijn van invloed op de modal split. Voor het bepalen van de reistijd per OV geldt dat verschillende variabelen een rol spelen: de voor- en natransporttijd, de wachttijd en rijtijd. Aangezien de reistijdwaardering van de verschillende gedeelten van een OV-verplaatsing niet gelijk zijn, is het relevant om voor het OV niet alleen de totale reistijd in beschouwing te nemen, maar ook (voor zo ver mogelijk) de afzonderlijke reistijd voor de verschillende gedeelten van de verplaatsing.
- Bestemming: de bestemmingskarakteristieken zijn verdeeld in twee categorieën: ruimtelijke en parkeergerelateerde variabelen. Deze twee categorieën hebben onderling een relatie aangezien het parkeerregime doorgaans het strengst is in gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid of een hoge concentratie activiteiten.



Figuur 25: determinanten modal split woninggerelateerde verplaatsingen

De onderstreepte determinanten kunnen door beleid relatief eenvoudig en op korte termijn worden beïnvloed. Het is in het bijzonder relevant om de relatie tussen de modal split en deze determinanten te onderzoeken. Immers, hoe meer beleidsrelevante variabelen in het model, hoe interessanter het model is voor beleidsmakers, aangezien het effect van meer maatregelen kan worden doorgerekend. Om deze reden is gekozen om bijvoorbeeld de relatie tussen de modal split en de reistijdverhouding te onderzoeken, ondanks dat het verzamelen van data hiervoor relatief veel tijd kost.

Verder dient te worden opgemerkt dat niet van alle bovenstaande determinanten de relatie met de modal split wordt onderzocht. De determinanten met een * worden niet geanalyseerd wegens een gebrek aan adequate data, omdat het verzamelen van de data zeer tijdrovend is of omdat het voor het model niet relevant is. Om dit laatste punt te verduidelijken: het tijdstip van de dag heeft bijvoorbeeld wel invloed op de modal split, echter in paragraaf 3.5 is aangegeven dat het model zich richt op het bepalen van de modal split voor een gehele werkdag. Het effect van het tijdstip van de dag wordt daarom niet meegenomen in de analyse.

Tenslotte geeft Tabel 11 een overzicht van de data die is gebruikt voor de analyses. Uit deze tabel valt af te leiden dat voor een gedeelte van de analyses niet alleen Perovam, maar óók MON-data is gebruikt. In dit geval betreft het MON-data over verplaatsingen vanuit de woning van een andere gemeente dan Amsterdam *naar* Amsterdam. Hiervoor is ten eerste gekozen omdat bestemmingskarakteristieken, zoals het parkeertarief, mogelijk een verschillend effect hebben op lange en korte afstand verplaatsingen. Ten tweede is de hoeveelheid data over lange afstand verplaatsingen enigszins beperkt in Perovam. Daarom is ook voor het analyseren van de verplaatsingskarakteristieken gebruik gemaakt van MON-data over verplaatsingen naar Amsterdam.

<i>Type determinanten</i>	<i>Gebruikte data</i>
Herkomstkarakteristieken	Perovam (2001-2007)
Bestemmingskarakteristieken	Verpl. <i>vanuit</i> A'dam naar A'dam: Perovam (2001-2007) Verpl. <i>vanuit</i> andere gemeenten naar A'dam: MON (2005-2008)
Verplaatsingskarakteristieken	MON (2005-2008) + Perovam (2001-2007) ivm relatief weinig data lange afstand verplaatsingen

Tabel 11: gebruikte data voor analyse determinanten modal split

7.2. KARAKTERISTIEKEN HERKOMSTZIJDE

In deze paragraaf worden de relaties tussen herkomstgerelateerde determinanten en de modal split toegelicht. De analyses zijn uitgevoerd aan de hand van de in paragraaf 4.4 beschreven methodiek:

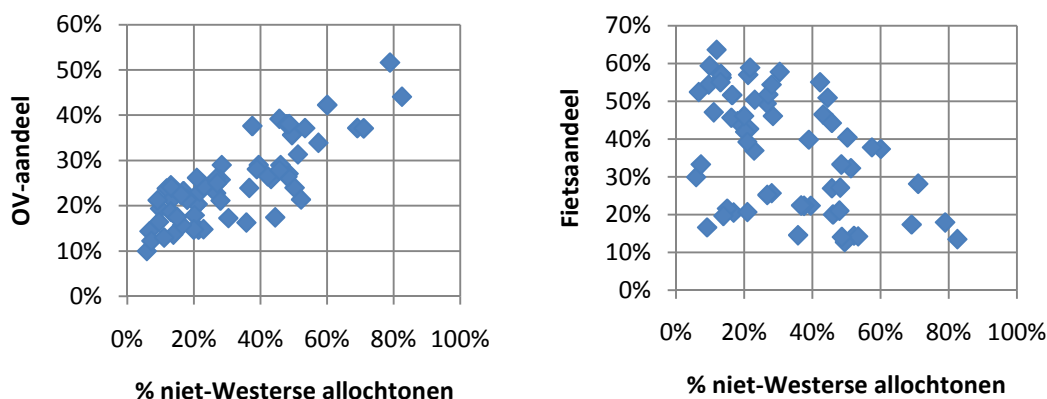
- Eerst zijn op basis van literatuur, GIS-visualisaties (zie bijlage 7) en eigen inzicht één of meerdere hypothesen opgesteld over de relatie tussen de determinant en de modal split;
- Per determinant wordt vervolgens nagegaan hoe de vorm van de relatie met de modal split er uitziet en of de bevindingen in lijn zijn met de literatuur;
- Vervolgens wordt bepaald of er andere variabelen zijn die de relatie tussen de bestudeerde determinant en de modal split beïnvloeden en daarom in de analyse moeten worden betrokken;
- Tenslotte wordt per determinant geconcludeerd of het relevant om deze determinant op te nemen modal split model.

7.2.1. Etniciteit

Uit verschillende onderzoeken (onder andere Harms, 2006; Verhoeven & Schrijnen, 2010; Niepoth, 2004) volgt dat allochtonen minder dan autochtonen gebruik maken van de fiets en juist meer van het OV. Het autogebruik van allochtonen is volgens deze literatuur ook iets lager dan dat van autochtonen.

Analyse

Uit de analyse blijkt dat het percentage niet-westerse allochtonen een zeer sterk verband vertoont met het OV-gebruik. Een correlatie van maar liefst +0,83 wordt gevonden. Ook uit Figuur 26 is af te leiden dat er sprake van een sterke relatie is. Voor het fietsgebruik geldt het omgekeerde: zones met een groter percentage allochtonen hebben over het algemeen een lager fietsgebruik, maar het verband (correlatie -0,53) is echter duidelijk minder sterk. Deze constatering met betrekking tot het fiets- en OV-gebruik van allochtonen zijn in lijn met de literatuur, waarin wordt geconcludeerd dat niet-westerse allochtonen relatief veel van het OV gebruik maken en juist minder van de fiets.



Figuur 26: percentage NW-allochtonen en OV-gebruik (links) en fietsgebruik (rechts)

Volgens de literatuur is verder het autoaandeel lager in gebieden met een hoog percentage allochtonen. Deze constatering wordt echter niet teruggevonden wanneer het autogebruik per pc4-gebied wordt uitgezet tegen het percentage allochtonen. Het is daarom wenselijk om te verklaren waarom het autogebruik volgens de Perovamdata geen verband vertoont met het percentage allochtonen. Dit gebeurt later in deze paragraaf.

Relaties met andere determinanten

Nagegaan is of de relatie tussen het percentage allochtonen en de modal split sterk is beïnvloed door andere factoren. Volgens de Niepoth (2004) is het motorvoertuigenbezit onder allochtonen lager, is het percentage jongeren groter en wonen allochtonen relatief vaak in dichtbevolkte delen van de stad. Verder geldt voor de specifieke Amsterdamse situatie dat allochtonen voornamelijk buiten de ring A10 en in Amsterdam Noord wonen, waar geen (of nauwelijks) vergunningstarieven voor parkeren aan de woningzijde bestaan. De vraag is nu of deze factoren de relatie sterk beïnvloeden.

Allereerst is het nodig om te bepalen of de bovenstaande verbanden tussen het percentage allochtonen en andere determinanten in de data terug worden gevonden. Dit blijkt niet het geval:

- Tussen het percentage allochtonen en de bevolkingsdichtheid bestaat in zijn geheel geen relatie (correlatie +0,04). Mogelijk dat dit komt doordat de bevolkingsdichtheid van heel veel delen van Amsterdam hoog is.
- Ook is nauwelijks een verband te ontdekken tussen het percentage allochtonen en het autobezit per huishouden (-0,20). Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat de grootste percentages allochtonen worden gevonden buiten de ring A10. Hier bestaan nauwelijks vergunningstarieven en dit heeft een positief effect op het autobezit. Om deze reden is de relatie tussen het autobezit en het percentage allochtonen bepaald, voor enkel de gebieden buiten de ring A10 en Amsterdam Noord. Nu wordt wél een duidelijke correlatie gesignaleerd: -0,74. Voor de overige gebieden (met vergunningstarief) is de correlatie kleiner, -0,42. Dit wordt mogelijk verklaard door het gegeven dat de vergunningstarieven aanzienlijk verschillen per pc4gebied.
- Wanneer de relatie wordt gelegd tussen het percentage allochtonen per postcodegebied en het aantal 15-24-jarigen wordt een correlatie van +0,67 gevonden. Ondanks de redelijk sterke correlatie zal het grotere percentage jongeren maar een beperkte invloed hebben op de modal split. Het percentage jongeren (15-24 jaar) ligt in bijna alle postcodegebieden tussen de 8% en 18% en jongeren maken gemiddeld ongeveer 20% meer verplaatsingen met het OV (zie Figuur 28). Bij benadering kan dus slechts maximaal 2% (namelijk $20\% \times (18\% - 8\%)$) van het verschil in het OV-gebruik verklaard worden door verschillen in het percentage jongeren.

Er is dus geen relatie gevonden tussen de bevolkingsdichtheid en het percentage allochtonen. Verder kunnen verschillen in het percentage jongeren slechts een zeer beperkt gedeelte van het verschil in de modal split verklaren. Daarom is alleen nagegaan of nog steeds een sterke relatie wordt gevonden tussen het percentage allochtonen en de modal split, wanneer wordt gecontroleerd voor motorvoertuigenbezit. (Zie paragraaf 4.4.1 voor toelichting op de wijze

waarop gecontroleerd wordt voor variabelen.) Gezien de verschillende vergunningstarieven per pc4gebied en het gegeven dat dit het autobezit waarschijnlijk beïnvloedt, zijn voor deze analyse enkel pc4gebieden zonder vergunningstarieven gebruikt.

Wanneer de partiële correlatie wordt bepaald tussen het percentage allochtonen en het autogebruik, gecontroleerd voor het autobezit, dan wordt nog steeds een sterke relatie gevonden tussen het percentage allochtonen en het OV-gebruik (+0,78). De relatie met het fietsgebruik is ook heel sterk, wanneer gecontroleerd wordt voor autobezit (-0,78). De correlatie met het autogebruik is zeer klein. (+0,36)

Conclusie

Een sterke relatie wordt gevonden tussen het percentage allochtonen en het OV-gebruik, ook wanneer de invloed van andere factoren in beschouwing wordt genomen. Deze bevinding is overeenkomstig met de literatuur. Daarom wordt geconcludeerd dat het opnemen van het percentage niet-westerse allochtonen relevant is voor het model om het OV- en fietsgebruik te bepalen. Op verplaatsingen van meer dan 15 kilometer, waar de fiets nauwelijks nog wordt gebruikt, wordt geen relatie gevonden tussen het percentage allochtonen en de modal split.

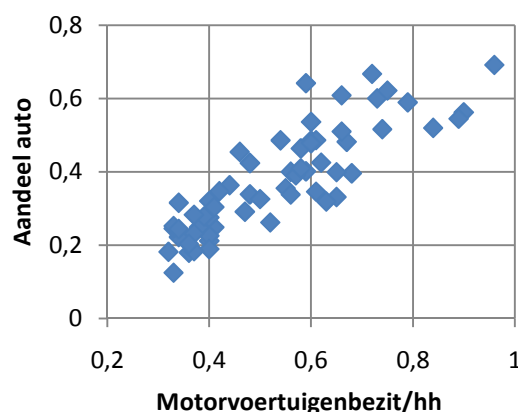
7.2.2. Motorvoertuigenbezit

Op basis van logische redeneren is een positieve relatie tussen het motorvoertuigenbezit en het autogebruik te verwachten. Daarentegen heeft het motorvoertuigenbezit naar verwachting een negatieve invloed op het OV- en fietsgebruik (zie ook bijvoorbeeld Ververs & Ziegelaar (2006) of Twuijver *et al.* (2006)). Wanneer personen niet over een auto kunnen beschikken, kan immers geen verplaatsing per auto (behalve als inzittende) worden gemaakt. De vraag is dan ook met name hoe sterk de relatie is tussen het motorvoertuigenbezit en de modal split is en hoe deze relatie er uit ziet. Daarnaast is het de vraag welke variabele de sterkste relatie oplevert: het motorvoertuigenbezit per huishouden of het motorvoertuigenbezit per inwoner?

Analyse

Een sterke relatie tussen het motorvoertuigenbezit per huishouden en het autogebruik wordt gevonden (+0,84). Figuur 27 laat zien dat de relatie tussen het autoaandeel en het motorvoertuigenbezit per huishouden op het bestudeerde interval (0,3-1,0 mvt/hh) ongeveer lineair is tot 0,7 mvt/hh. Daarna neemt de stijging van het autoaandeel wat af naarmate het autobezit per huishouden stijgt. Dit is overigens ook logisch. Het autogebruik kan immers maximaal 100% zijn en OV- of fietsverplaatsingen zullen altijd gemaakt worden door bijvoorbeeld jongeren of personen zonder rijbewijs. Aangezien er in Amsterdam geen postcodegebieden zijn met een motorvoertuigenbezit van meer dan 1 per huishouden, is de relatie tussen autogebruik en zeer hoog motorvoertuigenbezit niet te achterhalen op basis van Perovamgegevens.

Voor het modelontwerp in hoofdstuk 8 is het zinvol om met twee varianten te experimenteren: één non-lineaire variant waarbij het effect van een groter autobezit op de modal split langzaam afneemt naarmate het autobezit groter is en een variant met een lineaire relatie tussen het autobezit en het autoaandeel.



Figuur 27: gemiddeld motorvoertuigen per huishouden en auto- en OV-gebruik

Wat betreft fietsgebruik geldt dat een negatieve correlatie wordt gevonden met het autobezit (-0,60). Opvallend is dat er nauwelijks een relatie bestaat tussen het OV-aandeel (-0,28). Dit is niet in lijn met de literatuur. Ook komt het niet overeen met de bevindingen, wanneer niet ruimtelijk wordt geaggregeerd, maar juist onderscheid wordt gemaakt tussen autobeschikkers en niet-autobeschikkers (zie Tabel 12). Met autobeschikker wordt bedoeld, een persoon die een auto ter beschikking heeft voor het maken van een verplaatsing. Het autogebruik van autobeschikkers is veel groter, terwijl het fiets- en met name het OV-gebruik aanzienlijk lager is. De verschillen zijn logisch, maar interessant is dat het hogere autogebruik voor het grootste gedeelte ten koste gaat van het OV-gebruik en mindere mate ten koste gaat van het fietsgebruik. Mogelijk dat het verband tussen het motorvoertuigenbezit per huishouden en het OV-gebruik wordt verstoord door andere determinanten.

	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>OV</i>
niet-autobeschikkers	10%	47%	43%
autobeschikkers	59%	31%	11%

Tabel 12: modal split autobeschikkers en niet-autobeschikkers

Wanneer in plaats van het autobezit per *huishouden* het autobezit per *persoon* wordt bestudeerd, dan wordt minder sterke verbanden met het fietsgebruik en het autogebruik gevonden. Wel is de relatie met het OV-gebruik iets sterker, maar nog steeds beperkt. Dit laatste zou overigens kunnen worden verklaard doordat het motorvoertuigenbezit per inwoner met bepaalde andere variabelen gecorreleerd is, die het OV-gebruik negatief beïnvloeden.

	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>ov</i>
mvt/hh	0,84	-0,60	-0,28
mvt/inw	0,67	-0,32	-0,42

Tabel 13: correlaties motorvoertuigenbezit en modal split

Relaties met andere determinanten

Nagegaan is of het percentage allochtonen de relatie tussen modal split en motorvoertuigen per huishouden beïnvloedt. Eerder is immers geconstateerd dat zowel het autobezit per huishouden als het percentage allochtonen in gebieden buiten de ring A10 groter is. De sterk positieve correlatie tussen OV-gebruik en allochtonen is dan mogelijk een verklaring voor het gegeven dat het OV-gebruik groot is in gebieden met een relatief hoog motorvoertuigenbezit.

Wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen blijkt het verband tussen het motorvoertuigenbezit en het OV-gebruik echter nog kleiner: -0,16. Het controleren voor andere determinanten, zoals bevolkingsdichtheid of OAD, blijkt ook geen verklaring te kunnen bieden voor de beperkte relatie tussen OV-aandeel en autobezit.

Conclusie

Het autobezit per huishouden heeft een sterke relatie met de modal split: een positieve relatie met het autogebruik en een negatieve relatie met het fietsgebruik. Deze bevindingen zijn in lijn met de verwachtingen. Wel moet bij het modelontwerp worden bepaald of van een lineaire relatie moet worden uitgegaan of een relatie waarbij het effect van een toenemend autobezit op het auto- en fietsgebruik minder sterk wordt naarmate het autobezit groter wordt. In Amsterdam zijn echter weinig wijken met een hoog motorvoertuigenbezit (rond 1 mvt/hh of hoger), waardoor dit laatste niet vast kan worden gesteld op basis van data over Amsterdam. Op ruimtelijk aggregatieniveau wordt verder nauwelijks een verband gevonden tussen autobezit en OV-gebruik. Dit komt niet overeen met de literatuur en ook niet met de bevindingen wanneer enkel onderscheid wordt gemaakt tussen autobeschikkers en niet-autobeschikkers. Tenslotte blijkt het motorvoertuigenbezit per huishouden een sterkere relatie met de modal split te hebben dan het motorvoertuigenbezit per inwoner.

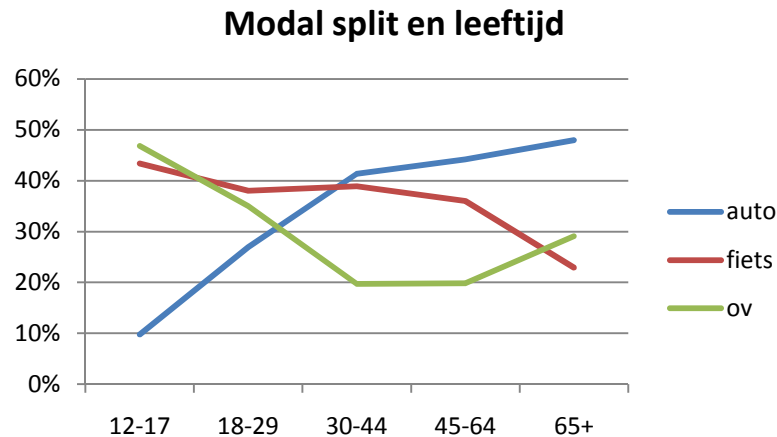
7.2.3. Leeftijd

Het OV-bezit is groter onder jongeren en het autobezit is juist lager onder jongeren (Niepoth, 2004). Daarnaast maken ouderen minder gebruik van de fiets volgens van Loon en Broer (2006).

Daarom is vastgesteld in hoeverre er een relatie bestaat tussen het percentage jongeren (15-24) en het percentage ouderen (65+).

Analyse

Wanneer geaggregeerd wordt naar leeftijdsklasse, dan worden de verwachtingen bevestigd, zoals onderstaande figuur illustreert.



Figuur 28: modal split en leeftijd

Op ruimtelijk geaggregeerd niveau blijkt dat tevens een duidelijke relatie (+0,65) wordt gevonden tussen het percentage jongeren (tussen de 15 en 24 jaar) en het OV-gebruik, terwijl geen relatie wordt gevonden met het auto-gebruik (-0,06). Tussen het fietsgebruik en het percentage ouderen wordt een beperkt verband gevonden, -0,36.

Relaties met andere determinanten

Volgens CBS (2008) is het percentage jongeren onder allochtonen relatief groot ten opzichte van autochtonen. Dit blijkt ook in Amsterdam het geval te zijn, gezien de correlatie tussen de twee variabelen van +0,68. Daarom is nagegaan wat de partiële correlatiecoëfficiënt tussen het percentage jongeren en het OV-gebruik is, wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen. Deze blijkt aanzienlijk lager te zijn: +0,21. Het is overigens ook logisch dat de correlatie beperkt is, aangezien het percentage 15-24-jarigen niet een heel groot gedeelte van het verschil in de modal split kan verklaren. Het percentage jongeren in de verschillende zones in Amsterdam ligt ongeveer tussen de 8% en 18%. Figuur 28 laat verder zien dat het OV-gebruik van jongeren ongeveer 20% groter is dan de andere leeftijdsgroepen. Slechts maximaal $(18-8\%) \times 20\% = 2\%$ van het verschil in OV-gebruik tussen zones kan dus worden verklaard door het percentage jongeren. Hierbij is aangenomen dat het aantal verplaatsingen per persoon per dag ongeveer gelijk is bij de verschillende leeftijdsgroepen. De hierboven beschreven argumentatie is ook een verklaring voor het feit dat geen relatie wordt gevonden tussen het percentage jongeren en het auto- en fietsgebruik.

Tenslotte is geconstateerd dat er een redelijk verband bestaat tussen het percentage ouderen en het motorvoertuigenbezit per huishouden (+0,51). In paragraaf 7.2.2 is aangetoond dat er een negatieve relatie tussen het autobezit en het fietsgebruik bestaat. Daarom is bepaald wat de partiële correlatie tussen het percentage ouderen en het fietsgebruik is, gecontroleerd voor het autobezit. Deze blijkt slechts -0,26 te zijn. Ook hier wordt geconcludeerd dat verschillen in het percentage van een bepaalde leeftijdsklasse, in dit geval ouderen, uiteindelijk slechts een heel klein gedeelte van verschillen in de modal kunnen verklaren.

Conclusie

De conclusie die getrokken moet worden is dat het percentage inwoners uit een bepaalde leeftijdsklasse op ruimtelijk geaggregeerd niveau in veel gevallen geen goede voorspeller is van de modal split. Reden hiervoor is dat verschillen in het percentage personen van een bepaalde leeftijdsklasse slechts een klein deel van het verschil in de modal split kunnen verklaren tussen

pc4gebieden (hooguit enkele procenten). Daarom is het opnemen van het percentage inwoners uit een bepaalde leeftijdsklasse waarschijnlijk niet zinvol voor het model.

7.2.4. Inkomen

Volgens Van Acker & Witlox (2010) is het inkomen samen met het rijbewijsbezit de belangrijkste verklarende factor voor het motorvoertuigenbezit. In paragraaf 7.2.2 is aangegeven dat er een duidelijke relatie bestaat tussen het motorvoertuigenbezit en het autogebruik. Gezien het feit dat volgens Van Acker & Witlox (2010) het inkomen een relatie heeft met de modal split heeft, omdat het motorvoertuigenbezit dan groter is, is het de vraag of het inkomen ook op een andere wijze nog enige invloed heeft op de modal split.

Analyse

In tegenstelling tot wat de literatuur schrijft, blijkt in Amsterdam op ruimtelijk geaggregeerd niveau geen sterke relatie te bestaan tussen inkomen en het autobezit (+0,43). Mogelijk dat er sprake is van ecological fallacy, waardoor de relatie tussen inkomen en autobezit niet duidelijk naar voren komt. In wijken in en rondom het centrum is het gemiddeld inkomen namelijk hoger, maar hier zijn ook de hoogste vergunningstarieven, welke een drukkend effect hebben op het autogebruik. Ook levert het gebruik van de auto vanuit deze gebieden meestal geen tijdvoordeel op, wat autobezit minder aantrekkelijk maakt. Daarom is ook niet-ruimtelijk, maar naar inkomensklasse geaggregeerd en zijn enkel inwoners van postcodegebieden in stadsdeel Centrum in beschouwing genomen. In dat geval wordt wél een verband gevonden tussen het inkomen en het autobezit. Het autogebruik van hoge inkomensgroepen blijkt echter ook groter. Wanneer vervolgens voor motorvoertuigenbezit wordt gecontroleerd, dan blijkt dat er echter geen significante correlatie bestaat tussen inkomen en autogebruik.

Verder is er weinig verband tussen het gemiddeld huishouden inkomen en de modal split: de correlatie met het autogebruik is +0,26 en met het OV-gebruik -0,39. Tussen het inkomen en het fietsgebruik wordt in zijn geheel geen verband gevonden.

Conclusie

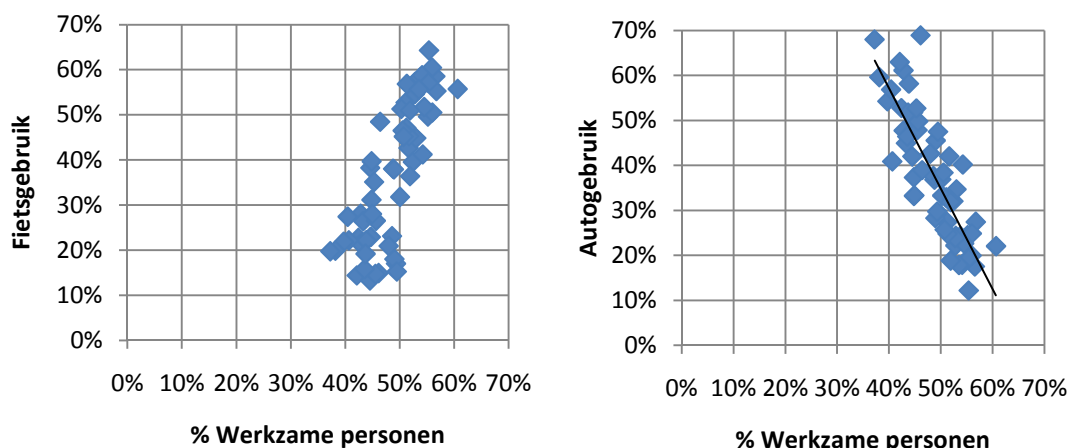
Wanneer rekening wordt gehouden met ruimtelijke karakteristieken die het autogebruik beïnvloeden, blijkt dat er een relatie bestaat tussen het inkomen en het autobezit: hoe hoger het gemiddelde inkomen, hoe groter het motorvoertuigenbezit. Wanneer voor het motorvoertuigenbezit en het vergunningstarief wordt gecontroleerd, blijkt dat het inkomen niet van invloed is op de modal split. Gegeven de bevinding dat het inkomen enkel een relatie heeft met de modal split, omdat het inkomen een positief effect heeft op het autobezit, is het in principe niet nodig om het inkomen op te nemen als modelvariabele.

7.2.5. Werkzame personen

Volgens Ververs & Ziegelaar (2006) is er een relatie tussen het percentage werkzame personen in een zone en de modal split. Naarmate het percentage werkenden stijgt, wordt het fietsaandeel groter.

Analyse

Voor de analyse is het percentage werkzame personen ten opzichte van de gehele bevolking in een postcodegebied gebruikt. Een sterke correlatie tussen enerzijds het percentage werkzame personen en anderzijds het fietsgebruik (+0,80) en het autogebruik (-0,84) bestaat. Uit Figuur 29 volgt echter dat de gevonden relatie tussen het percentage werkzame personen en de modal split veel sterker is dan op basis van logisch redeneren kan worden verklaard: een toename van het percentage werkenden met 10% gaat volgens de figuur samen met een (absolute) daling van het autogebruik met 25%. Er moeten dus andere determinanten zijn die deze relatie ook beïnvloeden.



Figuur 29: relatie tussen het percentage werkzame personen en het fietsgebruik (links) en autogebruik (rechts)

Relaties met andere determinanten

Wanneer de relaties met andere determinanten worden bestudeerd, dan valt op dat de hoogste percentages werkzame personen worden gevonden in het centrum en de gebieden ten zuiden hiervan binnen de ring A10. Eerder is reeds geconstateerd dat het motorvoertuigenbezit in deze zones gemiddeld lager is en dat de autobereikbaarheid relatief slecht is. Uit analyse blijkt dat de correlatie tussen het motorvoertuigenbezit en het percentage werkenden aanzienlijk is, $-0,70$. Wanneer gecontroleerd wordt voor het motorvoertuigenbezit is de correlatie tussen het percentage werkzame personen en het fietsgebruik beperkt. $(+0,32)$

Conclusie

Er is een sterke correlatie tussen het percentage werkzame personen en de modal split. Deze correlatie is echter grotendeels toe te schrijven aan het feit dat de postcodegebieden met de hoogste percentages werkenden in het centrum en het gebied ten zuiden hiervan liggen. In deze gebieden is het fietsgebruik hoog, vanwege het lage motorvoertuigenbezit. Het is daarom de vraag of het opnemen van het percentage werkzame personen relevant is voor het modal split model.

7.2.6. Woningwaarde

Er is aanleiding om te onderzoeken of er een relatie bestaat tussen de gemiddelde woningwaarde van een gebied en de modal split. Ten eerste is naar verwachting het autogebruik hoger omdat personen die in een duurdere woning wonen over het algemeen welvarender zijn en daarom vaker één of meerdere auto's bezitten. Ten tweede zijn duurdere woningen over het algemeen groter en/of bevatten een groter tuin/landoppervlak. Hierdoor is het aantal woningen per km² kleiner. Een lagere woningdichtheid is minder aantrekkelijk voor OV-voorzieningen, wat weer leidt tot een lager OV-gebruik. Overigens moet hierbij wel de opmerking worden gemaakt dat dit laatste niet geldt voor alle gebieden in Amsterdam. Woningen in het centrum zijn namelijk ook relatief duur, terwijl de gemiddelde oppervlakte van deze woningen juist klein is

Analyse

Geen data over de woningwaarde op pc4-niveau is beschikbaar, maar wel heeft het CBS data over de woningwaarde van elke wijk (buurtcombinatie) in Amsterdam. Daarom is een analyse op wijkniveau gemaakt. Het blijkt dat de woningwaarde geen significante relatie heeft met het autogebruik, een lichte relatie met het fietsgebruik $(+0,33)$ en een redelijk sterke relatie met het OV-gebruik $(-0,63)$. Wanneer de wijken in het centrum van Amsterdam buiten de analyse worden gelaten, dan worden nagenoeg dezelfde correlaties gevonden.

Relaties met andere determinanten

Het blijkt dat de gemiddelde woningwaarde negatief is gecorreleerd met het percentage allochtonen $(-0,63)$. In paragraaf 7.2.1 is reeds aangetoond dat door inwoners van postcodegebieden met relatief veel allochtonen aanzienlijk meer gebruik wordt gemaakt van het

OV. Daarom is de partiële correlatie tussen de gemiddelde woningwaarde en het OV-gebruik berekend, waarbij gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen. Deze partiële correlatie blijkt klein te zijn: -0,27.

Conclusie

Wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen, dan is er slechts een kleine relatie tussen de gemiddelde woningwaarde en de modal split: naarmate de gemiddelde woningwaarde toeneemt daalt het OV-gebruik enigszins.

7.2.7. Huishoudtypen

Volgens Ververs & Ziegelaar (2006) heeft het percentage eenpersoonshuishoudens een positief effect op het fietsgebruik van een bepaald gebied.

Analyse

Wanneer de één-op-één relatie tussen het aandeel van de verschillende vervoersmodaliteiten en het percentage van de verschillende huishoudtypen per pc4-gebied wordt berekend, dan worden redelijk sterke correlaties gevonden. .

	Autogebruik	Fietsgebruik	OV-gebruik
Eenpersoons hh	-0,75	+0,76	-0,13
Meerpersoons zonder kinderen	+0,54	-0,16	-0,56
Meerpersoons met kinderen	+0,62	-0,76	+0,33

Relaties met andere determinanten

Op basis van de correlaties tussen determinanten onderling, wordt geconstateerd dat het aandeel van de verschillende huishoudtypen sterk gecorreleerd is aan het motorvoertuigenbezit per huishouden en het percentage allochtonen: een positieve correlatie wordt gevonden tussen het autobezit en het aandeel meerpersoonshuishoudens met kinderen (+0,57) en zonder kinderen (+0,64). Een negatieve relatie bestaat tussen het percentage eenpersoonshuishoudens (-0,74) en het autobezit. Overigens moet hierbij worden opgemerkt dat de pc4-gebieden met de grootste percentages eenpersoonshuishoudens voornamelijk in en rondom het centrum liggen. In deze gebieden bestaan de hoogste vergunningstarieven, wat het autobezit tracht te verlagen. Verder wordt een positieve correlatie gevonden tussen het percentage huishoudens met kinderen en het percentage allochtonen (+0,50) en een negatieve correlatie tussen het percentage meerpersoonshuishoudens zonder kinderen en het percentage allochtonen. (-0,60)

Gezien de duidelijke relaties tussen enerzijds het percentage allochtonen en het autobezit en anderzijds de verdeling naar huishoudtypen, is nagegaan wat de relatie tussen de verdeling naar huishoudtypen en de modal split is, wanneer wordt gecontroleerd voor het percentage allochtonen en het motorvoertuigenbezit per huishouden. Het blijkt dat het aandeel van de verschillende huishoudtypen nauwelijks invloed heeft op de modal split: de minst zwakke correlatie die nu wordt gevonden is deze tussen het aandeel meerpersoonshuishoudens zonder kinderen en het autogebruik, maar deze correlatie is nog steeds erg klein: +0,29.

Conclusie

Wanneer gecontroleerd voor het percentage allochtonen en het motorvoertuigenbezit, dan blijkt dat er amper significante relaties bestaan tussen de modal split en het aandeel van de verschillende huishoudtypen. Het is in eerste instantie dus niet nodig om deze variabele mee te nemen in het model.

7.2.8. Haltedichtheid

Naarmate het aantal haltes per zone stijgt, daalt doorgaans de gemiddelde afstand van de woning naar de OV-halte. Hierdoor neemt de voortransporttijd (en dus ook de totale reistijd) voor OV-verplaatsingen vanuit de zone af en volgens bijvoorbeeld Ortuzar & Willumsen (2001) is het OV-gebruik afhankelijk van deze reistijd. In principe geldt: hoe kleiner de reistijd (ten opzichte van de reistijd per auto of fiets), hoe groter het OV-aandeel.

Analyse

Om deze constatering uit de literatuur te toetsen is de haltedichtheid geoperationaliseerd als het aantal haltes per vierkante kilometer *bebouwd* oppervlak. Zowel OV-haltes als herkomst- en bestemmingslocaties bevinden zich immers vooral in de buurt van bebouwd terrein.

$$\text{haltedichtheid in zone } i = \frac{\text{aantal haltes in zone } i}{\text{km}^2 \text{ bebouwd oppervlak in zone } i}$$

De analyse met betrekking tot de haltedichtheid is op stadsdeelniveau uitgevoerd. Het maken van een analyse op pc4niveau is mogelijk, maar dit heeft een grote beperking: een aanzienlijk gedeelte van de haltes ligt nabij de grens van twee of meer postcodegebieden. Hierdoor is de halte een reëel alternatief voor verplaatsingen vanuit een herkomstlocatie welke net buiten het postcodegebied ligt van de halte. Het daadwerkelijk waargenomen aantal haltes in een postcodegebied komt daarom niet overeen met het aantal haltes dat gebruikt wordt voor verplaatsingen vanuit het desbetreffende postcodegebied.

Het blijkt dat de haltedichtheid op stadsdeelniveau geen goede voorspeller is van de modal split, zoals onderstaande tabel illustreert. Het stadsdeel met de laagste haltedichtheid, Amsterdam Zuidoost, blijkt het hoogste OV-aandeel te hebben, wat niet in lijn is met de literatuur.

Stadsdeel	Haltedichtheid	OV-aandeel
Centrum	35,7	22%
West	26,5	24%
Nieuw-West	25,8	30%
Zuid	26,8	18%
Oost	23,4	27%
Noord	26,7	23%
Zuidoost	17,6	41%

Tabel 14: relatie haltedichtheid en OV-aandeel (bestemmingszijde)

De volgende verklaringen zijn mogelijk voor de slechte relatie tussen haltedichtheid en OV-aandeel:

- Haltedichtheid zegt slechts in beperkte mate wat over de kwaliteit van het OV-aanbod. Volgens DIVV (2010) is juist de kwaliteit van het OV-aanbod in Zuidoost bijzonder goed. Ook factoren als frequentie, type OV en het aantal lijnen dat een halte aandoet spelen een rol.
- Het gebruikte aggregatieniveau is erg grof. De meeste stadsdelen hebben een haltedichtheid van ongeveer 25 haltes per km². Hierdoor is het moeilijk om de relatie tussen de haltedichtheid en andere variabelen goed te onderzoeken.

Relaties met andere determinanten

Eerder is aangetoond dat er een sterke relatie zichtbaar is tussen het percentage allochtonen en het OV-gebruik. In Zuidoost en Nieuw-West is het percentage allochtonen het grootst en op stadsdeelniveau wordt dan ook een correlatie van +0,92 gevonden tussen het percentage allochtonen en het OV-aandeel. Toch is er ook geen significante relatie (+0,11) tussen de haltedichtheid en het OV-aandeel, wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen.

Conclusie

Geconstateerd is dat de haltedichtheid geen goede voorspeller is van het OV-gebruik in een bepaalde zone. Ook wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen, wordt geen relatie ontdekt tussen de haltedichtheid en het OV-gebruik. Mogelijk dat op een meer gedetailleerd aggregatieniveau wel enige relatie wordt gevonden. Echter is reeds aangegeven dat een analyse op postcode4-niveau ook een groot nadeel heeft. Namelijk dat het aantal haltes in een postcodegebied in sommige gevallen aanzienlijk kleiner is, dan het aantal haltes dat op

loopafstand ligt (inclusief haltes in aangrenzende pc4gebieden dus) voor inwoners van het postcodegebied.

7.2.9. Leefstijl

Als gevolg een veranderende samenleving zijn persoonlijke voorkeuren en gedragingen van mensen steeds minder goed te voorspellen op basis van sociaaldemografische kenmerken. Daarom heeft Motivaction (2008) personen op een andere wijze ingedeeld. Motivaction heeft het Mentality-model ontwikkeld, waarbij onderscheid is gemaakt in acht groepen personen met verschillende normen, waarden en kijk op het leven. Personen zijn ingedeeld in de volgende twee hoofdcategorieën:

- Sociodemografie / status: in dit geval is naar de opleiding en het beroep van personen gekeken
- Normen en waarden: bij deze component zijn aspecten als doelen in het leven, vrije tijdsbesteding en familie en relaties van personen onderzocht

Motivaction heeft per postcodegebied vastgesteld welke door welke levensstijl het gebied het meest getypeerd wordt. In de rapportage van Motivaction (2008) is een uitgebreide toelichting te vinden op de verschillende levensstijlen.

De beschrijving van de leefstijlgroepen roept een aantal hypothesen op over de vervoerswijzekeuze van bepaalde leefstijlgroepen. Daarom is onderzocht of een relatie bestaat tussen de dominante levensstijl per postcodegebied en de modal split. Een aantal hypothesen is opgesteld over de relatie tussen de modal split van bepaalde leefstijlgroepen. Wanneer de data wordt geanalyseerd blijkt echter niet dat de verwachte relaties duidelijk terugkomen. Één van de problemen (en mogelijke oorzaken dat de hypothesen niet worden bevestigd) is dat enkel data beschikbaar is over de *dominante* leefstijlgroep per postcodegebied. Er is niet bekend wat per postcodegebied het aandeel van de verschillende groepen is.

Geconcludeerd wordt daarom dat het opnemen van de dominante leefstijlgroep volgens de indeling van Motivaction niet zinvol is voor het modal split model.

7.2.10. Parkeren herkomstzijde

Sommige gemeenten gebruiken een vergunningstarief als middel om het autogebruik terug te dringen. Met name in Amsterdam moet in veel wijken betaald worden voor een parkeervergunning. Onderzocht is ten eerste in welke mate er een relatie bestaat tussen het vergunningstarief en het autobezit. Ten tweede is vastgesteld of er een relatie bestaat tussen het vergunningstarief en de modal split, wanneer gecontroleerd wordt voor het autogebruik. Mogelijk dat als gevolg van het vergunningstarief het gebruik van de auto in verhouding groter is onder autobezitters in gebieden met een parkeervergunning. Het vergunningstarief kan er namelijk toe leiden dat personen die slechts incidenteel gebruik zouden maken van de auto, géén auto aanschaffen vanwege het vergunningstarief.

Analyse

Zoals verwacht bestaat er een redelijk negatieve correlatie (-0,58) tussen het vergunningstarief en het motorvoertuigenbezit per huishouden. Opgemerkt wordt dat het gemiddelde inkomen relatief hoog is in gebieden met een (hoog) vergunningstarief, wat de directe correlatie tussen vergunningstarief en motorvoertuigenbezit enigszins verzwakt. Wanneer gecontroleerd wordt voor het gemiddelde inkomen, dan blijkt de relatie tussen vergunningstarief en autobezit nog wat sterker (-0,70).

De vervolgvraag is nu of er een relatie is tussen het vergunningstarief en de modal split, als gecontroleerd voor het autobezit. Dit blijkt inderdaad het geval, want wanneer gecontroleerd wordt voor autobezit is de correlatie met het vergunningstarief -0,60. Dit is een opmerkelijke relatie. Autobezitters in zones met een vergunningstarief maken dus minder gebruik van de auto. De vergunningstarieven zijn het hoogst in gebieden met een hoge OAD en voor gebieden met een hoge OAD geldt dat over het algemeen de OV-bereikbaarheid relatief goed is, terwijl de autobereikbaarheid relatief slecht is. Om deze factoren mee te nemen is óók gecontroleerd voor de OAD. De correlatie tussen het autogebruik en het vergunningstarief is nu minder sterk (-0,40), maar nog steeds significant. Er kan echter niet worden verklaard waarom na controleren voor

OAD en autobezit, nog steeds een sterke relatie wordt gevonden tussen het vergunningstarief en de modal split.

Daarnaast is onderzocht of de opvallende relatie te verklaren is doordat personen in gebieden met hoge vergunningstarieven gemiddeld kortere verplaatsingen maken, wat bevorderlijk is voor het fietsgebruik. Dit blijkt echter niet het geval: de correlatie tussen de gemiddelde verplaatsingsafstand en het vergunningstarief is niet significant: -0,14.

Conclusie

Er blijkt een relatie te zijn tussen het vergunningstarief en de modal split, ook wanneer gecontroleerd wordt voor het autobezit en de OAD. De bevinding is echter moeilijk te verantwoorden. Om deze reden is het niet wenselijk om de variabele op deze manier in het model op te nemen.

7.2.11. Functiemenging

Functiemenging kan worden gedefinieerd als (het streven naar) de aanwezigheid van een evenwichtige verhouding van de functies wonen, werken, winkelen en onderwijs in één stadswijk (Abeling, 2006). Wanneer de functiemenging slecht is en dus het aantal arbeidsplaatsen, winkelgelegenheden en/of leerlingplaatsen ten opzichte van het aantal woningen in een bepaald gebied laag is, dan zijn personen (qua afstand) naar verwachting gemiddeld langer onderweg, dan bij goede functiemenging. In geval van goede functiemenging is de kans immers groter dat een activiteit in de eigen wijk wordt ondernomen. In paragraaf 7.4.1 wordt aangetoond dat er een verband bestaat tussen verplaatsingsafstand en de modal split: naarmate de verplaatsingsafstand toeneemt, daalt het fietsgebruik en stijgt het auto- en OV-gebruik.

Analyse

Verschiedende methoden bestaan op het begrip functiemenging te operationaliseren. In dit onderzoek is de methode uit studie van Snellen *et al.* (2005) gebruikt voor de operationalisatie.

$$\text{functiemenging} = \frac{\text{aantal arbeidsplaatsen}}{\text{aantal arbeidsplaatsen} + \text{aantal woningen}} \times 100$$

Waarden tussen de 24 en 76 corresponderen met een matige of goede functiemenging. Wanneer de waarde voor functiemenging groter is dan 76 of kleiner dan 24, dan is sprake van een slechte functiemenging (Abeling, 2006). Uiteraard is het interval 24-76 enigszins subjectief. Voor de analyse in deze paragraaf zijn enkel woongebieden met slechte functiemenging geselecteerd. Er is immers geen reden om aan te nemen dat personen, die wonen in een gebied met hoofdzakelijk arbeidsplaatsen, gemiddeld langer onderweg zijn.

Uit de analyse blijkt dat het fietsgebruik aanzienlijk lager is in gebieden met een slechte functiemenging. Het aantal auto- en OV-verplaatsingen vanuit deze zones met slechte functiemenging is juist groter (zie Tabel 15). Het verband is dus in lijn met de hypothese.

	auto	fiets	ov
goede functiemenging	34%	42%	24%
slechte functiemenging	41%	29%	30%

Tabel 15: functiemenging en modal split

Relaties met andere variabelen

Op moet worden gemerkt dat de meeste wijken met een slechte functiemenging buiten de ring A10 liggen, waar geen parkeervergunning benodigd is en waar het percentage allochtonen relatief groot is. In voorgaande paragrafen is aangetoond dat beide factoren een drukkend effect hebben op het fietsaandeel. Daarom is een analyse uitgevoerd, waarbij gecontroleerd is voor deze twee determinanten. Wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen en het vergunningstarief, blijkt dat er geen significante correlaties worden gevonden tussen de functiemenging en de modal split. Gezien het binaire karakter van de determinant functiemenging (de functiemenging kan volgens gebruikte methodiek enkel de waarde goed of slecht aannemen, geen tussenweg) en het continue karakter van de andere twee determinanten,

is het wenselijker om deze laatste twee variabelen te gebruiken in het model in plaats van de functiemenging.

Conclusie

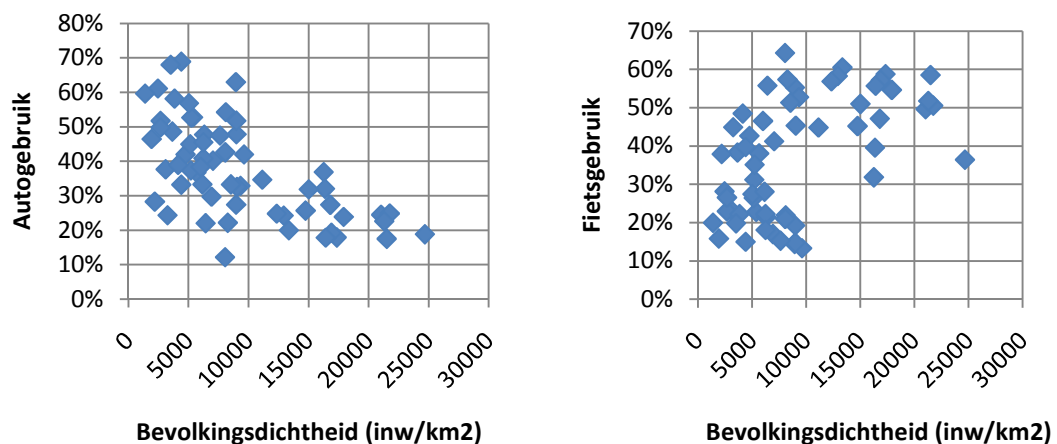
Er bestaat een relatie tussen de functiemenging en de modal split. In gebieden met een slechte functiemenging wordt in vergelijking met gebieden met een goede functiemenging vaker gebruik gemaakt van het OV en de auto en minder vaak van het OV. Wanneer gecontroleerd wordt voor het percentage allochtonen en het vergunningstarief is geen significante relatie meer zichtbaar tussen de modal split en de functiemenging. Aangezien de variabele functiemenging binair is (goede functiemenging of slechte functiemenging), is het voor het model wenselijker om gebruik te maken van de continue variabelen, vergunningstarief en percentage allochtonen.

7.2.12. Bevolkingsdichtheid

Naarmate de bevolkingsdichtheid van een gebied stijgt is het OV-aanbod meestal groter, terwijl de autobereikbaarheid soms omlaag gaat. De verwachting is daarom dat het autogebruik daalt naarmate de bevolkingsdichtheid groter wordt, terwijl het OV- en fietsgebruik stijgen.

Analyse

De hypothese over de relatie tussen de bevolkingsdichtheid en de modal split, wordt bevestigd wanneer het autogebruik (correlatie -0,64) en het fietsgebruik (+0,53) worden beschouwd. Tussen de bevolkingsdichtheid en het OV-gebruik bestaat geen significante relatie (+0,09). Enige beperking bij de analyse is dat er in Amsterdam nauwelijks gebieden zijn met een lage bevolkingsdichtheid. (uitgezonderd de bedrijventerreinen)



Figuur 30: bevolkingsdichtheid en fietsgebruik (links) en autogebruik (rechts)

Relaties met andere variabelen

Uit GIS-visualisaties wordt afgeleid dat de gebieden met een relatief lage bevolkingsdichtheid voornamelijk buiten de ring A10 en in Amsterdam Noord liggen. Reeds eerder is geconstateerd dat het autobezit in deze gebieden relatief hoog is. Er is dan ook een redelijk grote correlatie tussen het autobezit en de bevolkingsdichtheid (-0,69). Daarom is onderzocht of er ook een relatie bestaat tussen de modal split en de bevolkingsdichtheid, wanneer gecontroleerd wordt voor het autobezit.

Wanneer gecontroleerd wordt voor het autobezit, dan zijn geen significante correlaties te ontdekken tussen de bevolkingsdichtheid en de modal split. Omgekeerd blijkt wel duidelijke relatie te bestaan: wanneer de partiële correlatie tussen het autobezit en de modal split wordt bepaald, gecontroleerd voor de bevolkingsdichtheid, dan zijn er nog steeds significante correlaties. De partiële correlatie tussen het autobezit en het autogebruik, gecontroleerd voor de bevolkingsdichtheid, is 0,71. Het heeft daarom de voorkeur om het motorvoertuigenbezit mee te nemen in het model, in plaats van de bevolkingsdichtheid.

Conclusie

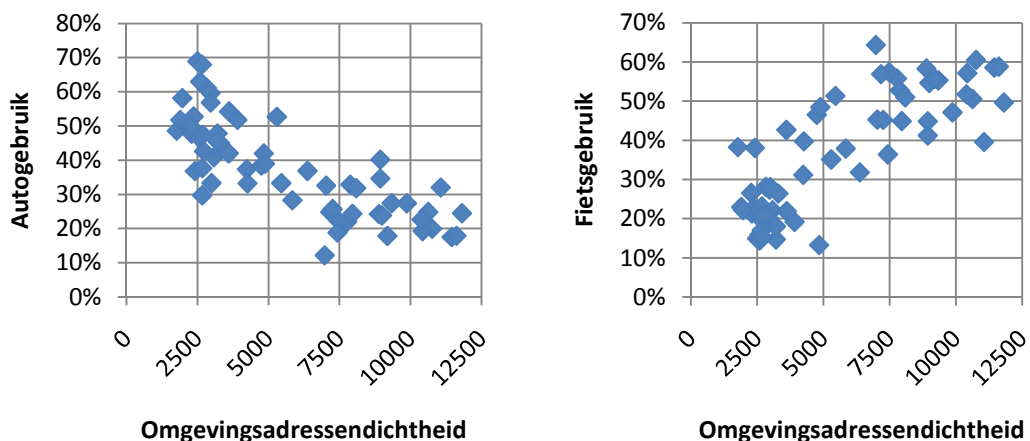
Geconcludeerd wordt dat er een redelijk verband bestaat tussen de bevolkingsdichtheid en het auto- en fietsgebruik. Aangezien er echter geen relatie is tussen de bevolkingsdichtheid en de modal split, wanneer gecontroleerd wordt voor motorvoertuigenbezit, is het in eerste instantie niet nodig om de variabele bevolkingsdichtheid op te nemen in het modal split model. Wel moet worden opgemerkt dat Amsterdam wat betreft bevolkingsdichtheid afwijkt van andere steden. Er zijn in Amsterdam (buiten de industriegebieden) nauwelijks gebieden met een echt lage bevolkingsdichtheid. Mogelijk dat er een duidelijkere relatie is tussen de modal split en de bevolkingsdichtheid, wanneer meer data over dunbevolkte gebieden gebruikt zou zijn voor de analyse.

7.2.13. Omgevingsadressendichtheid

Voor de omgevingsadressendichtheid (OAD) geldt hetzelfde als voor de bevolkingsdichtheid: wanneer de OAD groter wordt, daalt de autobereikbaarheid doorgaans, terwijl het OV-aanbod toeneemt. Verwacht wordt dus een positieve relatie tussen de OAD en het OV- en fietsgebruik en een negatieve relatie tussen de OAD en het autogebruik.

Analyse

De OAD vertoont een duidelijke relatie met het auto- (-0,78) en fietsgebruik (+0,82). Deze verbanden zijn sterker dan het verband met de bevolkingsdichtheid. Ook hier is echter weer de relatie met het OV-gebruik afwezig (-0,17). Verder lijkt de relatie niet geheel lineair. Wanneer de OAD groter wordt, neemt de verandering in auto- en fietsgebruik af. Net als voor de bevolkingsdichtheid geldt dat er in Amsterdam weinig gebieden zijn met een lage OAD (<2000), waardoor het bereik van de analyse niet volledig is.



Figuur 31: omgevingsadressendichtheid en fietsgebruik (links) en autogebruik (rechts)

Relaties met andere variabelen

Net als voor de bevolkingsdichtheid, geldt voor de OAD dat een sterke correlatie bestaat met het autobezit (-0,71). Voor de OAD geldt echter dat er wél nog een significante correlatie met de modal split is, wanneer gecontroleerd wordt voor autobezit. De partiële correlatie met het autogebruik is -0,50 en met het fietsgebruik +0,69. Opvallend is echter de partiële correlatie met het OV-gebruik: -0,53. Dit strookt niet met de literatuur. Er moeten dus ook nog andere determinanten een rol spelen.

Op basis van GIS-visualisaties is geconstateerd dat de OAD lager dan gemiddeld is in pc4gebieden buiten de ring A10 en in Amsterdam Noord. Hier wonen relatief veel allochtonen. Daarom is ook gecontroleerd voor het percentage allochtonen. Het blijkt dat de partiële correlatie tussen het OV-gebruik en de OAD nu minder negatief is: een niet significante correlatie van -0,12 wordt nu gevonden. Wel is er nog steeds een significante relatie met het autogebruik (-0,38) en het fietsgebruik (+0,43).

Conclusie

Er bestaat een relatie tussen de omgevingsadressendichtheid en de modal split, ook wanneer gecontroleerd wordt voor het motorvoertuigenbezit en het percentage allochtonen. Wel is de correlatie na controleren voor deze variabelen beperkt. Mogelijk dat het opnemen van de OAD dus de voorspellingen van het modal split model kan verbeteren. Gezien de vorm van de relatie is een logaritme van de OAD mogelijk beter geschikt dan de OAD. Net als voor de bevolkingsdichtheid geldt overigens ook hier dat in Amsterdam nauwelijks postcodegebieden zijn met een heel lage OAD, wat geen analyse over het verband tussen (zeer) lage OAD-waarden en de modal split mogelijk maakt.

7.2.14. Geslacht

Volgens de literatuur heeft het geslacht van iemand ook invloed op de vervoerswijzekeuze. Aangezien het aantal mannen en vrouwen in de meeste wijken echter ongeveer gelijk is, is het voor dit onderzoek weinig relevant om het effect van de man/vrouw-verdeling te onderzoeken. Op basis van Perovamdata geaggregeerd naar wijkniveau is het onmogelijk om een degelijke analyse uit te voeren naar het effect van de man/vrouw-verdeling. De verdeling is immers bijna in alle wijken ongeveer 50/50. Wel kan op gedesaggregeerd niveau worden gekeken naar de verschillen tussen mannen en vrouwen. Wanneer individuele ritten worden geanalyseerd, dan wordt geconstateerd dat mannen meer gebruik maken van de auto. Tabel 16 laat de verschillen tussen mannen en vrouwen zien. Er zijn diverse verklaringen voor de verschillen tussen mannen en vrouwen, maar hier zal in dit onderzoek niet verder op in worden gegaan, gezien het feit dat het niet interessant is om deze variabele op te nemen in een geaggregeerd model.

Vervoerswijze	Mannen	Vrouwen
Auto	32%	22%
Fiets	26%	28%
OV	18%	20%
Lopen	23%	29%
Overig	1%	1%

Tabel 16: modal split naar geslacht

7.3. KARAKTERISTIEKEN BESTEMMINGSZIJD

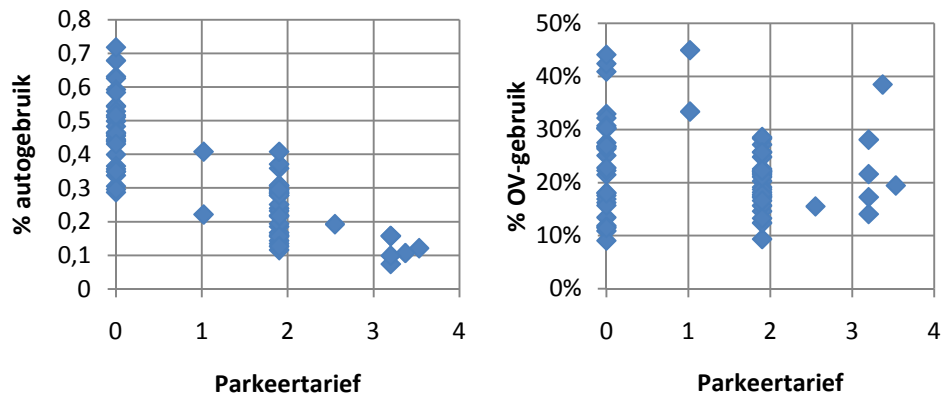
Ook een aantal factoren aan de bestemmingszijde van een verplaatsing heeft volgens de literatuur invloed op de modal split. In deze paragraaf worden achtereenvolgens behandeld: het parkeertarief, de haltedichtheid, de mate van functiemenging, de bevolkingsdichtheid en de omgevingsadressendichtheid.

7.3.1. Parkeertarieven

Het parkeerbeleid aan de bestemmingszijde bestaat uit diverse onderdelen. De parkeercapaciteit, het parkeertarief en andere vormen van parkeerregulering, zoals maximale parkeerduur, zijn belangrijke middelen waarmee het autogebruik kan worden beïnvloed. Aangezien geen volledige dataset beschikbaar is met betrekking tot de parkeercapaciteit en aangezien de regulering van het parkeren moeilijker te operationaliseren is, is het parkeerbeleid aan de bestemmingszijde geoperationaliseerd door het parkeertarief. Het doel van parkeertarieven is om het autoverkeer richting een bepaald gebied te verminderen. De verwachting is daarom dat het parkeertarief het autogebruik vermindert en een positief effect heeft het fiets- en OV-gebruik naar de zone.

Analyse

Wanneer het parkeertarief wordt uitgezet tegen het percentage autoverkeer dat naar een bepaalde zone gaat, dan volgt een sterk verband tussen het parkeertarief enerzijds en het autogebruik (-0,81) en fietsgebruik (+0,85) anderzijds. Het verband tussen het OV-gebruik en de parkeertarieven is zeer zwak (niet significant) negatief (-0,15), zoals ook uit Figuur 32 kan worden afgeleid. De verwachting was juist dat hogere parkeertarieven voor een hoger OV-gebruik zouden zorgen.



Figuur 32: relatie parkeertarief en autogebruik (links) en OV-gebruik (rechts)

Verder is nagegaan wat het effect van parkeertarieven op lange afstand verplaatsingen (>15 km) is. Op deze afstanden is de fiets immers geen reëel alternatief meer en kan dus enkel het OV worden gebruikt als vervanging van de auto. Het OV is echter ten eerste qua reistijdverhouding niet altijd een geschikt alternatief voor de auto. Ten tweede is het imago van het OV slecht onder een gedeelte van de bevolking, waardoor zij het OV mogelijk niet als volwaardig alternatief zien (Berveling *et al.*, 2009). Minder sterke correlaties liggen daarom voor de hand, dan de correlaties tussen het parkeertarief en het auto- en fietsgebruik op korte afstanden.

Op basis van MON-data (2005-2008) is de relatie onderzocht tussen het parkeertarief en de modal split van inwoners van andere gemeenten die vanuit de woning naar Amsterdam gaan. Perovam bevat immers geen gegevens over verplaatsingen vanuit de woning vanuit andere gemeenten *naar* Amsterdam. De resultaten bevestigen de veronderstelling: de relatie tussen het parkeertarief en de modal split is kleiner wanneer verplaatsingen van meer dan 15 kilometer in beschouwing worden genomen. Wel wordt in dit geval een positieve correlatie gevonden tussen het OV-gebruik en de parkeertarieven.

	<15 km	>15 km
Auto	-0,81	-0,46
Fiets	0,85	-0,13
OV	-0,15	0,59

Tabel 17: correlaties parkeertarieven en modal split

Relatie met andere determinanten

Op basis van GIS-visualisaties is geconstateerd dat in de gebieden met de hoogste parkeertarieven over het algemeen ook de bevolkingsdichtheid en de omgevingsadressendichtheid het grootst zijn. Deze relatie wordt bevestigd wanneer naar de correlaties tussen de verschillende variabelen wordt gekeken. Correlaties van +0,50 en +0,82 worden gevonden voor de relaties met respectievelijk de bevolkingsdichtheid en de omgevingsadressendichtheid.

Wanneer gecontroleerd wordt voor deze variabelen blijkt echter dat er voor korte afstand verplaatsingen nog steeds een duidelijke correlatie is tussen het parkeertarief en het fietsgebruik (+0,56) en het autogebruik (-0,49). Voor lange afstand verplaatsingen geldt dat de correlaties kleiner zijn na controleren: +0,44 met het OV-gebruik en -0,35 met het autogebruik.

Conclusie

De meeste constateringingen zijn in lijn met de literatuur: hogere parkeertarieven zijn volgens bijvoorbeeld Rietveld & Daniel (2004) een zeer effectief middel om het autogebruik terug te dringen. Het parkeertarief dient daarom in principe te worden opgenomen in het modal split model. Er blijkt een sterke correlatie te zijn met de modal split en ook wanneer gecontroleerd wordt voor bevolkingsdichtheid en omgevingsadressendichtheid blijkt de partiële correlatie nog steeds redelijk groot te zijn. Voor lange afstand verplaatsingen geldt wel dat de relatie minder sterk is.

7.3.2. Haltedichtheid

Verondersteld wordt dat de haltedichtheid doorgaans negatief is gecorreleerd aan de gemiddelde loopafstand van de halte tot de bestemming. De haltedichtheid aan de bestemmingszijde heeft dus invloed op de natransporttijd en dus ook de totale reistijd. Bij een hogere haltedichtheid zou men dus een groter OV-gebruik verwachten.

Analyse

Dezelfde overwegingen zijn gemaakt als voor het analyseren van het effect van de haltedichtheid aan de woningzijde, welke zijn te vinden in paragraaf 7.2.8. Daarom is ook hier een analyse op stadsdeelniveau gemaakt. Net als voor het effect van de haltedichtheid aan de herkomstzijde, blijkt dat ook de haltedichtheid aan de bestemmingszijde een onverwachte relatie vertoont met het OV-aandeel: het OV-aandeel het grootst bij verplaatsingen naar het stadsdeel met de laagste haltedichtheid.

Stadsdeel	Haltedichtheid	OV-aandeel
Centrum	35,7	24%
West	26,5	22%
Nieuw-West	25,8	26%
Zuid	26,8	21%
Oost	23,4	23%
Noord	26,7	16%
Zuidoost	17,6	35%

Figuur 33: haltedichtheid en OV-aandeel

Mogelijke verklaringen voor de slechte relatie zijn ook hier dat ten eerste het aggregatieniveau te grof is en dat ten tweede de haltedichtheid van de meeste stadsdelen ongeveer even groot is, waardoor een analyse over het effect van de haltedichtheid op de modal split moeilijk is. Tenslotte blijft 38% van de auto/fiets/OV-verplaatsingen binnen hetzelfde stadsdeel. Het hoge OV-aandeel van verplaatsingen naar stadsdeel Zuidoost kan daarom ook deels worden verklaard door het feit dat in dit stadsdeel het percentage NW-allochtonen het grootst is. Eerder is immers aangetoond dat er een sterke relatie is tussen het percentage allochtonen en het OV-gebruik.

Conclusie

De haltedichtheid is geen goede voorspeller van het OV-gebruik naar een bepaalde zone. Wanneer op een meer gedesaggregeerd niveau, bijvoorbeeld pc4-niveau, naar de relatie tussen haltedichtheid en OV-aandeel wordt gekeken, dan doen zich andere problemen voor die de relatie zullen verstoren: een gedeelte van de OV-haltes ligt in de buurt van de grens tussen twee pc4-gebieden. Deze haltes zijn een realistische uitstaphalte voor bestemmingen in verschillende pc4-gebieden, maar worden slechts meegenomen in de haltedichtheid van één van deze gebieden.

7.3.3. Functiemenging

Wanneer zich in een gebied voornamelijk arbeidsplaatsen en weinig woningen bevinden, dan zullen de meeste personen die in het gebied werken vanuit een andere zone komen. In een zone met goede functiemenging komen mogelijk relatief veel personen uit dezelfde zone. De verwachting is daarom dat bij verplaatsingen naar zones met een goede functiemenging de gemiddelde verplaatsingsafstand kleiner is in vergelijking met zones met een slechte functiemenging. Gezien de relatie tussen de modal split en de verplaatsingsafstand (zie paragraaf 7.4.1) is daarom de hypothese opgesteld dat richting zones met een slechte functiemenging gemiddeld vaker van de auto en het OV gebruik wordt gemaakt en minder vaak van de fiets.

Analyse

De functiemenging is op eenzelfde wijze als in paragraaf 7.2.11 bepaald. Het blijkt dat de verwachtingen gedeeltelijk bevestigd worden: het OV-aandeel is groter naar gebieden met voornamelijk arbeidsplaatsen en het fietsgebruik is lager. Het autogebruik is daarnaast ook kleiner.

	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>ov</i>
goede functiemenging	30%	45%	25%
slechte functiemenging	26%	40%	34%

Nadere analyse toont verder aan dat één zone in het centrum van Amsterdam (postcode 1012, rondom Centraal Station) met een slechte functiemenging, een relatief groot aandeel heeft in het (30%) totaal aantal verplaatsingen naar zones met een slechte functiemenging. Wanneer deze zone niet wordt meegenomen, dan zijn de verschillen tussen zones met een goede en zones met een slechte functiemenging beperkt. Van dit gebied (postcode 1012) is overigens bekend dat het aantal OV-lijnen dat dit gebied doorkruist zeer groot is. Het daarom discutabel om te stellen dat de slechte functiemenging resulteert in het hogere OV-aandeel. Het goede OV-aanbod lijkt een betere verklaring voor het hoge OV-aandeel.

Conclusie

Er is mogelijk een kleine relatie tussen de mate van de functiemenging en de modal split. Wanneer ruimtelijk wordt geaggregeerd en de correlatie tussen de functiemenging en de modal split wordt bepaald komt dit echter niet terug.

7.3.4. Bevolkingsdichtheid

De autobereikbaarheid is in dichtbevolkte gebieden meestal slechter, terwijl het OV-aanbod in deze gebieden groter is. Om die reden ligt een positieve relatie tussen enerzijds het fiets- en OV-gebruik en anderzijds de bevolkingsdichtheid (van de bestemmingszone) voor de hand. Een negatieve relatie tussen de bevolkingsdichtheid en het autoaandeel wordt verwacht.

Analyse

Wanneer de data wordt geanalyseerd, dan blijkt dat de bevindingen enigszins bevestigd worden. De correlatie tussen de bevolkingsdichtheid en het autogebruik is -0,54 en tussen de bevolkingsdichtheid en het fietsgebruik +0,54. Geen relatie wordt gevonden tussen de bevolkingsdichtheid en het OV-gebruik.

Relatie met andere determinanten

Zowel voor de bevolkingsdichtheid als voor de parkeertarieven geldt dat deze het grootst zijn in gebieden in en rondom het centrum van Amsterdam. De correlatie tussen beide variabelen is redelijk (+0,49). Daarom is een analyse gemaakt van de partiële correlatie tussen de bevolkingsdichtheid en de modal split, gecontroleerd voor het parkeertarief. De partiële correlatie tussen de bevolkingsdichtheid en de modal split blijkt klein te zijn: -0,28 met het autogebruik en +0,26 met het fietsgebruik.

Conclusie

Er is een matige relatie tussen de bevolkingsdichtheid van een zone en de modal split van verplaatsingen naar deze zone. Wanneer gecontroleerd wordt voor het parkeertarief, dan blijkt deze relatie aanzienlijk zwakker. De vraag is dan ook of het relevant is om deze variabele op te nemen in het modal split model.

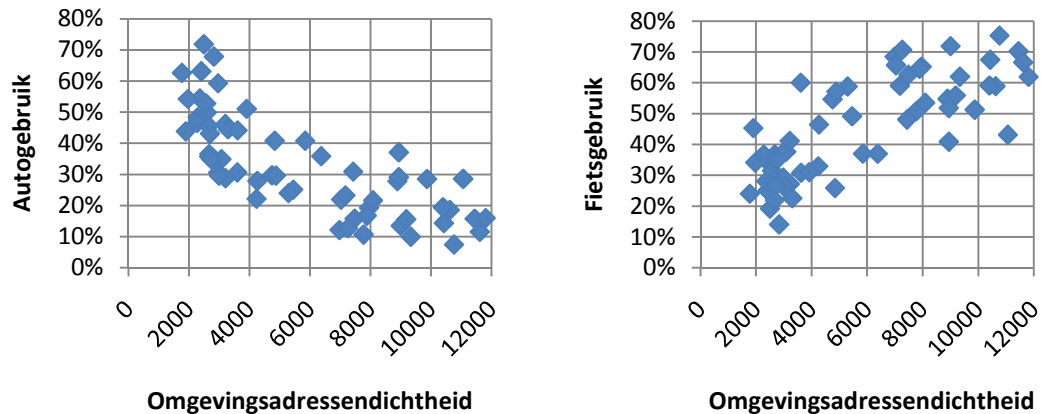
7.3.5. Omgevingsadressendichtheid

Doorgaans is autobereikbaarheid van zones met een grote OAD relatief slecht en is het OV-aanbod in deze zone juist relatief goed. De verwachting is daarom dat naarmate de OAD in de bestemmingszone groter wordt, het autogebruik naar deze zone daalt, terwijl het fiets- en OV-gebruik juist stijgen.

Analyse

De OAD blijkt sterk negatief gecorreleerd met het autogebruik (-0,77) en sterk positief gecorreleerd met het fietsgebruik (+0,78). Tussen de OAD en het OV-gebruik blijkt geen significante relatie te bestaan. Dit laatste is tegengesteld aan de verwachtingen. Uit Figuur 34 valt verder af te leiden dat de relatie tussen het autogebruik en de OAD niet lineair is. Naarmate de OAD verder toeneemt, daalt de *afname* van het autogebruik. Ook de relatie tussen het

fietsgebruik en de OAD is niet geheel lineair. Hier geldt dat de *toename* van het fietsgebruik minder sterk stijgt, naarmate de OAD groter wordt. Om deze redenen is het relevant om voor het modal split model te experimenteren met een niet-lineaire functie. Een logaritmische functie van de OAD is op basis van onderstaande waarnemingen beter. Wel moet op worden gemerkt dat op basis van de gebruikte data geen informatie beschikbaar is over de modal split bij (zeer) lage OAD-waarden.



Figuur 34: OAD en autogebruik (links) en fietsgebruik (rechts)

Relatie met andere determinanten

Geconstateerd wordt dat de OAD over het algemeen het grootst is in postcodegebieden in en rondom het centrum van Amsterdam. Dit zijn ook de gebieden met het hoogste parkeertarief. Daarom is nagegaan in hoeverre de OAD nog een effect heeft op de modal split, wanneer gecontroleerd wordt voor het parkeertarief.

Het blijkt dat de correlaties in dit geval aanzienlijk kleiner zijn. Tussen de OAD en het autogebruik bestaat een correlatie van $-0,32$ en tussen de OAD en het fietsgebruik is de correlatie $+0,30$. De relatie met het OV-gebruik is nog steeds insignificant.

Conclusie

Er is een sterke relatie tussen de OAD en het auto- en fietsgebruik. Deze relatie is volgens de verwachtingen. Wanneer gecorrigeerd wordt voor het parkeertarief dan blijkt de relatie tussen de OAD en het auto- en fietsgebruik beperkt. Bij het modelontwerp moet daarom worden nagegaan of het relevant is om de OAD van de bestemmingszone mee te nemen. Wanneer de OAD in het model wordt opgenomen voldoet een logaritmische functie van de OAD waarschijnlijk beter dan een lineaire functie. Tenslotte is er geen relatie ontdekt tussen de OAD en het OV-gebruik.

7.4. KARAKTERISTIEKEN VERPLAATSING

In deze paragraaf wordt ingegaan op de relatie tussen een aantal verplaatsingskarakteristieken en de modal split.

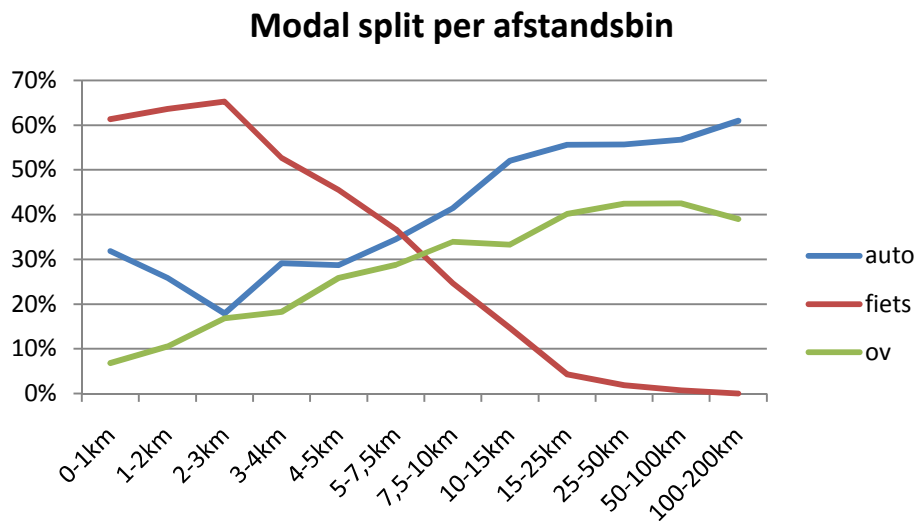
7.4.1. Verplaatsingsafstand

De verplaatsingsafstand is een belangrijke determinant van de modal split. In principe daalt het fietsgebruik naarmate de verplaatsingsafstand groter wordt. Voor het OV en de auto geldt juist het omgekeerde.

Analyse

Wanneer de data wordt bestudeerd, dan worden de relaties uit de literatuur bevestigd: het aandeel van de fiets is vooral op korte afstanden groot. Vanaf 15 à 25 kilometer is het aandeel van de fiets in de modal split verwaarloosbaar. Voor het auto-aandeel en met name het OV-aandeel geldt dat deze groter worden naarmate de verplaatsingsafstand stijgt.

Verder valt op dat vanaf afstanden boven de 15 à 25 kilometer er weinig verschillen in de modal split bestaan. Dit is voor het modal split model relevant, aangezien de variabele afstand waarschijnlijk alleen mee dient te worden genomen voor het verklaren van verschillen in de modal split op verplaatsingsafstanden tot 15-25 kilometer.



Figuur 35: modal split per afstandsbin (MON+Perovam)

Conclusie

Op basis van data-analyse wordt een zeer duidelijke relatie tussen de verplaatsingsafstand en de modal split gevonden. De bevindingen komen overeen met de literatuur. De verplaatsingsafstand moet daarom mee worden genomen in het modal split model, in ieder geval voor verplaatsingen tot 15 à 25 kilometer.

7.4.2. Reistijdverhouding

Volgens een groot aantal bronnen (bijv. Vleugels, 2007) is de reistijd één van de verplaatsingskarakteristieken die de een grote invloed heeft op de modal split. Bij het vergelijken van de reistijd van de verschillende modaliteiten kan enerzijds naar het absolute reistijdverschil worden gekeken en anderzijds naar de reistijdverhouding. De keuze is gemaakt om de relatie tussen de modal split en de reistijdverhouding uitgebreid te analyseren. Volgens Immers & Stada (1998) is het namelijk onrealistisch om te verwachten dat een reistijdverschil van 10 minuten op een totale reistijd van 2 uur hetzelfde effect heeft als een reistijdverschil van 10 minuten op een verplaatsing van 15 minuten. In deze paragraaf zal daarom enkel ingegaan worden op de relatie tussen de reistijdverhouding en modal split. Wel is bij het modelontwerp in hoofdstuk 8 nagegaan of het gebruiken van het reistijdverschil in plaats van de reistijdverhouding de voorspelling kan verbeteren.

Voor het bestuderen van de relatie tussen de reistijdverhouding en de modal split van korte afstand verplaatsingen (<15 kilometer) is Perovamdata gebruikt en zijn enkel verplaatsingen binnen Amsterdam in de analyse meegenomen. Voor het analyseren van de relatie tussen de reistijdverhouding op lange afstand verplaatsingen en de modal split is gebruik gemaakt van zowel MON- als Perovamdata. Perovamdata is in dit geval gebruikt voor verplaatsingen vanuit Amsterdam naar andere gemeenten. MON-data is gebruikt voor verplaatsingen vanuit andere gemeenten naar Amsterdam. Overigens is voor lange afstand verplaatsingen enkel onderzocht wat de relatie tussen de reistijdverhouding OV/auto en de modal split is. De fiets wordt immers nauwelijks gebruikt voor verplaatsingen langer dan 15 kilometer, zoals in Figuur 35 reeds is aangetoond. Tenslotte is in paragraaf 5.1.2 aangegeven op welke wijze de reistijdgegevens is verzameld.

Analyse 1: reistijdverhouding auto/fiets

Tabel 18 laat zien dat het fietsaandeel het grootst is op korte afstanden met gunstige reistijdverhoudingen voor de fiets. Naarmate de verplaatsingsafstand toeneemt en de reistijdverhouding ongunstiger wordt voor de fiets, neemt het fietsaandeel af. Minder duidelijk is te zien dat het fietsaandeel daalt, wanneer enkel de reistijdverhouding ongunstiger wordt of enkel de ritafstand toeneemt. De literatuur beschrijft weliswaar deze relatie, maar in de data komt dit verband niet heel duidelijk terug. Ten eerste wordt dit veroorzaakt doordat de reistijdgegevens niet geheel nauwkeurig is. Ten tweede hebben ook zonale karakteristieken, zoals het autobezit, invloed op het percentage fiets- en autogebruik. Overigens geldt dat reistijdverhouding en afstand onderling sterk gecorreleerd zijn: 0,93. Dit betekent dat in principe niet beide determinanten moeten worden opgenomen in het model (Fox, 2008).

vf fiets/auto →		0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
afstandsbin		0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4
0,5	1	83%	90%							
1	1,5	88%	80%	70%	64%					
1,5	2	93%	50%	61%	78%	68%	58%			
2	2,5		69%	77%	70%	63%				
2,5	3			72%	65%	65%	70%			
3	4			73%	63%	57%	52%	62%		
4	5				74%	57%	50%	39%		
5	7					67%	44%	39%	52%	
7	10								38%	
10	15									15%

Tabel 18: fietsaandeel t.o.v. fiets- en autogebruik (enkel percentage aangegeven indien de bin minimaal 40 waarnemingen bevat)

Analyse 2: reistijdverhouding fiets/OV

De relatie tussen enerzijds de reistijdverhouding fiets/OV en de afstand en anderzijds het fietsgebruik ten opzichte van het fiets- en OV-gebruik samen is vrij sterk. Ook hier geldt dat het fietsgebruik afneemt naarmate de afstand groter wordt en de reistijdverhouding voor de fiets ongunstiger wordt. Uit deze tabel valt wél af te leiden dat - zonder naar de afstand te kijken - een zekere relatie bestaat tussen de reistijdverhouding en het percentage fietsgebruik. Er is niet sprake van een heel sterke relatie, maar dit wordt mede veroorzaakt doordat niet gecorrigeerd is voor zonale karakteristieken, zoals het percentage niet-westerse allochtonen. De bin die bestaat uit verplaatsingen tussen de 1,5 en 2 km en een reistijdverhouding tussen de 0,6 en 0,7 heeft bijvoorbeeld een opvallend laag fietsgebruik (48%). Dit is echter voor een groot deel te verklaren door het feit dat de meeste van de verplaatsingen in deze bin als herkomst een zone hebben met een groot percentage niet-westerse allochtonen. Eerder is reeds aangetoond dat in deze zones het OV-gebruik aanzienlijk groter is in vergelijking met andere zones.

vf fiets/ov		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
afstandsbin		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2
0,5	1	95%	89%	93%					
1	1,5	88%	88%	87%	81%				
1,5	2	95%	89%	83%	73%	48%	77%		
2	2,5		81%	69%	76%	67%	57%		31%
2,5	3		80%	77%	71%	59%	77%	54%	
3	4			70%	69%	58%	49%	59%	
4	5			72%	66%	62%	45%	35%	
5	7					47%	38%	31%	
7	10						20%	26%	

Tabel 19: fietsaandeel t.o.v. fiets- en OV-gebruik (waarnemingen per bin > 40)

(op verplaatsingen tussen de 10 en 15 kilometer zijn voor géén van de bins voldoende waarnemingen)

Analyse 3: reistijdverhouding OV/auto (verplaatsingen tot 15 kilometer)

In tegenstelling tot voor de keuze tussen auto en fiets, en fiets en OV geldt dat er op afstanden tot 5 kilometer in zijn geheel geen verband is te ontdekken tussen de reistijdverhouding OV/auto en de verdeling van het verkeer tussen de auto en het OV. Op afstanden tussen de 5 en 15 kilometer is een licht verband zichtbaar, maar de hoeveelheid waarnemingen is hier te klein om conclusies te trekken. Ook voor deze analyse geldt dat onnauwkeurigheden in de data de analyse in enige mate beïnvloeden, maar gezien het totale gebrek aan een relatie tussen de reistijdverhouding en het OV-aandeel op verplaatsingen tot 5 kilometer lijkt het onwaarschijnlijk dat een analyse met nauwkeurigere data wel een sterk verband zou aantonen.

vf ov/auto →		1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6
afstandsbin		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8
0,5	1	19%		28%						
1	1,5	20%	53%	30%	43%	20%	51%	30%	45%	28%
1,5	2	36%	29%	42%	38%	35%		41%		
2	2,5	60%	36%	40%	45%	58%	51%	68%	41%	69%
2,5	3			51%	40%	51%		59%		53%
3	4		71%	50%	46%	48%	50%	48%		56%
4	5			33%	49%	39%	49%	51%	45%	58%
5	7			63%	86%	69%	39%			47%
7	10		84%			60%	65%			
10	15			66%			56%			

Tabel 20: Aandeel OV t.o.v. auto- en OV-gebruik (waarnemingen per bin > 40)

De bevinding dat er (op korte afstand) tussen de reistijdverhouding OV/auto en autogebruik nauwelijks of geen verband is sluit aan bij de conclusies van een onderzoek van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid over de vraag naar personenvervoer. In dit rapport wordt geconcludeerd dat auto en OV op stedelijk niveau grotendeels gescheiden markten zijn en dat de effecten van OV-verbeteringen op het autogebruik beperkt zijn. (KiM, 2009)

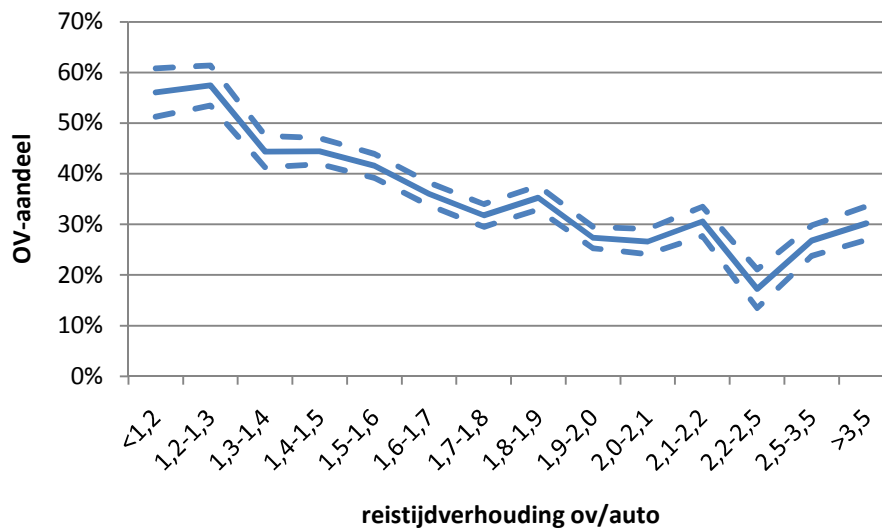
Wat wel opvalt is dat het OV-gebruik (op korte afstanden) onder personen die over een auto kunnen beschikken groter is in Amsterdam dan in de rest van Nederland. Net als in Den Haag en Rotterdam is maken personen die over een auto kunnen beschikken ongeveer voor 10% van de verplaatsingen gebruik van het OV. In middelgrote steden is dit slechts 1 tot 4%. Gezien de betere kwaliteit van het OV-netwerk in de 3 grootste steden, zou kunnen worden geconcludeerd dat de kwaliteit van het OV mogelijk toch enige invloed heeft op het autogebruik. Uit NRM (2004) volgt echter dat de parkeertarieven in de grote steden hoger zijn en dat er op aanzienlijk grotere schaal sprake is van betaald parkeren. Dit kan ook een verklaring zijn voor het hogere OV-gebruik van autobeschikkers in de grote steden.

Analyse 4: reistijdverhouding OV/auto (verplaatsingen boven de 15 kilometer)

Voor het analyseren van de relatie tussen de reistijdverhouding OV/auto en de modal split zijn minder waarnemingen beschikbaar. Daarom is niet naar afstand, maar enkel naar reistijdverhouding gebind.

In tegenstelling tot op korte afstanden blijkt op lange afstanden de reistijdverhouding tussen auto en OV wel een rol te spelen bij de vervoerswijzekeuze (zie Figuur 36). Het is dus relevant om deze variabele in het quickscanmodel op te nemen voor het bepalen van de modal split op langere afstanden. Wel valt op dat het effect van reistijdverhoudingen boven de 2 op het OV-aandeel niet geheel duidelijk wordt. Naarmate de reistijdverhouding stijgt daalt het OV-aandeel, maar vanaf een reistijdverhouding van ongeveer 2,0 lijkt het OV-aandeel nauwelijks meer te dalen bij grotere reistijdverhoudingen. Dit is te verklaren doordat personen die niet over een auto beschikken toch verplaatsingen naar bepaalde, slecht met het OV bereikbare bestemmingen moeten maken.

Gezien het gegeven dat de het OV-aandeel niet geheel lineair daalt naarmate de reistijdverhouding ongunstiger wordt voor het OV, moet bij het modelontwerp mogelijk een niet-lineair verband worden gebruikt. Ook kan gekozen worden om enkel verschillen tot een reistijdverhouding van 2 mee te nemen.



Figuur 36: reistijdverhouding ov/auto en OV-aandeel (op verplaatsingen >15 km; MON+Perovam)

In bovenstaande figuur is overigens het 95%-betrouwbaarheidsinterval met stippellijnen aangegeven. Dit betrouwbaarheidsinterval is berekend met behulp van de volgende formule:

$$\left(p - \frac{2\sqrt{np(1-p)}}{n}, \quad p + \frac{2\sqrt{np(1-p)}}{n} \right)$$

met p het OV-aandeel per bin en n het aantal waarnemingen per bin.

Conclusie

De volgende conclusies worden getrokken over de relatie tussen de reistijdverhouding en de modal split:

- De reistijdverhouding tussen de fiets en de auto speelt een rol bij de vervoerswijzekeuze. De reistijdverhouding is echter zeer sterk gecorreleerd aan de afstand. Aangezien data over de verplaatsingsafstand sneller te verzamelen is dan data over de reistijdverhouding en aangezien deze data bovendien accurater is, is het echter wenselijker om de verplaatsingsafstand te gebruiken in plaats van de reistijdverhouding fiets/auto.
- De reistijdverhouding tussen de fiets en het OV speelt ook een rol bij de vervoerswijzekeuze. Ook hier is een positieve correlatie met de verplaatsingsafstand aanwezig, maar aangetoond is dat ook per afstandsbin het aandeel OV en fiets afhankelijk is van de reistijdverhouding. Het is daarom wenselijk om deze variabele op te nemen in het modal split model.
- De reistijdverhouding tussen het OV en de auto speelt enkel bij lange afstand verplaatsingen een rol. De relatie tussen de reistijdverhouding en het OV-gebruik is niet geheel lineair. Naarmate de reistijdverhouding (OV/auto) toeneemt, daalt de afname van het OV-aandeel in de modal split.

Nogmaals moet vermeld worden dat gebruikte reistijden tussen zones gebaseerd zijn op schattingen en bovendien slechts zonale gemiddelden zijn. Dit heeft ongetwijfeld een negatief effect op de analyses gehad.

7.4.3. Reistijd voor- en natransport

De reistijd van het voor- en natransport voor verplaatsingen per OV heeft volgens Ortúzar & Willumsen (2002) invloed op het OV-gebruik. In paragraaf 7.4.2 is reeds geconstateerd dat de reistijdverhouding (op basis van de totale reistijd) tussen het OV en de auto van invloed is op het

OV-gebruik. Het is daarom logisch dat een relatie bestaat tussen de voor- en natransporttijd en het OV-gebruik. Interessanter is om te onderzoeken of er ook een relatie bestaat tussen de reistijd van het voor- en natransport, wanneer gecontroleerd wordt voor de totale reistijd. Volgens Savelberg *et al.* (2009) is de reistijdwaardering van voor- en natransport negatiever is dan de waardering van de tijd die door wordt gebracht in het hoofdvervoermiddel. Dit betekent dus dat één minuut extra voor- en natransporttijd een grotere (negatieve) invloed heeft op het OV-gebruik dan één minuut extra rijtijd. In deze paragraaf wordt nagegaan of deze suggestie ook wordt ontdekt, wanneer de verplaatsingsdata wordt geanalyseerd.

Analyse

Allereerst dient op te worden gemerkt dat enkel verplaatsingen van meer dan 15 kilometer in beschouwing zijn genomen. Voor deze verplaatsingen kan een redelijke inschatting worden gemaakt van de reistijd in voor- en natransporttijd. Per postcodegebied is immers data over de afstand tot het dichtstbijzijnde (intercity-)station beschikbaar. Op basis van deze afstand is een schatting van de voor- en natransporttijd gemaakt. In bijlage 5.1 is toegelicht op welke wijze deze schatting is gemaakt. Voor korte afstand OV-verplaatsingen geldt dat deze meestal met de bus, tram of metro (BTM) worden afgelegd en géén data op postcodeniveau over de gemiddelde afstand tot een bushalte is beschikbaar. Bovendien geldt dat de afstand tot dichtstbijzijnde BTM-halte procentueel zeer sterk kan verschillen. Voor lange afstand verplaatsingen geldt ook dat de reisduur van voor- en natransport verschilt, maar dit verschil zal in verhouding minder groot zijn.

Verder zijn enkel verplaatsingen geanalyseerd waarbij het grootste gedeelte van de verplaatsing per trein wordt afgelegd. Overigens wordt bij de meeste verplaatsingen vanuit andere gemeenten naar Amsterdam en vice versa de trein gebruikt, maar vanuit een aantal gemeenten is de bus een goed alternatief. Tenslotte is relevant om te noemen dat de trein is beschouwd als het hoofdvervoermiddel van lange afstand verplaatsingen.

Om te bepalen of de voor- en natransporttijd apart als variabele moet worden meegenomen, moet worden vastgesteld of er nog een relatie met de modal split is wanneer wordt gecontroleerd voor de reistijdverhouding van de totale verplaatsingsduur. Wanneer gecontroleerd wordt, dan blijkt de relatie tussen de reisduur van het voor- en natransport en het OV-gebruik niet significant (-0,18). Dit is niet geheel in lijn met de literatuur, die stelt dat voor- en natransport negatiever wegen dan de rijtijd. Een verklaring hiervoor is dat de reistijd van het voor- en natransport middels een schatting op postcodeniveau is bepaald. Waarschijnlijk is deze schatting niet accuraat genoeg, om het effect van verschillen in voor- en natransport aan te tonen.

Conclusie

Wanneer gecontroleerd wordt voor de reistijdverhouding OV/auto, dan is er geen significante relatie tussen de absolute reistijd van het voor- en natransport en het OV-gebruik. Een mogelijke oorzaak is dat de schatting van de reisduur van het voor- en natransport niet precies genoeg is.

7.4.4. Verplaatsingsmotief

Tenslotte is de relatie tussen het verplaatsingsmotief en de modal split nagegaan. Volgens Twuijver *et al.* (2006) worden bijvoorbeeld verplaatsingen met het motief werken of sporten relatief vaak per fiets gemaakt en verplaatsingen met als motief onderwijs worden juist vaak per OV en weinig per auto gemaakt.

Analyse

Voor de analyse zijn verplaatsingen geaggregeerd naar verplaatsingsmotief. Er zijn duidelijke verschillen in de modal split per verplaatsingsmotief. Met name de modal split van verplaatsingen met het motief onderwijs is afwijkend. Hierbij moet echter wel worden opgemerkt dat andere factoren ook een rol spelen. Personen die onderwijs volgen zijn bijvoorbeeld over het algemeen jong en bezitten vaak geen auto en/of rijbewijs, terwijl het bezit van OV-abonnementen juist relatief groot is in deze groep.

Ondanks de verschillen wordt het verplaatsingsmotief niet meegenomen in het model. Het probleem met deze variabele is dat met behulp van het ontworpen ritgeneratie- en ritdistributiemodel niet kan worden bepaald wat de verdeling naar verplaatsingsmotieven is op

een bepaalde relatie. Het apart berekenen van de ritgeneratie en ritdistributie per motief vergroot de complexiteit van de modellen hiervoor.

<i>motief</i>	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>ov</i>
werken	35%	35%	30%
zaken	47%	32%	21%
winkelen	38%	47%	14%
onderwijs	7%	39%	55%
personenvervoer	52%	40%	9%
visite	39%	35%	27%
ontspanning	26%	55%	20%
privézaken	42%	38%	21%
overig	48%	32%	20%

Tabel 21: modal split naar ritmotief

Conclusie

Er bestaat een relatie tussen de verplaatsingsmotief en de vervoerswijzekeuze. Aangezien niet bekend is wat de verdeling van de verplaatsingen naar motief is, kan deze determinant niet worden opgenomen in het model. Wel wordt de aanbeveling gedaan om in eventueel vervolgonderzoek gebruik te maken ritgeneratie- en ritdistributiemodellen, waarbij ritgeneratie en ritdistributie apart worden bepaald voor de verschillende motieven. Ook Ortúzar & Willumsen (2001) geven aan dat dit de kwaliteit van het model verbeteren.

7.5. SAMENVATTING BEVINDINGEN WONINGGERELATEERDE VERPLAATSINGEN

In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de gevonden relaties. De tabellen geven een samenvatting van de relaties, die zijn onderzocht in dit hoofdstuk. Eerst wordt per determinant de directe correlatie met de modal split weergegeven. Vervolgens is aangegeven met welke interessante relaties met andere variabelen zijn bestudeerd en gevonden. Merk op dat er tussen variabelen onderling in principe nog veel meer relaties tussen zijn. Deze tabellen vatten echter samen, welke verbanden daadwerkelijk zijn onderzocht en tevens interessante uitkomsten opleverden. Vervolgens is de correlatie weergegeven wanneer gecontroleerd wordt voor de genoemde variabelen en tenslotte is de vorm van de relatie weergegeven indien er een duidelijk niet-lineair verband is gevonden.

Onderstaande tabel heeft betrekking op herkomstgerelateerde karakteristieken.

<i>Variabele</i>	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>OV</i>	<i>Multicollineariteit</i>	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>OV</i>	<i>Vorm</i>
% NW-allochtonen	-0,01	-0,53	+0,83					
Autobezit/hh	+0,84	-0,60	-0,28					Logaritmisch(?)
% 15-24-jarigen	-0,06	-0,33	+0,65	Allochtonen (+0,68)	-0,08	-0,02	+0,21	
% 65+ers	+0,60	-0,36	-0,33	Autobezit (+0,51)	+0,33	-0,26	-0,06	
Inkomen	+0,26	-0,00	-0,39					
% Werkzame pers	-0,84	+0,80	-0,06	Autobezit (-0,70)	-0,31	+0,36	-0,17	
Woningwaarde	+0,05	+0,33	-0,63	Allochtonen (-0,63)	+0,04	+0,14	-0,27	
Eenpersoons hh	-0,75	+0,76	-0,13	Autobezit (-0,74)	-0,17	+0,11	+0,05	
				Allochtonen (-0,28)				
Meerphh zonder kind	+0,54	-0,16	-0,56	Autobezit (+0,64)	+0,29	-0,19	-0,11	
				Allochtonen (-0,60)				
Meerphh met kind	+0,62	-0,76	+0,33	Autobezit (+0,57)	+0,06	-0,04	-0,00	
				Allochtonen (+0,50)				

Haltedichtheid	-0,38	+0,68	-0,74	Allochtonen (-0,86)	-0,01	-0,05	+0,11	
Vergunningstarief	-0,75	+0,87	-0,32	Autobezit (-0,58)	-0,40	+0,46	-0,38	
				OAD (+0,83)				
				Allochtonen(-0,42)				
Bevolkingsdichtheid	-0,64	+0,53	+0,09	Autobezit (-0,69)	-0,14	+0,20	-0,14	
OAD	-0,78	+0,82	-0,17	Autobezit (-0,71)	-0,38	+0,43	-0,12	Logaritmisch

Tabel 22: correlaties herkomstkarakteristieken

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de onderzochte relaties van bestemmingskarakteristieken weer.

Variabele	auto	fiets	OV	Multicollineariteit	auto	fiets	OV	Vorm
Parkeertarief	-0,81	+0,85	-0,15	OAD (+0,82) Bev.dichtheid(+0,50)	-0,49	+0,56	-0,16	
Haltedichtheid	-0,47	+0,67	-0,53	Allochtonen (-0,86)	-0,05	-0,05	+0,18	
Bevolkingsdichtheid	-0,54	+0,54	-0,21	Parkeertarief(+0,50)	-0,28	+0,26	+0,01	
OAD	-0,77	+0,78	-0,22	Parkeertarief(+0,82)	-0,32	+0,30	-0,04	Logaritmisch

Tabel 23: correlaties bestemmingskarakteristieken

Tenslotte toont Tabel 24 een samenvatting van de gevonden relaties tussen de modal split en verplaatsingsgerelateerde karakteristieken.

Variabele	auto	fiets	OV	Multicollineariteit	auto	fiets	OV	Vorm
Verplaatsingsafstand	+0,69	-0,65	+0,56		+0,89	-0,93	+0,92	Logaritmisch
Reistijdverhouding fiets/ov (<15 km)	nvt	-0,84	+0,84	Verplaatsingsafstand (+0,53)	nvt	-0,76	+0,76	tot. 15 km relevant
Reistijdverhouding fiets/auto (<15 km)	+0,83	-0,83	nvt	Verplaatsingsafstand (+0,78)	+0,55	-0,55	nvt	tot 15 km relevant
Reistijdverhouding OV/auto (<15 km)	-0,14	nvt	+0,14					vanaf 5 km enige correlatie
Reistijdverhouding OV/auto (>15 km)	+0,65	nvt	-0,65		+0,95		-0,95	tot OV/auto = 2 relevant
Reistijd voor- en natransport	+0,61	nvt	-0,61	Reistijdverhouding	0,18		-0,18	

Tabel 24: correlaties verplaatsingskarakteristieken

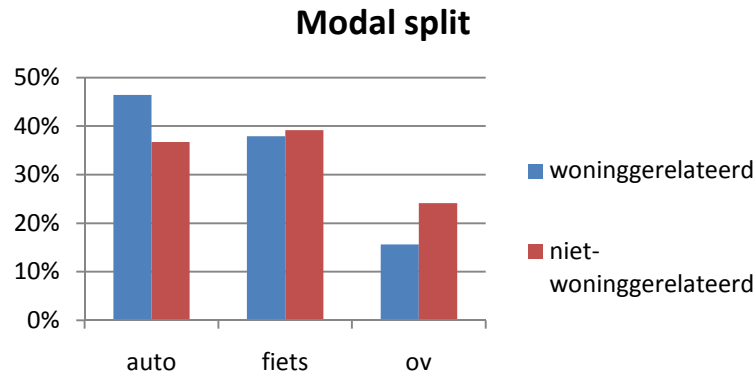
7.6. NIET-WONINGGERELATEERDE VERPLAATSINGEN

Voor verplaatsingen die niet vanuit de woning worden gemaakt en ook niet naar de woning gaan geldt dat andere factoren van invloed zijn op de vervoerswijzekeuze dan voor verplaatsingen vanuit de woning. De bevolkingskarakteristieken van inwoners van de herkomstzone zeggen bijvoorbeeld niets over de personen die niet-woninggerelateerde verplaatsingen vanuit de desbetreffende zone maken. Verder zullen de bestemmingskarakteristieken en de verplaatsingskarakteristieken van meerdere bestemmingen respectievelijk verplaatsingen een rol spelen, wanneer een keuze voor de vervoerswijze wordt gemaakt.

Daarnaast geldt volgens de literatuur dat de auto relatief aantrekkelijk is bij verplaatsingen waarbij meerdere bestemmingen worden aangedaan, vanwege de flexibiliteit. Het OV is juist minder aantrekkelijk. Ten eerste omdat in principe alle bestemmingen in de keten goed met het OV bereikbaar moeten zijn. Ten tweede omdat de OV-gebruiker afhankelijk is van de dienstregeling en naarmate er meer bestemmingen worden aangedaan, dan wordt dit planningstechnisch complexer en is men minder flexibel. De fiets is niet aantrekkelijk wanneer

tenminste voor één van de bestemmingen een lange verplaatsing vereist. Wanneer enkel korte verplaatsingen worden gemaakt, dan is de fiets net als de auto flexibeler dan het OV. (Twuijver *et al.*, 2006)

Perovamdata bevestigt de conclusies uit de literatuur: met name het OV-gebruik is lager bij niet-woninggerelateerde verplaatsingen, terwijl het autogebruik juist groter is.



Figuur 37: modal split woninggerelateerde en niet-woninggerelateerde verplaatsingen

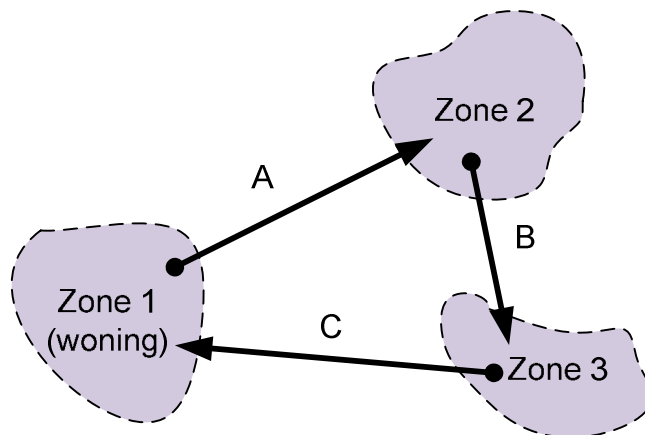
7.6.1. Berekening modal split niet-woninggerelateerde verplaatsingen

In de paragraaf 7.2, 7.3 en 7.4 is zeer uitgebreid geanalyseerd hoe de relatie tussen de modal split van verplaatsingen uit de woning en een groot aantal determinanten er uit ziet. Een dergelijk uitgebreide analyse wordt niet gemaakt voor de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen, aangezien dit te veel onderzoekstijd zou kosten. Gekozen is daarom voor een eenvoudigere methodiek waarmee naar verwachting toch een adequate schatting wordt verkregen van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen.

Om een eenvoudige methode op te stellen, dient eerst te worden vastgesteld welke aspecten van invloed zijn op de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Dit zijn de volgende (Vleugels *et al.*, 2007):

- De karakteristieken van de herkomstzone van de eerste verplaatsing van de keten (zone 1)
- De bestemmingsgerelateerde karakteristieken van de bestemmingszones (zone 2 en 3)
- De verplaatsingskarakteristieken van de verschillende verplaatsingen (a, b en c)

In de niet-woninggerelateerde verplaatsing in Figuur 38 (met woning in zone 1) is de verplaatsing van zone 2 naar zone 3 de niet-woninggerelateerde verplaatsing. De vraag is nu op welke wijze de modal split van deze verplaatsing kan worden berekend. Hierbij moet ten eerste in acht worden genomen dat de vervoerswijze van alle verplaatsingen binnen de keten doorgaans hetzelfde is, aangezien verplaatsingen te voet niet mee worden genomen in dit onderzoek. Dit betekent dus dat alle hierboven opgesomde karakteristieken van invloed zijn op de modal split van de niet-woninggerelateerde verplaatsing van zone 2 naar zone 3. Ten tweede is wanneer niet-woninggerelateerde verplaatsingen worden geanalyseerd niet bekend wat het postcodegebied is van de woning van de persoon die deze verplaatsing maakt. Deze informatie kan weliswaar uit het MON of Perovam worden gehaald, maar in dit onderzoek is enkel de ritgeneratie en ritdistributie van niet woninggerelateerde verplaatsingen geschat. Niet wordt geschat hoe gehele ketens er uit zien.



Figuur 38: elementen verplaatsing met meerdere bestemmingen

Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de bevolkingskarakteristieken niet bekend zijn van de personen die de niet-woninggerelateerde verplaatsingen tussen zone 2 en zone 3 maken. Ook is niet bekend wat de verplaatsingskarakteristieken van de *andere* verplaatsingen uit de keten zijn (A en C). Wél kunnen de verplaatsingskarakteristieken van verplaatsing B en de bestemmingskarakteristieken van zone 2 en 3 worden meegenomen. Gekozen is om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen daarom te berekenen als functie van de volgende variabelen:

- Het parkeertarief van zone 2
- Het parkeertarief van zone 3
- De verplaatsingsafstand van verplaatsing B
- De reistijdverhouding fiets/OV en OV/auto van verplaatsing B

In paragraaf 7.3 en 7.4 is immers aangetoond dat dit de bestemmings- of verplaatsingsgerelateerde variabelen zijn met een sterke invloed op de modal split.

7.7. CONCLUSIE

In dit hoofdstuk zijn relaties geanalyseerd tussen de modal split en karakteristieken van de herkomstzijde, bestemmingszijde en van de verplaatsing. Nagegaan is welke variabelen een sterke invloed hebben op de modal split, hoe de vorm van de relatie met de modal split er uit ziet en welke andere determinanten de relatie beïnvloeden. Vervolgens is per variabele geconcludeerd of het relevant is om deze op te nemen in het model. Bij een aantal determinanten is een duidelijke relatie met de modal split aantal gevonden, welke niet kan worden verklaard door andere determinanten. Voor andere variabelen geldt juist dat er óf geen (sterke) relatie is met de modal split wordt ontdekt óf dat de relatie grotendeels wordt verklaard door een andere determinant.

Op basis van de data analyse zijn diverse relaties gevonden, die ten eerste overeenkomstig zijn met de verwachtingen en de literatuur en ten tweede niet verdwijnen wanneer de invloed van andere determinanten in de analyse wordt betrokken. Het ligt voor de hand dat het opnemen van deze variabelen de voorspellingskracht van het model verbetert. Het betreft de volgende variabelen:

- Percentage NW-allochtonen: het percentage allochtonen is sterk positief gecorreleerd met het OV-gebruik en daarnaast negatief gecorreleerd met het fietsgebruik;
- Motorvoertuigenbezit per huishouden: deze variabele is sterk positief gecorreleerd met het autogebruik. Wel dient te worden nagegaan in hoeverre de relatie lineair is. Mogelijk dat het effect van verschillen in het motorvoertuigenbezit afneemt, naarmate het motorvoertuigenbezit groter wordt;
- Parkeertarief: op korte afstand verplaatsingen (<15km) is het parkeertarief sterk negatief gecorreleerd met het autogebruik en sterk positief gecorreleerd met het fietsgebruik. Voor lange afstand verplaatsingen geldt dat tevens een negatieve correlatie met het

autogebruik bestaat, maar deze correlatie is minder sterk. Daarnaast bestaat op lange afstanden een positieve relatie tussen het parkeertarief en het OV-gebruik;

- Verplaatsingsafstand: naarmate de verplaatsingsafstand toeneemt daalt het fietsgebruik en stijgt het auto- en OV-gebruik. Vanaf verplaatsingsafstanden groter dan 15 à 25 kilometer blijft de modal split ongeveer gelijk per afstandsklasse.
- Reistijdverhouding: de reistijdverhouding fiets/OV positief gecorreleerd met het OV-gebruik. Op lange afstand verplaatsingen (>15 km) geldt dat een positieve correlatie bestaat tussen de reistijdverhouding OV/auto en het autogebruik. Wel blijkt dat vanaf een bepaalde reistijdverhouding ($OV/auto > 2,0$) verschillen in reistijdverhouding geen effect meer hebben op de verdeling tussen auto en OV.

Daarnaast is er nog een aantal andere determinanten, dat mogelijk ook relevant is voor het modal split model. Het betreft in dit geval determinanten, waarbij weliswaar een relatie wordt gevonden met de modal split, maar die slechts in beperkte mate gecorreleerd zijn met de modal split wanneer gecontroleerd wordt voor andere determinanten. Het gaat om de omgevingsadressendichtheid (zowel aan de herkomst- als de bestemmingszijde), de bevolkingsdichtheid (bestemmingszijde), het percentage werkzame personen en de verdeling van huishoudens naar type.

Verder zijn er variabelen waarvan de correlatie met de modal split nihil is of waarvan de partiële correlatie niet significant is, wanneer gecontroleerd wordt voor andere variabelen. Het is naar verwachting niet zinvol om deze variabelen op te nemen in het modal split model. De afwezigheid van relaties wordt overigens deels verklaard doordat over een aantal determinanten geen adequate data beschikbaar is:

- Reistijd: geen relatie wordt gevonden tussen de reistijdverhouding OV/auto op korte afstanden. Dit zou kunnen worden veroorzaakt doordat de verzamelde reistijdgegevens niet heel accuraat is, met name op korte afstanden. Betere data resulteert mogelijk wél in enige relatie tussen reistijdverhouding OV/auto en de modal split;
- Leefstijl: enkel data is beschikbaar over de dominante leefstijl per postcodegebied. Data over het aandeel van de verschillende leefstijlgroepen in postcodegebieden kan misschien wel interessante relaties naar voren brengen;
- Functiemenging: de wijze van Snellen *et al.* (2005) is gebruikt om de functiemenging te operationaliseren. Het nadeel is dat op basis van deze methode een postcodegebied óf een goede óf slechte functiemenging heeft. Geen tussenweg is mogelijk. Mogelijk dat een operationalisatie met meerdere categorieën wel resulteert in interessante relaties tussen functiemenging en de modal split.

Tenslotte wordt geconcludeerd dat meerdere malen is geconstateerd dat verschillen bestaan tussen korte afstand verplaatsingen (ongeveer tot 15 kilometer) en lange afstand verplaatsingen. Het is relevant om hiermee rekening te houden bij het modelontwerp en het gaat om de volgende constatering:

- Tot verplaatsingsafstanden van 15 à 25 kilometer wordt een duidelijke relatie gevonden tussen de verplaatsingsafstand en de modal split. Wanneer de verplaatsingsafstand echter groter wordt dan 15 à 25 kilometer, dan blijft het aandeel van de verschillende modaliteiten ongeveer gelijk en is bovendien het fietsgebruik nihil.
- De reistijdverhouding tussen de auto en het OV heeft enkel op langere afstanden (meer dan 15 km) een duidelijke relatie met de modal split;
- Het parkeertarief is van grotere invloed op de modal split van korte afstand verplaatsingen dan op de modal split van lange afstand verplaatsingen.

8. MODAL SPLIT MODEL

Dit hoofdstuk behandelt de totstandkoming van het model om de modal split te bepalen. Zoals reeds aangegeven in de onderzoeksmethodiek, staan twee vragen centraal bij het modelontwerp:

- Wat is de beste modelstructuur?
- Welke variabelen worden opgenomen in het model en op welke wijze worden deze variabelen opgenomen in het model?

In het vorige hoofdstuk is reeds uitgebreid onderzoek verricht om de tweede vraag zo goed mogelijk te beantwoorden. Geconcludeerd is welke variabelen in eerste instantie op moeten worden opgenomen in het modal split model. Daarnaast is de vorm van de relatie tussen de modal split en de variabelen vastgesteld. Bij het ontwerp van het model is het belangrijk de bevindingen uit hoofdstuk 7 mee te nemen.

Eerst wordt in paragraaf 8.1 toegelicht welke varianten zijn opgesteld om de modal split te bepalen. Vervolgens zijn in paragraaf 8.2 diverse regressiemodellen opgesteld om het aandeel van de verschillende vervoerswijzen in de modal split te berekenen. In paragraaf 8.3 wordt een keuze gemaakt voor één van de modelvarianten. Tenslotte wordt in paragraaf 8.4 het model om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen opgesteld.

8.1. VARIANTEN MODELSTRUCTUUR

Het modal split model dient per hb-relatie 3 percentages te schatten, namelijk het autogebruik, het OV-gebruik en het fietsgebruik. Aangezien de overige vervoerswijzen niet in het model zijn opgenomen, dient de som van deze percentages 100% te zijn. Er zijn in dit onderzoek twee methoden onderzocht om de modal split te bepalen:

- Afzonderlijk schatten 3 percentages: de eerste manier is het afzonderlijk schatten van het auto-, fiets- en OV-gebruik door voor elke vervoerswijze een aparte regressievergelijking op te stellen. In dit geval is zal de som van de percentages echter iets afwijken van 100%. Daarom moet vervolgens nog een correctie worden toegepast, zodat de som van het aandeel van de verschillende vervoerswijzen 100% is.
- Schatten 2 percentages: een tweede mogelijkheid is het berekenen van de modal split van twee van de drie vervoersmodaliteiten en het percentage van de derde vervoerswijze gelijk te stellen aan het restpercentage.

Vooraf is niet voor één van deze methoden gekozen. Geëxperimenteerd is met de verschillende modelstructuren. Tabel 25 geeft een overzicht van de verschillende modelvarianten die zijn onderzocht. In fase 1 wordt een regressievergelijking opgesteld om het aandeel van één of meerdere vervoersmodaliteiten te bepalen. De tweede fase is afhankelijk van de modelstructuur.

Variant	Modelstructuur	Fase 1	Fase 2
1	Afzonderlijk	Auto, OV en fiets	Corrigeren, zodat som 100% is
2A	Restpercentage	Auto, fiets	OV-aandeel is restpercentage
2B	Restpercentage	Auto, OV	Fietsaandeel is restpercentage
2C	Restpercentage	Fiets, OV	Autoaandeel is restpercentage

Tabel 25: varianten modelstructuur

Voor het schatten van de percentages voor variant 1, 2A, 2B en 2C is het nodig om drie regressievergelijkingen op te stellen. De volgende percentages moeten worden geschat:

- Het fietsaandeel
- Het autoaandeel
- Het OV-aandeel

De volgende paragraaf gaat in op welke wijze deze percentages worden berekend.

8.2. REGRESSIEMODELLEN

Per vervoerswijze zijn verschillende regressiemodellen opgesteld. Op basis van de bevindingen in hoofdstuk 7 is vastgesteld welke regressiemodellen relevant zijn om op te stellen en te onderzoeken. De modellen zijn opgesteld op basis van data over verplaatsingen vanuit de woning vanuit, binnen en naar Amsterdam. Perovam (2001-2007) is gebruikt voor verplaatsingen vanuit en binnen Amsterdam en MON (2005-2008) voor verplaatsingen vanuit de woning naar Amsterdam.

Voorafgaand aan het ontwerp van het modal split model moet verder worden vermeld dat het op basis van waarnemingen in het MON of Perovam niet mogelijk is om de modal split te bepalen van individuele hb-relaties. Immers, de meeste hb-relaties bevatten op pc4-niveau slechts enkele of géén waarnemingen. De waargenomen modal split op een individuele hb-relatie is dan ook geen goede schatting voor de daadwerkelijke modal split op deze relatie.

Het is daarom nodig om data te binnen. Data binnen houdt in dat waarnemingen met ongeveer dezelfde karakteristieken worden samengevoegd in een bin. Verplaatsingen (waarnemingen) uit zones met ongeveer dezelfde herkomstkarakteristieken, ongeveer dezelfde verplaatsingskarakteristieken en naar bestemmingszones met ongeveer dezelfde bestemmingskarakteristieken zijn samengevoegd in bins van zo'n 100-200 waarnemingen. Voor elke bin is vervolgens het (gewogen) waargenomen percentage auto, fiets- en OV-gebruik vastgesteld. Verder is per bin bepaald wat de gemiddelde waarde van de determinanten (zoals afstand of parkeertarief) is. Op basis van deze gemiddelde waarde van de determinanten en het auto/fiets/OV-gebruik per bin, zijn de parameters (bètacoëfficiënten) van het regressiemodel geschat.

8.2.1. Fietsgebruik

Uit de analyse in paragraaf 7.4.1 is gebleken dat het fietsgebruik op verplaatsingen van meer dan 15 kilometer nihil is. Een model is daarom ontworpen op basis van hb-relaties met een verplaatsingsafstand van maximaal 15 kilometer.

Regressiemodellen

Het basismodel om het fietsgebruik te schatten is opgesteld op basis van de volgende variabelen:

- het motorvoertuigenbezit per huishouden (herkomst)
- het percentage allochtonen (herkomst)
- het parkeertarief (bestemming)
- de verplaatsingsafstand (verplaatsing)
- de reistijdverhouding fiets/OV (verplaatsing)

In hoofdstuk 7 is geconcludeerd dat deze variabelen de sterkste correlatie met het fietsaandeel hebben, die ook blijft bestaan wanneer voor andere variabelen wordt gecontroleerd. Daarnaast zijn een aantal alternatieve modellen opgesteld:

1. Verplaatsingsafstand: geconstateerd is dat de relatie tussen de verplaatsingsafstand en het fietsgebruik niet lineair is. Naarmate de verplaatsingsafstand toeneemt daalt het absolute percentage fietsgebruik minder sterk. Het verschil in fietsgebruik tussen verplaatsingen van 3 km en van 4 km is bijvoorbeeld groter dan het verschil in fietsgebruik tussen verplaatsingen van 11 km en 12 km. Om die reden is een model opgesteld, waarbij gekozen is om de logaritme (ln) van de verplaatsingsafstand te gebruiken in plaats van de verplaatsingsafstand zelf.
2. Reistijd: de reistijdverhouding fiets/OV is in eerste instantie gebruikt om de relatie tussen het fietsgebruik en de reistijdverhouding fiets/OV te bepalen. Mogelijk dat het gebruiken van het absolute reistijdverschil resulteert in een beter model. De tweede variant op het basismodel is daarom een regressiemodel met het reistijdverschil tussen fiets en OV in plaats van de reistijdverhouding.
3. Motorvoertuigenbezit (1): in paragraaf 7.2.2 is geconcludeerd dat de relatie tussen het motorvoertuigenbezit per huishouden en de modal split mogelijk niet lineair is. Naarmate het motorvoertuigenbezit per huishouden groter is, is een minder sterke

relatie zichtbaar tussen verschillen in het motorvoertuigenbezit en de modal split. Daarom is net als voor de verplaatsingsafstand een model opgesteld waarbij de logaritme van een determinant wordt gebruikt. In dit geval dus de logaritme van het motorvoertuigenbezit per huishouden.

4. Motorvoertuigenbezit (2): om de relatie tussen de modal split en het autobezit te bepalen kunnen de variabelen autobezit per huishouden en autobezit per inwoner worden gebruikt. In eerste instantie is het autobezit per huishouden gebruikt, aangezien deze variabele een sterkere één-op-één relatie met de modal split heeft. Wanneer echter ook andere variabelen worden betrokken in de analyse, dan is mogelijk het autobezit per inwoner een betere modelvariabele is. Daarom is een model ontworpen waarbij het autobezit per inwoner wordt gebruikt in plaats van het autobezit per huishouden.

Resultaten

Met behulp van SPSS zijn regressiemodellen opgesteld op basis van de geselecteerde modelvariabelen. Tabel 26 toont de verklaaringskracht (in de vorm van de aangepaste R^2) van de verschillende modellen. In bijlage 8.2 is per model aangegeven wat de bèta-coëfficiënten en de significantiewaarden van de verschillende modelvariabelen zijn. Voor alle modellen geldt overigens dat de opgenomen modelvariabelen significant zijn.

Model	Variabelen in model	Aangepaste R^2
Basis (0)	mvt/hh, % allochtonen, parkeertarief, afstand, vf fiets/ov	0,926
1	ln(afstand) ipv afstand	0,947
2	ln(afstand); Reistijdverschil ipv reistijdverhouding	0,947
3	ln(afstand); ln(mvt/hh) ipv mvt/hh	0,946
4	ln(afstand); mvt/inwoner ipv mvt/hh	0,953

Tabel 26: regressiemodellen om fietsgebruik te schatten

De resultaten laten zien dat er weinig verschil zit in de verklaaringskracht van model 1 tot en met 4. Wel geldt dat al deze modellen beter scoren dan het basismodel. Dit laatste is in lijn met wat reeds is geconstateerd in paragraaf 7.4.1: het fietsgebruik neemt *niet lineair* af, naarmate de verplaatsingsafstand groter wordt. Verder maakt het niet uit of gekozen wordt voor de reistijdverhouding fiets/OV of het absolute reistijdverschil. Daarnaast is de verklaaringskracht van het model dat het motorvoertuigenbezit per inwoner gebruikt net iets groter dan de verklaaringskracht van modellen 2 en 3, waarbij het motorvoertuigenbezit per huishouden respectievelijk de logaritme hiervan worden gebruikt.

Wanneer de residuen van model 1 tot en met 4 worden geanalyseerd, dan blijkt dat er geen andere onderzochte variabelen zijn die de verklaaringskracht het model significant verbeteren. (zie bijlage 8.2)

Gezien het zeer beperkte verschil in de verklaaringskracht van de verschillende modellen kan niet enkel op basis van de R^2 een model worden geselecteerd. Ook moet kritisch naar de modelparameters worden gekeken en moeten de theorie en de bevindingen in hoofdstuk 7 worden meegenomen in de overwegingen. Uiteindelijk is de keuze gemaakt om model 3 te gebruiken om het fietsgebruik te voorspellen.

- In de eerste plaats is gekozen om regressiemodel 4 niet te gebruiken om het fietsgebruik te voorspellen. Model 4 scoort weliswaar iets beter qua R^2 , maar wanneer de modelparameters in beschouwing worden genomen dan valt op dat de invloed van het percentage allochtonen in model wel erg groot is: de bèta-coëfficiënt is -0,565, wat betekent dat het fietsgebruik in een volledig allochtone wijk volgens het model 56,5% lager ligt dan het fietsgebruik in een volledig autochtone wijk onder de ceteris paribus voorwaarde. Een dergelijk groot verschil tussen allochtonen en autochtonen is niet in lijn met de literatuur (bijvoorbeeld Ververs & Ziegelaar, 2006). In model 1, 2 en 3 ligt de parameterwaarde voor allochtonen rond -0,37, wat beter overeenkomt met de literatuur.
- In de tweede plaats is gekozen om de reistijdverhouding te gebruiken in plaats van het absolute reistijdverschil. De keuze tussen beide variabelen is echter moeilijk te

beargumenteren. Meer accurate data over OV-reistijden kan waarschijnlijk beter inzicht bieden in welke modelvariabele het best is.

- Tenslotte is de keuze voor model 3 in plaats van model 1 gemaakt. In paragraaf 7.2.2 is reeds op basis van analyse van Perovamdata geconstateerd dat het er op lijkt dat de relatie tussen autogebruik en autobezit niet geheel lineair is. Daarnaast is beargumenteerd waarom het logisch is dat de invloed van het motorvoertuigenbezit enigszins minder sterk wordt bij hoge waarden voor het motorvoertuigenbezit per huishouden.

In de laatste plaats is nagegaan of het opnemen van andere variabelen het model nog kan verbeteren. De residu-analyse heeft weliswaar aangetoond dat geen van de residuen significant is. Wanneer variabelen echter direct in het model (model 3) worden opgenomen bestaat echter wel de mogelijkheid dat deze variabelen significant zijn voor het voorspellen van het fietsgebruik. Daarom zijn modellen opgesteld, waarbij de variabelen die niet zijn opgenomen in het model om de beurt opgenomen. Uit de analyse volgt dat het opnemen van sociaal-economische karakteristieken van inwoners van de herkomstzone het model mogelijk iets kan verbeteren. Het percentage meerpersoonshuishoudens met kinderen ($\beta = 0,64$; $t = -2,5$), het percentage ouderen ($\beta = -0,65$; $t = -2,5$) en de gemiddelde huishoudgrootte ($t = 2,1$; $\beta = 0,20$) zijn significant, wanneer ze worden opgenomen in model 3. De t-waarden zijn echter aanzienlijk lager dan de β -waarden voor de andere variabelen in model 3. Bovendien geldt voor Amsterdam dat deze drie sociaal-economische variabelen onderling sterk gecorreleerd zijn. Het is daarom zonder uitgebreide analyse moeilijk om te bepalen hoe en welke van deze variabelen het fietsgebruik daadwerkelijk beïnvloeden. Om deze redenen worden deze variabelen niet in het model opgenomen, maar wel is het relevant om in vervolgonderzoek nader te onderzoeken hoe het opnemen van sociaal-economische variabelen het model eventueel kan verbeteren.

Figuur 39 laat zien dat het gekozen model het fietsgebruik zeer goed voorspelt. De lijnen geven het 95%-betrouwbaarheidsinterval aan. Als gevolg van steekproefvariantie zal enig verschil optreden tussen het werkelijke aandeel fietsgebruik en het percentage fietsgebruik in de steekproef. Wanneer het waargenomen percentage verschilt van het voorspelde percentage, maar wel binnen het betrouwbaarheidsinterval ligt, dan kan niet gesteld worden dat het verschil wordt veroorzaakt doordat het model niet toereikend is.

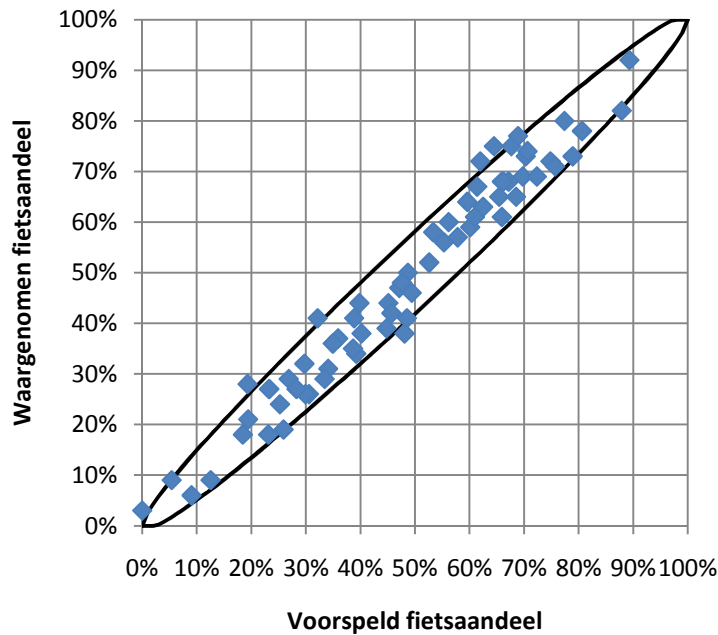
Om het 95%-betrouwbaarheidsinterval te berekenen, dient eerst voor het gehele bereik (0-100%) de steekproefvariantie te worden berekend met de volgende formule: $np(1-p)$. De standaarddeviatie is gelijk aan de wortel van de steekproefvariantie. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval (ongeveer twee maal de standaarddeviatie) is dus uiteindelijk als volgt berekend:

$$\left(p - \frac{2\sqrt{np(1-p)}}{n}, \quad p + \frac{2\sqrt{np(1-p)}}{n} \right)$$

met: p = de kans dat van de fiets gebruik wordt gemaakt voor een verplaatsing

n = het gemiddeld aantal waarnemingen per bin

Overigens zit er enig verschil in de grootte van de bins. In principe is het betrouwbaarheidsinterval voor elke bin dus verschillend. Aangezien het verschil in bingrootte echter beperkt is, is gekozen om niet voor elke bin een apart betrouwbaarheidsinterval te berekenen. De gemiddelde bingrootte is echter gebruikt om het betrouwbaarheidsinterval te berekenen.



Figuur 39: relatie tussen voorspeld fietsgebruik en waargenomen fietsgebruik

Het regressiemodel om het fietsgebruik te voorspellen ziet er als volgt uit:

$$\begin{aligned}
 E(\text{fiets}) &= 0,62 - 0,37 * \% \text{allochtonen} + 0,053 * \text{Parkeertarief} - 0,13 * \ln(\text{afstand}) \\
 &\quad - 0,27 * vf\left(\frac{\text{fiets}}{\text{ov}}\right) - 0,24 * \ln\left(\frac{\text{mvt}}{\text{hh}}\right)
 \end{aligned}$$

Conclusie

De verklaringskracht van het model dat wordt gebruikt om het fietsgebruik te bepalen is zeer groot. Bovendien zijn alle variabelen die in hoofdstuk 7 als relevant zijn gemarkeerd opgenomen in het model. Verder is de significantie van de modelparameters zeer hoog en is de richting van de modelparameters in lijn met de literatuur.

8.2.2. Autogebruik

Op eenzelfde wijze als voor het fietsgebruik is een model ontworpen, waarmee het autogebruik kan worden bepaald.

Regressiemodellen

Het basismodel om het autogebruik te schatten bestaat voor een deel uit dezelfde variabelen als het basismodel om het fietsgebruik te schatten. Het eerste verschil is dat de reistijdverhouding fiets/OV uiteraard *niet* is meegenomen in het basismodel, maar wel is de reistijdverhouding OV/auto meegenomen. Daarnaast is gebleken dat er geen relatie bestaat tussen het percentage allochtonen en het autogebruik (gecontroleerd voor autobezit). Om deze reden is het percentage allochtonen niet opgenomen in het basismodel. Het basismodel om het autogebruik te schatten bestaat dus uit de volgende variabelen:

- het motorvoertuigenbezit per huishouden (herkomst)
- het parkeertarief (bestemming)
- de verplaatsingsafstand (verplaatsing)
- de reistijdverhouding OV/auto (verplaatsing)

Vervolgens zijn ook om het autogebruik te bepalen een aantal alternatieve regressiemodellen opgesteld:

- Verplaatsingsafstand (1): voor het autogebruik geldt hetzelfde als voor het fietsgebruik: de relatie tussen het autogebruik en de verplaatsingsafstand is niet lineair. Ook hier is

gekozen voor een model waarbij de verplaatsingsafstand is vervangen door de natuurlijk logaritme van de verplaatsingsafstand

- Verplaatsingsafstand (2): met betrekking tot de verplaatsingsafstand is ook geconstateerd dat vanaf afstanden van 15 à 25 kilometer het aandeel van de auto per afstandsklasse ongeveer gelijk blijft. Daarom is ook een model opgesteld waarbij de logaritme van de verplaatsingsafstand wordt gebruikt, maar waarbij de verplaatsingsafstand maximaal 20 kilometer kan zijn. Is de verplaatsingsafstand dus groter dan 20 kilometer, dan wordt deze naar 20 kilometer afgerond. Op deze manier worden dus enkel verschillen in verplaatsingsafstand tot 20 kilometer meegenomen in het model.
- Motorvoertuigenbezit (1): net als voor het fietsgebruik is nagegaan of het relevant is om de logaritme van het motorvoertuigenbezit per huishouden te gebruiken in plaats van het motorvoertuigenbezit per huishouden.
- Motorvoertuigenbezit (2): daarnaast is nagegaan of het opnemen van de variabele motorvoertuigenbezit per *inwoner* in plaats van het motorvoertuigenbezit per huishouden de verklaringskracht van het model kan verbeteren.
- Reistijdverhouding OV/auto: een aantal conclusies is getrokken over de relatie tussen de reistijdverhouding OV/auto en het autogebruik en het is daarom niet goed te verantwoorden om eenvoudigweg de reistijdverhouding OV/auto op te nemen in het model.
 - Ten eerste is geconstateerd dat op verplaatsingen tot en met 5 kilometer er in zijn geheel geen verband te ontdekken is tussen reistijdverhouding en de verdeling van het verkeer tussen het OV en de auto. Op verplaatsingen vanaf 15 kilometer is wel een duidelijk verband zichtbaar. Bij verplaatsingen tussen de 5 en 15 kilometer is enige relatie zichtbaar. Het niet logisch is dat de reistijdverhouding vanaf een bepaalde verplaatsingsafstand ineens van invloed is. Daarom is de keuze gemaakt om de invloed van de reistijdverhouding OV/auto vanaf 5 kilometer mee te nemen, waarbij deze invloed geleidelijk toeneemt tot en met 15 kilometer. Om te voorkomen dat
 - Ten tweede is geconstateerd dat vanaf OV/auto-reistijdverhoudingen van 2 de modal split niet meer wordt beïnvloedt. Daarom zijn reistijdverhouding van meer dan 2 naar 2 afgerond en wordt dus enkel de reistijdverhouding tot en met 2 meegenomen.
 - Uiteindelijk worden de volgende formules gebruikt om de reistijdverhouding OV/auto mee te nemen:
 - bij verplaatsingsafstanden tot 5 km: $0 * \min \left(vf \left(\frac{ov}{auto} \right); 2 \right)$
 - bij verplaatsingen tussen de 5-15 km: $\frac{afstand-5}{10} * \min \left(vf \left(\frac{ov}{auto} \right); 2 \right)$
 - bij verplaatsingen boven de 15 km: $1 * \min \left(vf \left(\frac{ov}{auto} \right); 2 \right)$
- Reistijd: tenslotte is een model opgesteld waarbij niet de reistijdverhouding OV/auto als variabele is opgenomen, maar het absolute reistijdverschil. Ook hier is wederom enkel het reistijdverschil tot een reistijdverhouding van 2 meegenomen.

Resultaten

Tabel 27 vat de hierboven beschreven modellen samen en laat bovendien de verklaringskracht van deze modellen zien.

Model	Variabelen in model	Aangepaste R^2
Basis (0)	mvt/hh, parkeertarief, afstand, vf ov/auto	0,856
1	ln (afstand) ipv afstand	0,904
2	ln (afstand) met verschillen tot 20 km	0,906
3	ln(afstand) tot 20 km; ln(mvt/hh) ipv mvt/hh	0,903
4	ln(afstand) tot 20 km; mvt/inw ipv mvt/hh	0,906
5	ln(afstand) tot 20 km; ln(mvt/hh); vf OV/auto (weging oplopend vanaf 5 kilometer en maximaal 2)	0,910

Tabel 27: regressiemodellen om autogebruik te schatten

De volgende zaken worden opgemerkt:

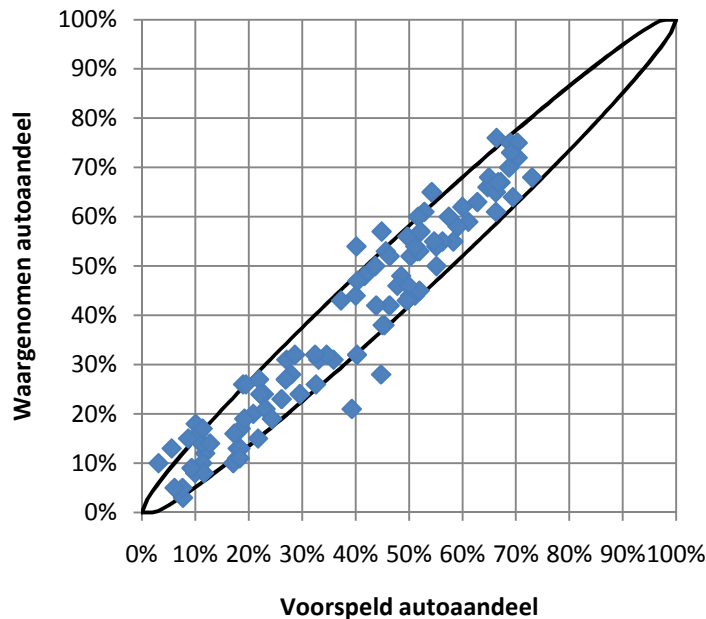
- Uit Tabel 27 volgt dat de verschillende modellen weinig van elkaar verschillen qua verklaringskracht. Alleen het model dat de verplaatsingsafstand lineair meeneemt scoort duidelijk slechter. Dit is in lijn met de bevindingen in het vorige hoofdstuk.
- Qua verklaringskracht maakt het vervolgens weinig uit of de logaritme van de afstand tot maximaal 20 kilometer wordt meegenomen. Aangezien volgens de analyse in paragraaf 7.4.1 vanaf verplaatsingsafstanden van ongeveer 20 kilometer het autogebruik niet meer toeneemt naarmate de verplaatsingsafstand groter wordt, is gekozen om enkel het verschil in verplaatsingsafstand tot 20 kilometer mee te nemen.
- De wijze waarop het motorvoertuigenbezit wordt meegenomen heeft nagenoeg geen invloed op de verklaringskracht van het model. Om dezelfde redenen als voor het regressiemodel om het fietsgebruik te voorspellen, is gekozen om de natuurlijk logaritme van het motorvoertuigenbezit per huishouden te gebruiken.
- Tenslotte is de keuze gemaakt om de reistijdverhouding te gebruiken, met inbegrip van weging naar afstand. Wanneer enkel de reistijdverhouding (zonder weging naar afstand) wordt gebruikt, dan blijkt de variabele niet significant voor het model. Dit is goed te verklaren, aangezien de reistijdverhouding OV/auto op korte afstanden geen relatie heeft met de modal split. Ook voor het autogebruik geldt dat het moeilijk is om een keuze te maken tussen de naar afstand gewogen reistijdverhouding en het absolute reistijdverschil. De aanbeveling wordt daarom gedaan om accuratere data over reistijden te verzamelen, om zodoende beter vast te kunnen stellen welke modelvorm het beste is.

Opgemerkt dient te worden dat het model er net iets ingewikkelder uitziet door niet de reistijdverhouding, maar een functie van de reistijdverhouding en afstand te gebruiken. Het op deze manier opnemen van de reistijdverhouding verbetert echter ten eerste het model en ten tweede is het in lijn met de bevindingen in hoofdstuk 7 en tevens in lijn met de literatuur.. Savellberg *et al.* (2009) constateren dat de invloed van de reistijdverhouding tussen OV en auto op de modal split van korte afstanden minimaal is. Daarom wordt geconcludeerd dat de verbetering van het model opweegt tegen de kleine toename van complexiteit.

Wanneer vervolgens een residuanalyse wordt uitgevoerd dan blijkt dat opnemen van het percentage ouderen (65+) de verklaringskracht van het model significant kan verbeteren. Wanneer de modelparameters worden geschat op basis van de modelvariabelen uit model 5 *plus* het percentage ouderen, dan blijkt dat het model inderdaad iets verbetert. (aangepaste $R^2 = 0,918$). Daarnaast is het opnemen van deze variabele ook in lijn met de bevindingen uit paragraaf 7.2.3. De bètacoëfficiënt voor het percentage ouderen is echter niet erg realistisch: 0,91. Dit betekent dat wanneer het percentage ouderen in een zone met 10% stijgt, dat het autogebruik met 9,1% stijgt. Dit impliceert dat ouderen nagenoeg alleen maar gebruik maken van de auto, terwijl in paragraaf 7.2.3 is aangetoond dat het autogebruik onder ouderen minder dan 50% is. Om deze reden wordt het percentage ouderen niet meegenomen in het model, ondanks dat het de verklaringskracht verbetert.

Net als voor het fietsgebruik zijn tenslotte de niet opgenomen variabelen om de beurt opgenomen in het model. Ook in dit geval blijkt dat een aantal sociaal-economische variabelen significant is, wanneer ze worden toegevoegd: het percentage meerpersoonshuishoudens met kinderen ($\beta = -0,37$; $t = -2,5$), het percentage meerpersoonshuishoudens zonder kinderen ($\beta = 1,04$; $t = 2,2$), het percentage 15-24-jarigen ($\beta = -1,4$; $t = -2,6$), het percentage 65+ers ($\beta = 0,91$; $t = 3,2$) en de gemiddelde huishoudgrootte ($\beta = -0,11$; $t = -2,1$). De meeste van deze variabelen zijn echter onderling sterk gecorreleerd, waardoor de één-op-één relatie tussen de modal split en deze variabelen niet duidelijk is, en de t-waarden zijn relatief laag. Daarom zijn ook voor het model om het autogebruik te bepalen deze sociaal-economische variabelen niet opgenomen.

Onderstaande figuur laat zien dat het autogebruik met het gekozen model redelijk goed wordt voorspeld, maar iets minder goed dan het fietsgebruik.



Figuur 40: relatie tussen voorspeld auto-aandeel en waargenomen auto-aandeel

De volgende formules worden gebruikt om het autoaandeel te schatten:

$$E(auto) = 0,53 + 0,07 * \ln(afstand) - 0,087 * parkeertarief + 0,12 * f(vf\left(\frac{ov}{auto}\right), afstand) + 0,231 * \ln\left(\frac{mvt}{hh}\right)$$

$$f(vf\left(\frac{OV}{auto}\right), afstand) =$$

- bij verplaatsingsafstanden tot 5 km: 0
- bij verplaatsingen tussen de 5-15 km: $\frac{afstand-5}{10} * \min(vf\left(\frac{ov}{auto}\right), 2)$
- bij verplaatsingen boven de 15 km: $\min(vf\left(\frac{ov}{auto}\right), 2)$

Conclusie

Een model is opgesteld waarmee het autoaandeel redelijk goed wordt voorspeld. Alle variabelen die in hoofdstuk 7 zijn gemarkeerd als relevant om het autoaandeel te voorspellen, zijn opgenomen in het model. De modelparameters zijn allen significant. Het opnemen van het percentage ouderen kan het model verbeteren, maar wanneer deze variabele wordt opgenomen, wordt een onrealistisch hoge parameterwaarde verkregen en daarom is deze variabele niet opgenomen in het model.

8.2.3. OV-gebruik

Tenslotte zijn ook om het OV-aandeel te schatten diverse varianten opgesteld en geanalyseerd.

Varianten

In het basismodel om het OV-gebruik te schatten worden de volgende variabelen opgenomen (zie voor verantwoording paragraaf 7.7):

- het percentage allochtonen (herkomst)
- de reistijdverhouding fiets/OV (verplaatsing)
- de reistijdverhouding auto/OV (verplaatsing)
- de verplaatsingsafstand (verplaatsing)
- het parkeertarief (bestemming)

De volgende alternatieve regressiemodellen zijn opgesteld om het OV-aandeel te bepalen:

1. Verplaatsingsafstand (1): net als voor het fiets- autoaandeel geldt ook voor het OV-aandeel dat de relatie tussen OV-aandeel en de verplaatsingsafstand niet lineair is.

De eerste aanpassing op het basismodel is dan ook het gebruiken van de natuurlijk logaritme van de verplaatsingsafstand in plaats van de verplaatsingsafstand zelf.

2. Verplaatsingsafstand (2): in paragraaf 7.4.1 is geconcludeerd dat het OV-aandeel weinig meer verandert vanaf verplaatsingsafstanden boven de 20 kilometer. Daarom is ook voor het schatten van het OV-gebruik een regressiemodel opgesteld, waarbij enkel verschillen in verplaatsingsafstand tot 20 kilometer zijn meegenomen.
3. Reistijdverhouding fiets/OV: op verplaatsingsafstanden boven de 15 kilometer is het fietsgebruik zeer klein. Aangezien de afstand ook als variabele mee wordt genomen, is het is onlogisch om de reistijdverhouding fiets/OV op langere afstanden ook nog eens een rol te laten spelen bij het bepalen van het OV-aandeel. Net als voor de reistijdverhouding OV/auto geldt dat het niet logisch is om de reistijdverhouding vanaf een bepaalde verplaatsingsafstand ineens niet meer mee te nemen. Daarom is een model opgesteld waarbij de invloed van de reistijdverhouding geleidelijk minder sterk wordt vanaf verplaatsingsafstanden boven de 5 kilometer en waarbij deze reistijdverhouding niet meer van invloed is vanaf 15 kilometer.

$$f\left(vf\left(\frac{fiets}{OV}\right), afstand\right) =$$

bij verplaatsingsafstanden tot 5 km: $vf\left(\frac{fiets}{OV}\right)$
 bij verplaatsingen tussen de 5-15 km: $\frac{(15-afstand)}{10} * vf\left(\frac{fiets}{OV}\right)$
 bij verplaatsingen boven de 15 km: 0

4. Reistijdverhouding OV/auto: in de vorige paragraaf is reeds uitgelegd dat het op basis van de bevindingen in hoofdstuk 7 niet wenselijk is om de reistijdverhouding OV/auto lineair op te nemen in het model. Een alternatieve vorm blijkt beter te zijn, namelijk een vorm waarbij de reistijdverhouding OV/auto vanaf 5 kilometer pas van invloed is en waarvoor geldt dat de reistijdverhouding tot 15 kilometer geleidelijk een grotere invloed krijgt. Ook voor het OV-model is daarom een regressiemodel opgesteld waarbij de reistijdverhouding OV/auto in aangepaste vorm is opgenomen, maar wel op dezelfde manier als voor het autogebruik (zie vorige paragraaf).
5. Motorvoertuigenbezit: in paragraaf 7.2.2 is geconcludeerd dat er nauwelijks een verband bestaat tussen het motorvoertuigenbezit en het OV-gebruik. Enige relatie tussen deze twee variabelen is echter wel logisch. Om die reden is nagegaan of het opnemen van het motorvoertuigenbezit per huishouden of per inwoner het model verbetert.

Resultaten

Onderstaande tabel toont aan welke regressiemodellen zijn opgesteld en wat de verklaringskracht van deze modellen is.

Model	Variabelen in model	Aangepaste R ²
Basis (0)	% alloctonen, vf fiets/OV, vf auto/OV, afstand, parkeertarief	0,769
1	ln (afstand) ipv afstand	0,614
2	ln (afstand) met verschillen tot 20 km	0,638
3	vf fiets/OV aflopend en tot 15 km; vf auto/OV oplopend vanaf 5 km	0,566
4	ln(afstand); vf fiets/OV aflopend en tot 15 km; vf OV/auto oplopend vanaf 5 km	0,823
5	ln(afstand); reistijdverschil OV-auto en fiets-OV in plaats van reistijdverhouding OV/auto en fiets/OV	0,793
6	ln(afstand); vf fiets/OV aflopend en tot 15 km; vf auto/OV oplopend vanaf 5 km; inclusief mvt/hh	0,821
7	ln(afstand); vf fiets/OV aflopend en tot 15 km; vf auto/OV	0,821

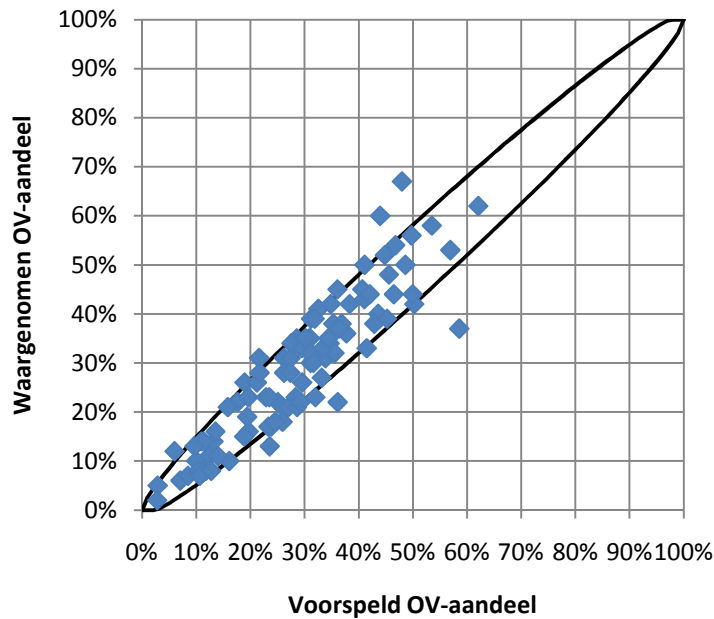
De volgende constatering worden gedaan:

- Het opnemen van de logaritme van de afstand in plaats van de afstand lijkt in eerste instantie het model niet te verbeteren. Ook het opnemen van de reistijdverhouding fiets/OV en OV/auto, waarbij gewogen wordt voor afstand, blijkt het model niet te verbeteren. Wanneer echter beide tezamen worden opgenomen, dan blijkt dat de verklaringskracht van het model wél duidelijk sterker is dan de verklaringskracht van het basismodel.
- Het gebruiken van het reistijdverschil tussen het OV en de auto of fiets, in plaats van de reistijdverhouding OV/auto en fiets/OV blijkt de verklaringskracht van het model te verslechteren.
- Het toevoegen van het motorvoertuigenbezit heeft geen effect op de verklaringskracht van het model. Bovendien is de bètacoëfficiënt voor het motorvoertuigenbezit niet significant.
- Uit residuanalyse volgt dat het opnemen van andere variabelen het model niet kan verbeteren.

Op basis van bovenstaande constatering is de keuze gemaakt om model 4 te gebruiken om het OV-aandeel te voorspellen. Ook voor het voorspellen van het OV-gebruik geldt dat het toevoegen van enkele sociaal-economische variabelen (percentage 15-24-jarigen, percentage jongeren en aantal meerpersoonshuishoudens met kinderen) het model net iets verbetert, maar wederom zijn de t-waarden relatief laag en is niet duidelijk welke van deze variabelen het OV-gebruik daadwerkelijk beïnvloeden.

In Figuur 41 is het voorspelde en het waargenomen OV-aandeel tegen elkaar uitgezet. Er valt op dat er een aantal datapunten bestaat, waarbij het voorspelde aandeel aanzienlijk verschilt van het waargenomen aandeel. Dit duidt er op dat de verklaringskracht van het model verder verbeterd kan worden met variabelen die in dit onderzoek niet zijn bestudeerd.

In Figuur 25 is reeds aangetoond dat het aantal *verplaatsings* karakteristieken dat volgens literatuur van invloed is op het OV-gebruik aanzienlijk groter is dan het aantal verplaatsingskarakteristieken dat van invloed is op het fiets- en auto-gebruik. Niet over al deze verplaatsingskarakteristieken is echter data beschikbaar. Mogelijk dat het model verbeterd kan worden door variabelen als de frequentie van een OV-lijn, de voortransporttijd, de wachttijd, de natransporttijd, het type OV-vervoermiddel en het aantal overstaps mee te nemen in het model. Een andere oorzaak voor de lagere voorspellingskracht is dat de reisduur per OV, zeker op korte afstanden, aanzienlijk kan verschillen afhankelijk van waar een persoon exact in een zone woont of de exacte locatie van de bestemming. Het gebruiken van één OV-reistijd voor een geheel postcodegebied is mogelijk niet adequaat.



Figuur 41: waargenomen en voorspeld OV-aandeel

$$E(OV) = -0,075 + 0,042 * \text{parkeertarief} - 0,24 * f\left(vf\left(\frac{OV}{auto}\right), \text{afstand}\right) + 0,43 \\ * \% \text{allochtonen} + 0,225 * vf\left(\frac{fiets}{ov}\right) + 0,106 * \ln(\text{afstand})$$

met:

$$f\left(vf\left(\frac{fiets}{OV}\right), \text{afstand}\right) =$$

bij verplaatsingsafstanden tot 5 km: $vf\left(\frac{fiets}{OV}\right)$

bij verplaatsingen tussen de 5-15 km: $\frac{(15-\text{afstand})}{10} * vf\left(\frac{fiets}{OV}\right)$

bij verplaatsingen boven de 15 km: 0

$$f\left(vf\left(\frac{OV}{auto}\right), \text{afstand}\right) =$$

bij verplaatsingsafstanden tot 5 km: 0

bij verplaatsingen tussen de 5-15 km: $\frac{\text{afstand}-5}{10} * \min\left(vf\left(\frac{ov}{auto}\right); 2\right)$

bij verplaatsingen boven de 15 km: $\min\left(vf\left(\frac{ov}{auto}\right); 2\right)$

Conclusie

Het model om het OV-aandeel te voorspellen heeft een minder goede verklaringskracht dan de modellen om het fiets- en auto-aandeel te voorspellen. Alle determinanten, waarvan in hoofdstuk 7 is vastgesteld dat deze het OV-gebruik beïnvloeden, zijn opgenomen in het model. Opvallend is dat het motorvoertuigenbezit het model om het OV-aandeel te schatten niet verbetert. Het opnemen van aanvullende variabelen over de OV-verplaatsing, zoals frequentie, het aantal overstaps en de voor/natransporttijd, kan het model naar verwachting verbeteren.

8.3. SELECTIE VARIANT MODELSTRUCTUUR

Met behulp van de ontworpen regressiemodellen in paragraaf 8.2 is het mogelijk om de in paragraaf 8.1 gedefinieerde modelstructuren te vergelijken.

- Voor variant 1 geldt dat de som van de voorspelde percentages van het fiets-, auto- en OV-gebruik in principe niet 100% is. Om te garanderen dat de som van het aandeel van de verschillende vervoerswijzen 100% is wordt de volgende formule toegepast. Hierin zijn

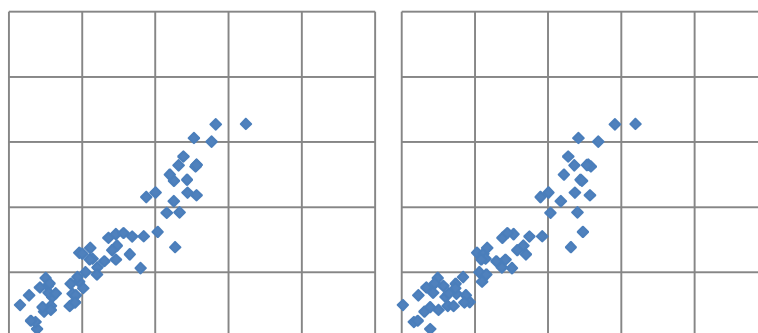
$E(\text{fiets})$, $E(\text{ov})$ en $E(\text{auto})$ de met de regressiemodellen voorspelde aandelen van de verschillende vervoerswijzen. $E(\text{fiets}_{\text{cor}})$ is het voorspelde fietsaandeel, nadat gecorrigeerd is zodat de som van de vervoerswijzen 100% is. Op eenzelfde wijze wordt het gecorrigeerde auto- en OV-aandeel berekend.

$$E(\text{fiets}_{\text{cor}}) = \frac{E(\text{fiets})}{E(\text{fiets}) + E(\text{ov}) + E(\text{auto})}$$

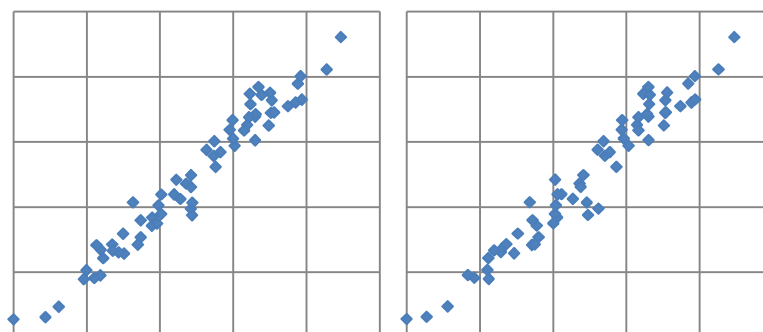
- Voor variant 2a, 2b en 2c geldt dat voor twee van de vervoerswijzen de regressiemodellen worden gebruikt om het aandeel in de modal split van deze vervoerswijzen te bepalen. Het restpercentage wordt toegedeeld aan de derde vervoerswijze. Voor het voorspellen van het OV-gebruik in variant 2A wordt dus de volgende formule gebruikt:

$$E(\text{ov}_{\text{rest}}) = 100\% - E(\text{auto}) - E(\text{fiets})$$

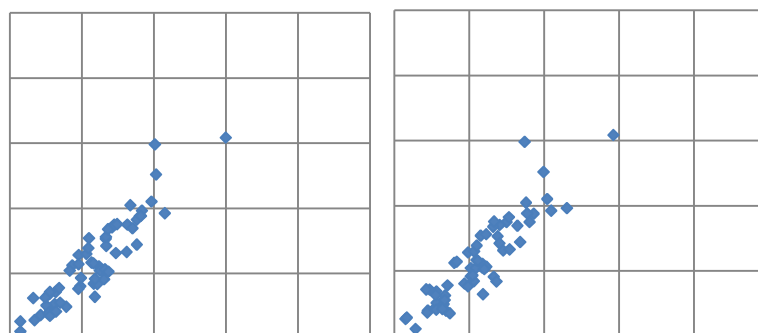
Hieronder is voor elk van de varianten eerst visueel getoond wat de voorspellingskracht is. Op de x-as is het waargenomen percentage geplaatst, op de y-as het voorspelde percentage.



Figuur 42: voorspelling autogebruik variant 1 (links) en variant 2C (rechts)



Figuur 43: voorspelling fietsgebruik variant 1 (links) en variant 2B (rechts)



Figuur 44: voorspelling ov-gebruik variant 1 (links) en variant 2A (rechts)

Uit de bovenstaande figuren blijkt dat het verschil in voorspellingskracht tussen de verschillende varianten beperkt is en met het oog moeilijk zichtbaar. Het is daarom relevant om ook kwantitatief een vergelijking te maken tussen de verschillende varianten. Voor elk van de varianten is de kwadratensom van de residuen gesommeerd. Tabel 28 toont het resultaat. De

onderstreepte waarden zijn de kwadratensommen wanneer de vervoerswijze op basis van het restpercentage wordt berekend.

<i>Variant</i>	<i>auto</i>	<i>fiets</i>	<i>ov</i>	<i>som</i>
1	0,206	0,126	0,172	0,504
2A	0,213	0,126	<u>0,204</u>	0,544
2B	0,213	<u>0,149</u>	0,175	0,538
2C	<u>0,235</u>	0,126	0,175	0,536

Tabel 28: kleinste kwadratensom varianten (kwadratensom variant 2 onderstreept)

Uit Tabel 28 valt af te leiden dat de kleinste kwadratensom voor alle vervoerswijzen groter is, wanneer het aandeel wordt voorspeld op basis van het restpercentage. Er is dus geen reden om een van de vervoerswijzen te voorspellen op basis van het restpercentage. Gekozen wordt daarom om variant 1 te gebruiken als modal split model.

8.4. MODEL NIET-WONINGGERELATEERDE VERPLAATSINGEN

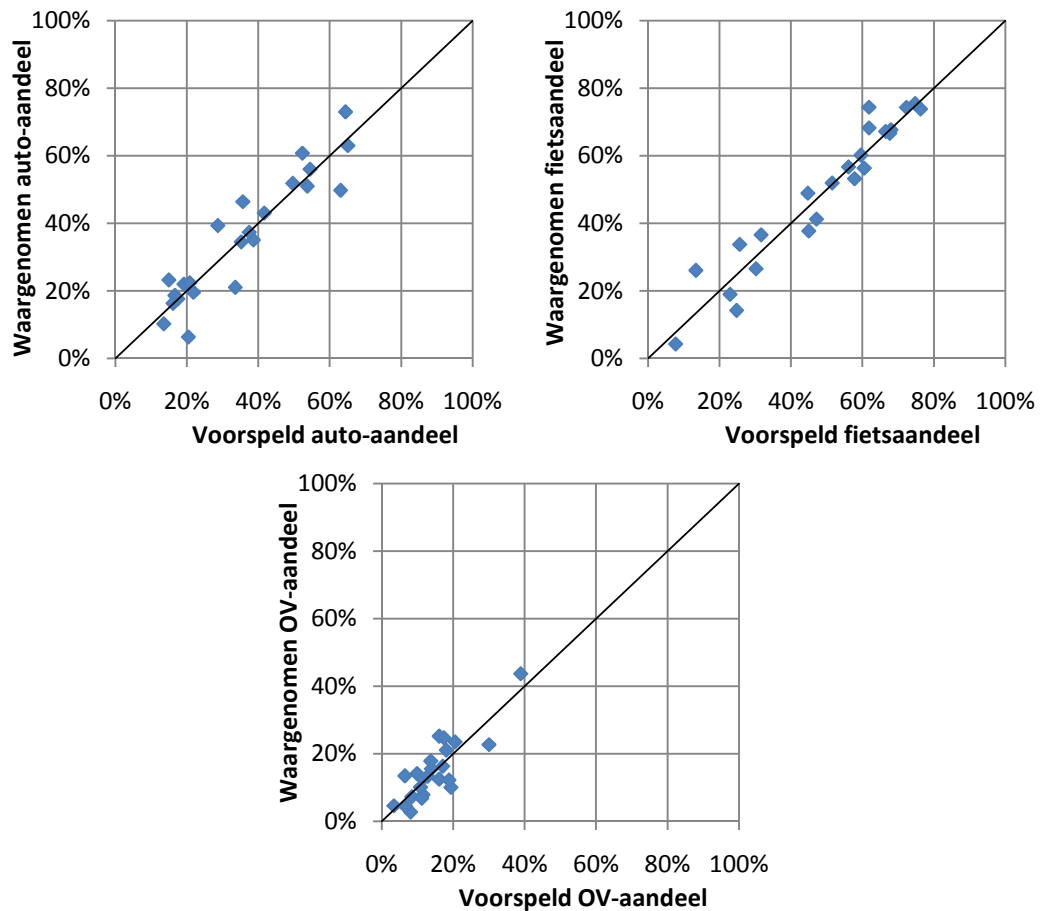
In paragraaf 0 is aangegeven dat de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt bepaald op basis van het parkeertarief van de herkomst- en bestemmingszone, de verplaatsingsafstand en de reistijdverhoudingen. Aangezien in paragraaf 8.2 meerdere malen is geconstateerd dat de relatie tussen de modal split en de afstand logaritmisch is, is ook om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen gebruik gemaakt van de logaritme van de afstand. Verder zijn de parkeertarieven van de herkomst- en bestemmingszone gesommeerd. Data over verplaatsingen vanuit/binnen/naar Amsterdam uit de Perovam datasets van 2001-2004 en 2005-2007 en het MON van 2005-2008 is gebruikt om het model op te stellen. Uiteraard zijn enkel niet-woninggerelateerde verplaatsingen meegenomen.

Met behulp van SPSS zijn wederom regressievergelijkingen geschat. Aangezien voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen geen uitgebreide analyse is gemaakt van de relatie tussen de modal split en de determinanten hiervan, is voor elke vervoerswijze slechts één modelalternatief opgesteld. Namelijk een model waarbij de som van de parkeertarieven van herkomst- en bestemmingszone, de verplaatsingsafstand en de reistijdverhouding fiets/OV zijn meegenomen. Zeer weinig waarnemingen zijn beschikbaar van niet-woninggerelateerde verplaatsingen op lange afstanden. Dit is goed te verklaren aangezien niet-woninggerelateerde verplaatsingen meestal relatief kort zijn. Omdat de reistijdverhouding OV/auto enkel op langere afstanden van invloed op de modal split is (zie paragraaf 7.4.2), is deze niet meegenomen in het model.

De volgende constatering worden gedaan:

- Het model om het auto-aandeel van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen blijkt een redelijke verklaringskracht te hebben. De aangepaste R^2 is 0,851 en ook uit Figuur 45 valt af te leiden dat de voorspellingen over het algemeen goed overeenkomen met de waarnemingen. Wel is de parameterwaarde voor de logaritme van de verplaatsingsafstand niet significant. Het kleinere bereik van waarnemingen naar verplaatsingsafstand (0 tot 5 à 10 kilometer) in vergelijking met woninggerelateerde verplaatsingen, is waarschijnlijk de oorzaak van het feit dat de significantie laag is.
- Voor het fietsgebruik geldt ook dat dit goed wordt verklaard door het opgestelde model (aangepaste $R^2 = 0,912$). Alle parameters zijn significant.
- Het OV-gebruik wordt daarentegen niet goed voorspeld. De verklaringskracht om het OV-gebruik te schatten is zwak (aangepaste $R^2 = 0,659$). Wel zijn alle parameters significant. Ondanks dat het OV-aandeel van niet-woninggerelateerde verplaatsingen slecht wordt voorspeld, is dit in principe geen groot probleem voor het model. Aangezien het OV-aandeel in niet-woninggerelateerde verplaatsingen klein is, is het *absolute* verschil tussen het voorspelde en waargenomen percentage beperkt.

In bijlage 8.4 zijn de statistische karakteristieken van de modellen te vinden.



Figuur 45: voorspelling modal split niet-woninggerelateerde verplaatsingen

De volgende regressiemodellen zijn gebruikt om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen:

$$E(auto, nw) = 0,62 - 0,078 * parkeertarieven + 0,035 * \ln(afstand)$$

$$E(fiets, nw) = 0,57 + 0,052 * parkeertarieven - 0,087 * \ln(afstand) - 0,28 * vf\left(\frac{fiets}{ov}\right)$$

$$E(ov, nw) = -0,12 + 0,017 * parkeertarieven + 0,072 * \ln(afstand) + 0,19 * vf\left(\frac{fiets}{ov}\right)$$

Dezelfde formule als voor verplaatsingen van uit de woning is gebruikt om te garanderen dat de som van de schattingen gelijk aan 100% is.

9. VALIDATIE

De laatste stap van het onderzoek betreft het valideren van het in hoofdstuk 8 ontworpen model en het trekken van conclusies over de generieke toepasbaarheid van het model. In paragraaf 9.1 wordt toelichting gegeven op de manier waarop het model is gevalideerd. Paragraaf 9.3 beschrijft de resultaten van de validatie. In paragraaf 9.4 wordt een vergelijking gemaakt met een aantal vergelijkbare modellen, waarmee quickscan de modal split kan worden bepaald. Tenslotte wordt in paragraaf 9.4 een reflectie gegeven op het ontworpen model.

9.1. METHODIEK VALIDATIE

Validatie van het model geschiedt op de volgende wijzen:

- Op basis van MON-data over verplaatsingen binnen Rotterdam en tussen de grote steden in de Randstad
- Op basis van Perovamdata over verplaatsingen door inwoners van Amsterdam gedurende een eerdere tijdsperiode (1994-2000)
- Op *gemeentelijk* niveau wordt het model voor geheel Nederland gevalideerd.

In deze paragraaf wordt nader toelichting gegeven op de methode van validatie.

9.1.1. Validatie Rotterdam en grote steden Randstad

Doel van het onderzoek is om een generiek model (voor Nederland) op te stellen. Het is daarom de vraag in hoeverre het model geschikt is om de modal split te voorspellen van andere gemeenten in Nederland. Om deze reden wordt het model gevalideerd met behulp van verplaatsingsdata van andere gemeenten dan Amsterdam.

Om de modal split op hb-relaties op postcodeniveau te voorspellen is een tweetal typen data benodigd welke niet beschikbaar is in een overzichtelijke database. Dit betreft de reistijd per auto en per OV tussen twee postcodegebieden. Deze data dient dus handmatig te worden verzameld. Aangezien dit relatief veel tijd kost is besloten om het model voor één gemeente uitgebreid te valideren. Gekozen is om het model uitgebreid te valideren op basis van verplaatsingen *binnen* Rotterdam. De keuze voor Rotterdam is ten eerste gebaseerd op het feit dat ná Amsterdam het MON de meeste verplaatsingsdata bevat over verplaatsingen vanuit Rotterdam. Ten tweede is voor Rotterdam gekozen, omdat Rotterdam qua verkeerskundige karakteristieken verschilt van Amsterdam. Rotterdam is een stuk autovriendelijker dan Amsterdam. Dit valt ook af te leiden uit onderstaande tabel, waarin de modal split van alle verplaatsingen vanuit Rotterdam wordt vergeleken met de modal split van alle verplaatsingen vanuit Amsterdam. Interessant is om na te gaan of het op basis van Amsterdam ontworpen model óók in staat is op de modal split te voorspellen van verplaatsingen in een stad met aanzienlijk verschillende verkeerskundige kenmerken.

	<i>Auto</i>	<i>Fiets</i>	<i>OV</i>
Amsterdam	37%	36%	27%
Rotterdam	55%	23%	22%

Tabel 29: modal split van alle verplaatsingen vanuit Amsterdam en Rotterdam (MON 2005-2008)

Om ook het modal split model te valideren voor langere verplaatsingsafstanden is gekozen om hiervoor verplaatsingen tussen de tien grootste steden in de Randstad (exclusief Amsterdam) te bestuderen. Ook in dit geval heeft de relatief grote hoeveelheid beschikbare data over verplaatsingen tussen deze steden een belangrijke rol gespeeld in de keuze.

Het valideren van het model met behulp van verplaatsingen binnen Rotterdam en tussen de grote steden in de Randstad heeft op de volgende manier plaatsgevonden. Allereerst is de *modal split* module van het model gevalideerd. Ritgeneratie en ritdistributie zijn dus nog niet meegenomen. Voor elke verplaatsing per auto, fiets of OV uit het MON in Rotterdam of tussen de grote steden is de verwachte modal split bepaald op basis van karakteristieken van herkomstzone, bestemmingszone en verplaatsingskarakteristieken. Vervolgens zijn (net als voor het

modelontwerp) verplaatsingen met ongeveer dezelfde herkomst-, bestemmings- en verplaatsingskarakteristieken samengevoegd in bins van ongeveer 100 waarnemingen. Vervolgens is per bin in de eerste plaats de waargenomen modal split bepaald. In de tweede plaats is de voorspelde modal split bepaald met behulp van het model. Vervolgens is de voorspelde modal split in een grafiek uitgezet tegen de waargenomen modal split. Zowel voor verplaatsingen vanuit de woning als niet-woninggerelateerde verplaatsingen is op deze wijze de modal split module van het model gevalideerd.

Behalve het toetsen van de modal split module is óók onderzocht in hoeverre het gehele model in staat is om de modal split op hb-relaties te voorspellen. Daarom is met het ritgeneratie- en ritdistributiemodel per hb-relatie (in Rotterdam en tussen de grote steden in de Randstad) voorspeld wat de verdeling is tussen verplaatsingen vanuit de woning, verplaatsingen naar de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Vervolgens is per hb-relatie en per verkeersstroom bepaald wat de modal split is. Tenslotte is de totale modal split op een hb-relatie berekend door het aandeel van de verschillende verkeersstromen te vermenigvuldigen met de modal split van de verkeersstromen en vervolgens deze te sommeren (zie formule in paragraaf 4.3.2). Daarnaast is per hb-relatie de totale modal split bepaald aan de hand van het MON. Het aantal waarnemingen per hb-relatie is zeer klein en ook in dit geval zijn bins gemaakt van hb-relaties met ongeveer dezelfde herkomst-, bestemming- en verplaatsingskarakteristieken. Uiteindelijk is de voorspelde modal split per bin uitgezet tegen de waargenomen modal split per bin.

9.1.2. Validatie Amsterdam 1994-2000

Het doel van het model is om de modal split te voorspellen voor een periode tot 10 jaar in de toekomst (zie paragraaf 3.4). Om na te gaan in hoeverre het model toepasbaar is voor andere tijdsperiodes, wordt het model daarom in de tweede plaats gevalideerd met behulp van Perovamdata van een andere tijdsperiode, namelijk 1994-2000.

Voor deze validatie zijn sociaal-economische data (motorvoertuigenbezit en percentage allochtonen) en data over parkeertarieven van het jaar 1998 gebruikt. De parkeertarieven zijn overigens gecorrigeerd voor inflatie en zijn daarom met 20% opgehoogd. *Dezelfde* data over reistijdverhoudingen is gebruikt, als de data die gebruikt is om het modal split model op te stellen. Niet bekend is namelijk wat de reistijden per auto en OV in 1998 waren. Verder is de validatie op dezelfde wijze vormgegeven als de validatie voor verplaatsingen binnen Rotterdam en tussen de grote steden in de Randstad. Dat wil zeggen dat eerst is vastgesteld in hoeverre de afzonderlijke modal split module in staat is om de modal split te voorspellen van verplaatsingen vanuit de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Vervolgens is wederom het gehele model (dus inclusief ritgeneratie en ritdistributie) gevalideerd.

9.1.3. Validatie Nederland op gemeentelijk niveau

Door het valideren van het model op basis van verplaatsingen in Rotterdam en tussen de grote steden wordt een eerste beeld verkregen van de generieke toepasbaarheid. Toch kan hieruit niet worden afgeleid in hoeverre het model generiek toepasbaar is in heel Nederland. Gezien de beschikbare data en onderzoekstijd is het niet mogelijk om een gedetailleerde validatie, zoals voor Rotterdam, uit te voeren voor alle gemeenten in Nederland. In dat geval zou voor een zeer groot aantal hb-relaties op postcode- en gemeenteniveau het aantal woninggerelateerde en niet-woninggerelateerde verplaatsingen moeten worden bepaald met behulp van het ritgeneratie- en het ritdistributiemodel. Daarnaast zou enorm veel data over reistijden moeten worden verzameld.

Om toch inzicht te verkrijgen in hoeverre het modal split model geschikt is voor heel Nederland, is op basis van het MON (2005-2008) *per MON-waarneming* bepaald wat de kans is dat een verplaatsing per fiets, per auto of per OV wordt gemaakt. Afhankelijk van de vraag of sprake is van een woninggerelateerde of niet-woninggerelateerde verplaatsing zijn deze kansen met het modal split model bepaald op basis van herkomst-, bestemming- en verplaatsingskarakteristieken. Vervolgens is per gemeente de waargenomen modal split van alle verplaatsingen vanuit deze gemeente uitgezet tegen de voorspelde modal split van deze verplaatsingen tezamen.

Er zijn aannames gedaan over de reistijdverhoudingen op relaties, aangezien het onmogelijk is om voor elke hb-relatie uit het MON de reistijdverhoudingen te bepalen. De reistijdverhouding is berekend als functie van de afstand. In Savelberg *et al.* (2009) is een overzicht gepresenteerd van de gemiddelde reistijdverhouding OV/auto als functie van afstand. Verder is de reistijdverhouding fiets/OV geschat door voor elke afstandsklasse een tiental relaties in Nederland te bestuderen en hiervan de reistijd per fiets en per OV te bepalen. De tabel hieronder toont de gebruikte reistijdverhouding per afstandsklasse:

Afstandsklasse	fiets/OV	OV/auto
0-5 km	0,28	-
5-10 km	0,57	3,5
10-15 km	0,98	3,1
15-30 km	-	2,6
30-50 km	-	2,3
>50 km	-	1,7

Tabel 30: gebruikte reistijdverhoudingen per afstandsklasse

9.2. RESULTAAT VALIDATIE

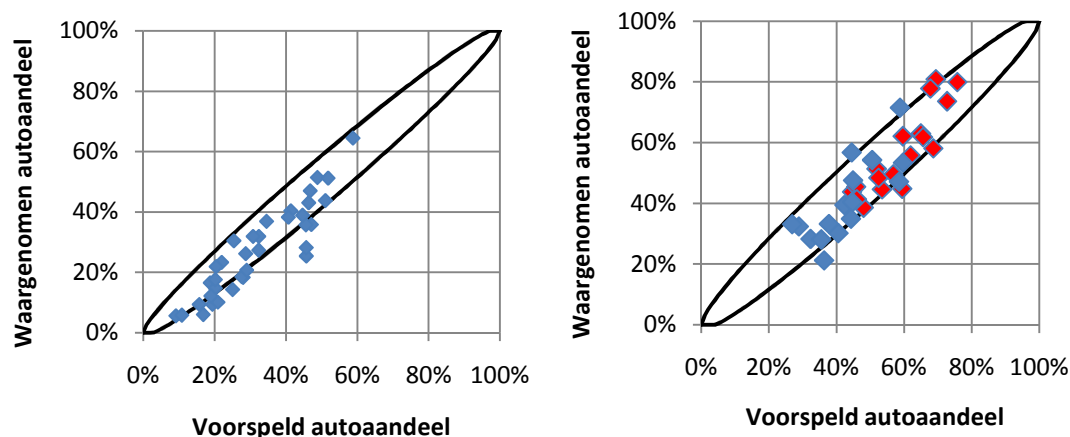
In de vorige paragraaf is beschreven op welke wijze het model wordt gevalideerd. Deze paragraaf beschrijft de resultaten. In de onderstaande tabel is samengevat in welke paragraaf de validatie van de verschillende onderdelen gepresenteerd wordt.

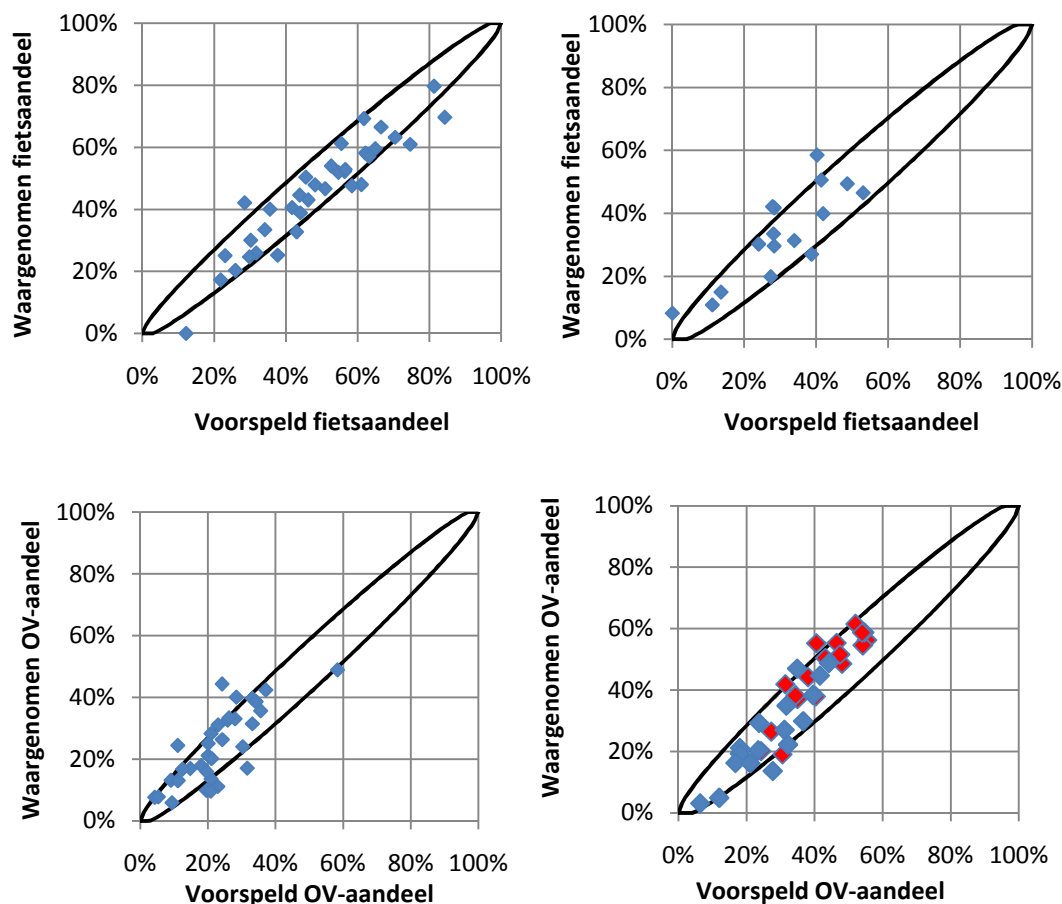
	Vanuit woning	Niet- woninggerelateerd	Gehele model
Perovam (1994-2000)	§ 9.2.1	§ 9.2.2	§ 9.2.3
R'dam en grote steden Randstad (MON 05-08)	§ 9.2.1	§ 9.2.2	§ 9.2.3
NL (MON 2005-2008)	§ 9.2.4	-	-

Tabel 31: overzicht uitwerking validatie

9.2.1. Resultaat validatie verplaatsingen vanuit de woning

Figuur 46 toont het resultaat van de validatie wanneer Perovamdata van 1994-2000 wordt gebruikt (grafieken aan de linkerkzijde) en het resultaat van de validatie op basis van verplaatsingen binnen Rotterdam en verplaatsingen tussen de grote steden in de Randstad (rechts, op basis van MON 2005-2008). In de figuren aan de rechterzijde betreffen de rode punten bins van verplaatsingen tussen de grote steden in de Randstad en de blauwe punten bins van verplaatsingen binnen Rotterdam.





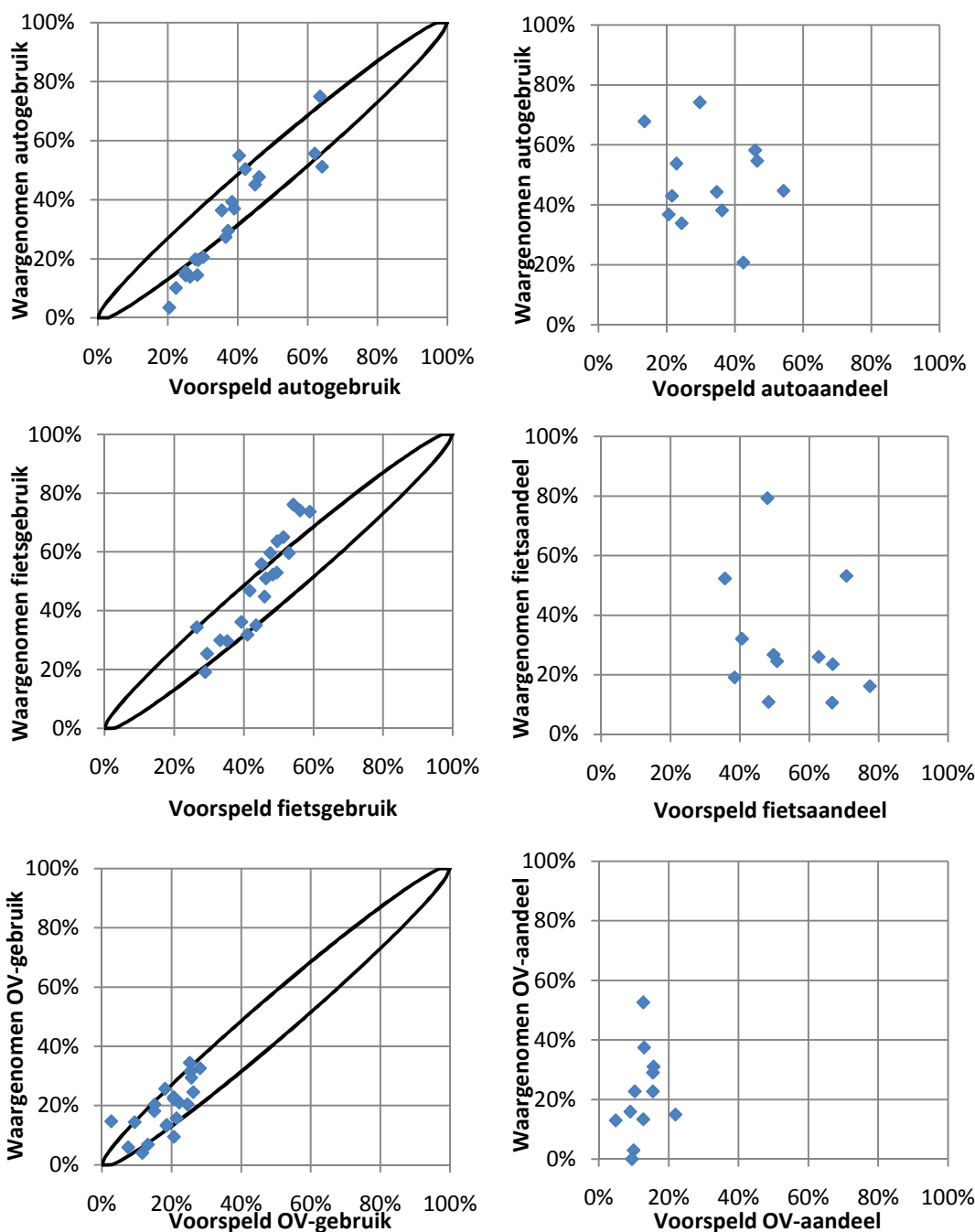
Figuur 46: resultaat validatie voor verplaatsingen vanuit de woning (links: Amsterdam op basis van Perovam 1994-1997 en 1998-2000; rechts: Rotterdam (blauwe punten) en tussen de grote steden in Randstad (rode punten), MON 2005-2008)

Uit de resultaten valt af te leiden dat het model ook goed in staat is om de modal split van verplaatsingen in Rotterdam en tussen de grote steden in de Randstad te voorspellen en om de modal split gedurende een ander tijdsinterval te voorspellen. Mogelijk dat het model nog enigszins kan worden verbeterd, aangezien het OV-gebruik van verplaatsingen tussen de grote steden (rode punten) licht wordt onderschat.

9.2.2. Resultaat validatie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

Ook de opgestelde modellen voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen zijn gevalideerd. Dezelfde datasets als voor de validatie van de woninggerelateerde verplaatsingen zijn gebruikt. In dit geval zijn uiteraard echter alleen de niet-woninggerelateerde verplaatsingen geselecteerd.

Het blijkt dat het model om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te voorspellen minder goed is. Voor de validatie op basis van Perovamdata van 1994-2000 geldt dat nog een redelijke relatie wordt gevonden tussen de voorspelde percentages en de waargenomen percentages, zoals Figuur 47 illustreert. Met name voor het fiets- en autogebruik geldt echter dat de spreiding van de waargenomen percentages groter is, dan de spreiding van de voorspellingen.



Figuur 47: voorspelde en waargenomen modal split niet-woninggerelateerde verplaatsingen (links: Amsterdam op basis van Perovam 1994-2000, rechts: binnen Rotterdam en tussen grote steden in de Randstad, MON 2005-2008)

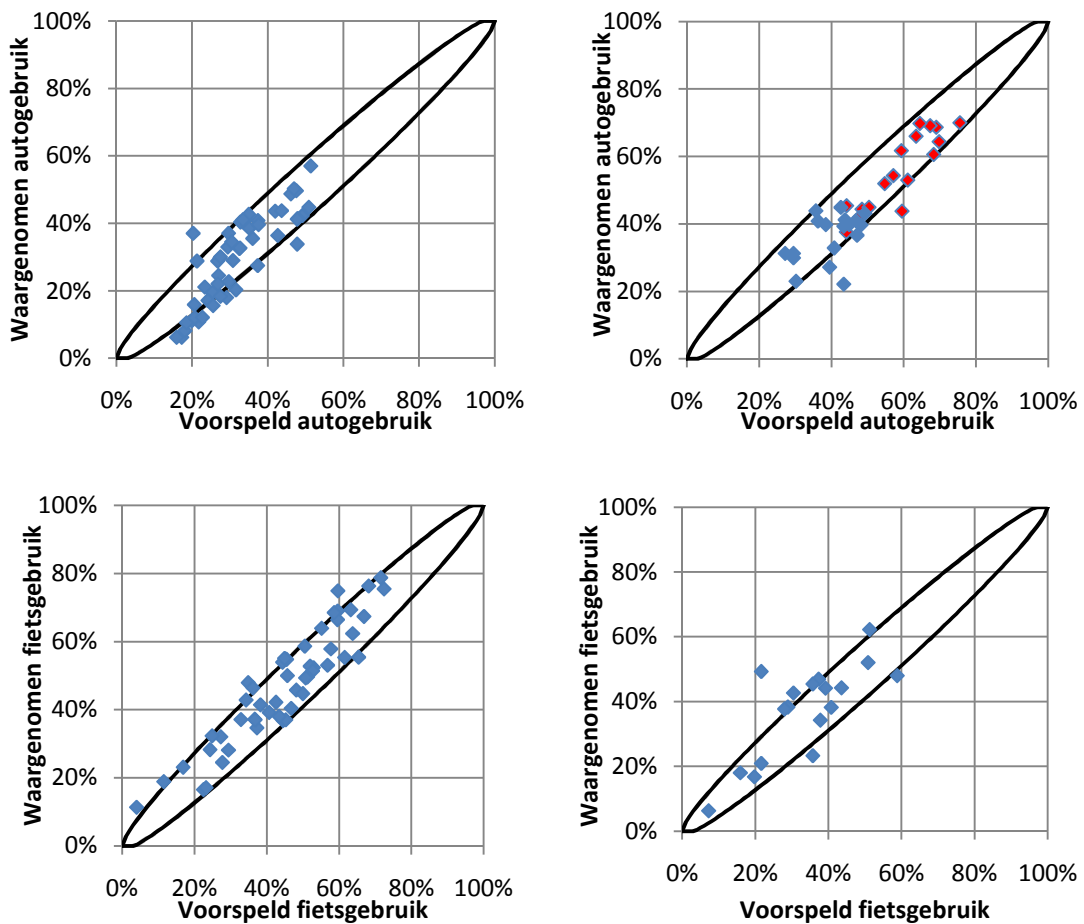
Voor het voorspellen van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen binnen Rotterdam is het model niet geschikt. (Het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen tussen de grote steden in de Randstad is overigens zeer beperkt en daarom niet opgenomen in bovenstaande figuren) Uit Figuur 47 valt af te leiden dat er geen verband te ontdekken is tussen de voorspelde modal split en de waargenomen modal split. De verklaring hiervoor is tweeledig:

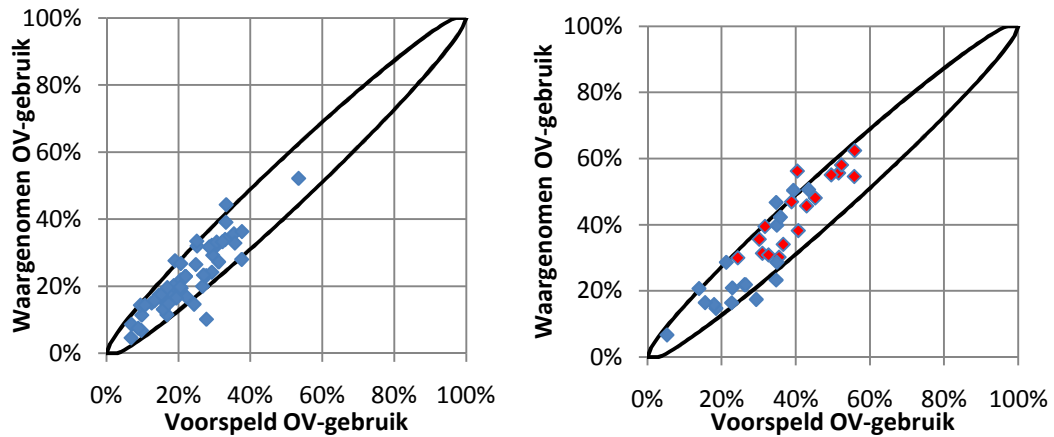
- De eerste oorzaak hiervan is dat voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen géén uitgebreide analyses zijn gemaakt over de relatie tussen de modal split van deze verplaatsingen en de verschillende potentiële determinanten. Dit is wel gedaan voor verplaatsingen vanuit de woning en gebleken is dat dit leidt tot relevante inzichten over de relatie tussen verklarende variabelen en de modal split. De aanbeveling wordt gemaakt om een dergelijke analyse ook uit te voeren voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen.

- Een tweede oorzaak is dat het moeilijker is om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen. Op basis van het model dat is gebruikt om de ritdistributie te bepalen kan enkel worden berekend wat het verwachte aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen tussen twee zones is. Niet bekend is wat de oorspronkelijke herkomstzone is. Het gevolg hiervan is dat geen informatie beschikbaar is over de karakteristieken van de zone waarin de persoon woont. Bovendien is niet bekend wat de verplaatsingskarakteristieken zijn van de verplaatsing vóór de niet-woninggerelateerde verplaatsing en de verplaatsing er na.

9.2.3. Validatie gehele model

Tenslotte is het gehele model gevalideerd. De resultaten (Figuur 48) laten zien dat het model de totale modal split op hb-relaties vrij goed voorspelt. De slechte voorspelling van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen heeft slechts een beperkte invloed op de voorspelling van de totale modal split. Wel valt bijvoorbeeld uit de figuur linksboven (validatie autogebruik Amsterdam 1994-2000) af te leiden dat de slechte voorspelling van de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen er toe leidt dat het autogebruik wordt overschat op relaties met een laag autogebruik.



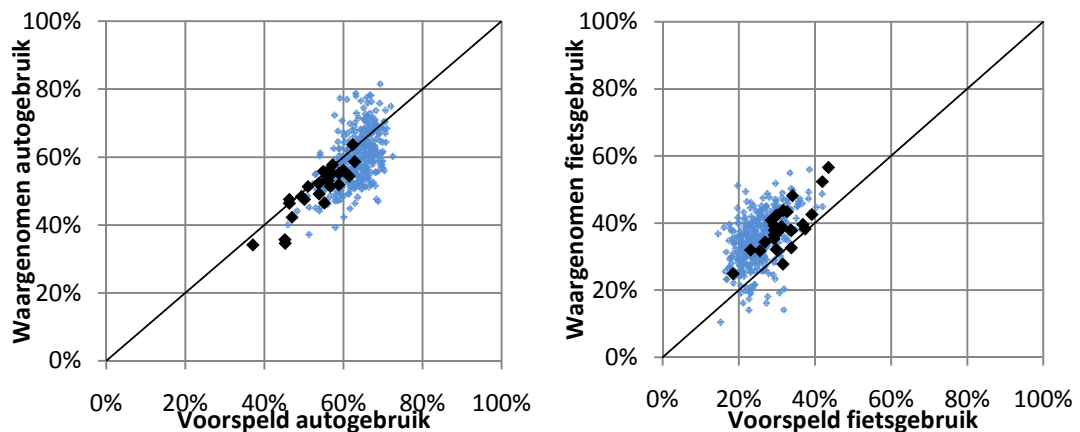


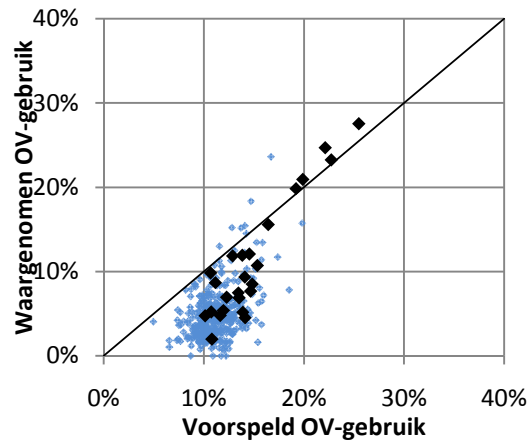
Figuur 48: voorspelde en waargenomen modal split alle soortenverplaatsingen (links: Amsterdam op basis van Perovam 1994-2000, rechts: binnen Rotterdam en tussen grote steden in de Randstad, MON 2005-2008)

9.2.4. Validatie op gemeentelijk niveau

Het doel van het onderzoek is om een generiek toepasbaar model te ontwerpen. In de voorgaande paragrafen is het model echter enkel gevalideerd op basis van verplaatsingen van/naar Amsterdam, Rotterdam en tussen de grote steden in de Randstad. Het gegeven dat het model de modal split van deze verplaatsingen vrij goed voorspelt is natuurlijk geen garantie dat het model generiek toepasbaar is in heel Nederland. Daarom is het model ook gevalideerd voor de rest van Nederland.

In onderstaande figuren is per gemeente het waargenomen modal split uitgezet tegen de voorspelde modal split. De zwarte punten representeren de grootste 25 gemeenten van Nederland. De resultaten laten zien dat het ontworpen model niet geschikt is om de modal split in heel Nederland te bepalen. Het auto- en OV-gebruik worden overschat door het model, terwijl het fietsgebruik onderschat wordt.





Figuur 49: waargenomen en voorspelde modal split per gemeente (MON 2005-2008) De zwarte punten representeren de 25 grootste gemeenten van Nederland

Nagegaan is of er verschil zit in de kwaliteit van de voorspelling afhankelijk van de grootte van een gemeente. In Tabel 32 is de voorspelde en waargenomen modal split gesommeerd van alle gemeenten uit een bepaalde inwonersklasse. Hieruit valt af te leiden dat er inderdaad een verschil bestaat in de kwaliteit van het model afhankelijk van de grootte van de stad: de modal split van de grote gemeenten wordt goed voorspeld. De modal split van de middelgrote gemeenten (met meer dan 100.000 inwoners) wordt echter minder goed voorspeld en naarmate de gemeentegrootte daalt, wordt de voorspelling nog wat minder goed.

Inwoners	w(auto)	e(auto)	Δ auto	w(fiets)	e(fiets)	Δ fiets	w(OV)	e(OV)	Δ OV
< 10.000	62%	66%	+4%	33%	22%	-11%	5%	12%	+7%
10.000-25.000	60%	65%	+5%	35%	25%	-10%	5%	11%	+6%
25.000-50.000	58%	62%	+4%	37%	27%	-10%	5%	11%	+6%
50.000-100.000	55%	57%	+2%	38%	31%	-7%	7%	12%	+5%
100.000-225.000	51%	54%	+3%	40%	32%	-8%	9%	14%	+5%
>225.000 (G4)	42%	43%	+1%	34%	35%	+1%	24%	22%	-2%

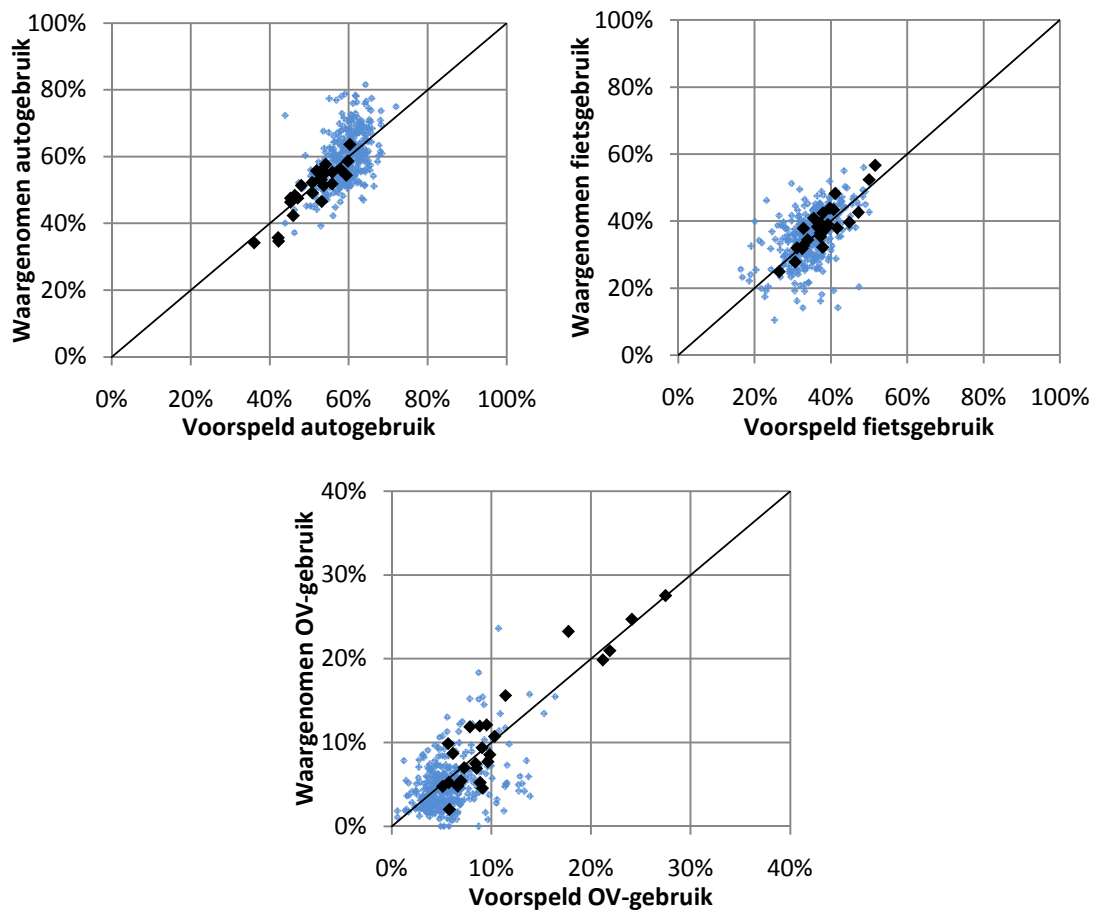
Tabel 32: verschil voorspelde modal split en waargenomen modal split per inwonersklasse

Verklaringen voor de slechte voorspellingen en de systematische afwijking zijn de volgende:

- **OV-kwaliteit:** de concurrentiepositie van het OV ten opzichte van de auto en de fiets wordt enkel meegenomen door middel van de reistijdverhouding. Het ligt echter voor de hand dat ook bijvoorbeeld de frequentie van invloed is op de relatieve aantrekkelijkheid van het OV. Het model is opgesteld op basis van analyse van verplaatsingen van en naar Amsterdam. De frequentie van het OV in Amsterdam is over het algemeen relatief hoog. Ook in de andere grote steden (G4) is de frequentie van het OV hoger dan in de meeste andere gemeenten in Nederland en voor deze gemeenten blijkt het model het OV-gebruik wél goed te voorspellen. Voor de meeste andere gemeenten in Nederland geldt dat OV-frequenties lager zijn en voor deze gemeenten valt dan ook op dat het door het model voorspelde OV-gebruik groter is dan het waargenomen OV-gebruik. Wanneer de variabele OV-frequentie mee zou zijn genomen in het model, dan was deze overschatting waarschijnlijk kleiner (of geheel niet zichtbaar), aangezien mee was genomen dat de OV-frequentie in veel andere steden lager is dan in Amsterdam.
- **Reliëf:** uit een GIS-analyse (zie bijlage 9) volgt dat voor alle gemeenten in Zuid-Limburg het fietsgebruik aanzienlijk wordt overschat. Een verklaring die voor de hand ligt is dat het fietsgebruik negatief wordt beïnvloed, omdat de hoogteverschillen het fietsen zwaarder maken. Het is overigens logisch dat deze variabele niet is opgenomen, aangezien het model is opgesteld op basis van het analyseren van verplaatsingen van en naar Amsterdam en in Amsterdam zijn deze hoogteverschillen niet aanwezig.
- **Modelparameters:** het gegeven dat de significantie van de modelparameters over het algemeen hoog is, betekent nog niet dat de parameters ook de daadwerkelijke relatie tussen de modal split en een modelvariabele beschrijven. Multicollineariteit tussen

modelvariabelen en variabelen die niet in het model zijn opgenomen kan leiden tot een verkeerde schatting van de invloed van de modelvariabele. Mogelijk dat bijvoorbeeld de modelparameter voor het parkeertarief overschat is. Het parkeertarief is immers het hoogst in de gebieden in en rondom het centrum van Amsterdam met een relatief goede OV-bereikbaarheid, relatief slechte autobereikbaarheid en relatief hoge parkeerdruk in vergelijking met de rest van Amsterdam. Ook deze variabelen hebben mogelijk effect op de modal split. Aangezien deze variabelen niet in het model zijn opgenomen wordt het effect hiervan mogelijk geabsorbeerd door de modelparameter voor het parkeertarief. Overigens komt het effect van de auto- en OV-bereikbaarheid ook enigszins terug in de reistijdverhouding OV/auto. Maar zoals eerder aangegeven zijn de reistijdschattingen niet zeer accuraat en is niet alleen de reistijd per OV van invloed op de OV-bereikbaarheid, maar ook bijvoorbeeld de OV-frequentie.

Wanneer per inwonersklasse het percentage dat over- of onderschat wordt door het model, afgetrokken respectievelijk opgeteld wordt bij het voorspelde percentage, dan blijkt dat de voorspelling van de modal split voor de gemeenten verbetert. Met name de modal split van de 25 grootste gemeenten van Nederland wordt vrij goed voorspeld. In Figuur 50 representeren de zwarte punten de ze 25 grootste gemeenten.



Figuur 50: voorspelling modal split op gemeentelijk niveau na toepassing correctie voor inwonersklasse

9.3. VERGELIJKING MET ANDERE MODELLEN

In de voorgaande paragrafen zijn diverse constatering gedaan over de toepasbaarheid van het model. Interessant is nu om te bepalen in hoeverre het model uit dit onderzoek zich verhoudt tot een aantal vergelijkbare modellen. In deze paragraaf wordt daarom een vergelijking gemaakt tussen het ontworpen modal split model voor verplaatsingen vanuit de woning en een aantal andere regressiemodellen, waarmee de modal split of één van de vervoerswijzen kan worden voorspeld. Een vergelijking is gemaakt met de volgende modellen:

- Van Engelenburg (2007) heeft een model opgesteld waarmee de verdeling tussen auto, fiets en OV op gemeentelijk niveau kan worden bepaald.
- Rietveld & Daniel (2004) hebben een regressiemodel opgesteld om het fietsaandeel te berekenen op gemeentelijk niveau.
- Ook door Ververs & Ziegelaar (2006) is een regressiemodel opgesteld, waarmee voor gemeenten het aantal fietsverplaatsingen per persoon per dag kan worden geschat.

Eerst wordt in paragraaf 9.3.1 een kwantitatieve vergelijking gemaakt. Vervolgens wordt ook op kwalitatieve wijze een vergelijking gemaakt in paragraaf 9.3.2. Tenslotte worden in paragraaf 9.3.3 conclusies getrokken over de verschillen tussen het model uit dit onderzoek en bovenstaande modellen.

9.3.1. Kwantitatieve vergelijking

Het is niet eenvoudig om het in dit onderzoek ontworpen model op kwantitatieve wijze te vergelijken met alle bovenstaande modellen. Van Engelenburg (2007) heeft namelijk een aantal modellen opgesteld om de verdeling tussen auto en fiets, auto en OV, en fiets en OV te bepalen. Geen resultaten zijn gepresenteerd van een model waarmee in één keer het aandeel van één van de drie vervoerswijzen kan worden bepaald. Geen kwantitatieve vergelijking is daarom gemaakt met dit onderzoek. Verder hebben Ververs & Ziegelaar (2006) een model opgesteld om het *aantal* verplaatsingen per persoon per dag te bepalen. Het *aandeel* van de fiets in de totale modal split is echter niet bekend. Aangezien het verschil in het gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per dag tussen gemeenten niet heel groot is, wordt aangenomen dat de verklaringskracht van het model ongeveer gelijk is aan de mate waarmee met dit model het fietsaandeel in de modal split kan worden verklaard. Middels het model van Rietveld & Daniel (2004) kan tenslotte wel eenvoudig het fietsaandeel worden berekend.

Onderstaande tabel toont de verklaringskracht van de verschillende modellen. De determinatiecoëfficiënt (R^2) is gebruikt als maat en de waarde hiervan is door Rietveld & Daniel (2004) en Ververs & Ziegelaar (2006) in het onderzoek zelf gepresenteerd. De R^2 van het model uit dit onderzoek is berekend door eerst voor elke gemeente de modal split te bepalen, de correctie per inwonerklass toe te passen en deze vervolgens uit te zetten tegen de waargenomen modal split. Met behulp van Excel is een lineaire trendlijn door de resultaten getrokken en is de R^2 bepaald. Overigens zijn enkel de grootste 103 gemeenten gebruikt voor het bepalen van de R^2 van de voorspellingen van het model uit dit onderzoek. De andere twee onderzoeken zijn namelijk ook niet gebaseerd op *alle* Nederlandse gemeenten, maar slechts op de 100 à 120 grootste gemeenten.

Model	Fiets	Auto	OV
Rietveld & Daniel (103 grootste gemeenten)	0,73	-	-
Ververs & Ziegelaar (117 (vooral grote) gemeenten)	0,73	-	-
Model (103 grootste gemeenten)	0,31	0,43	0,72
Model (103 grootste excl. Z.-Limburg)	0,52	0,61	0,73
Model (25 grootste gemeenten)	0,76	0,79	0,86

Tabel 33: verklaringskracht (R^2) verschillende modellen (tussen haakjes de gemeenten die zijn gebruikt in de analyses)

De vergelijking van de modellen laat zien dat het model uit dit onderzoek aanzienlijk slechter in staat is om de modal split om gemeentelijk niveau te voorspellen. Dit was te verwachten, aangezien het model is opgesteld op basis van het analyseren van verplaatsingen in slechts één gemeente, namelijk Amsterdam. Intergemeentelijke verschillen zijn niet geanalyseerd. In de andere twee onderzoeken is juist de focus gelegd op de verklaren van verschillen tussen gemeenten. Reeds in de vorige paragraaf is aangegeven dat het niet bestuderen van intergemeentelijke verschillen de generieke toepasbaarheid van het model negatief beïnvloedt. Daarnaast zijn deze modellen gekalibreerd om het fietsaandeel op gemeentelijk niveau zo goed mogelijk te voorspellen.

De negatieve invloed van het niet bestuderen van intergemeentelijke verschillen wordt overigens bevestigd door bijvoorbeeld gemeenten met reliëf in Zuid-Limburg niet mee te nemen in de vergelijking. De R^2 van het model uit dit onderzoek neemt aanzienlijk toe in dit geval. Daarnaast is

reeds in een eerder stadium geconstateerd dat het model beter in staat is om de modal split van grote gemeenten te voorspellen dan de modal split van kleine gemeenten. Wanneer enkel de grootste 25 gemeenten in de analyse worden meegenomen, dan is de verklaringskracht van het model voor deze gemeenten wél hoog, zoals uit de tabel hierboven is af te leiden. Dit wordt waarschijnlijk verklaard doordat het model is opgesteld op basis van Amsterdam en dat deze in karakteristieken méér overeenkomst met andere grote of middelgrote gemeenten dan met kleinere gemeenten.

9.3.2. Kwalitatieve vergelijking

Het eenvoudigweg vergelijken van de verklaringskracht van de modellen zegt niet per definitie iets over de relatieve kwaliteit van de modellen. Relevant is om ook meer in detail te kijken naar hoe de modellen er uit zien. Allereerst worden daarom enkele verschillen genoemd tussen het model dat is ontworpen in dit onderzoek en de andere modellen:

- Het eerste verschil is dat het model dat in dit onderzoek is ontworpen ook niet-lineaire termen opneemt in het regressiemodel. In alle hierboven genoemde modellen is dit niet het geval. Analyses in hoofdstuk 7 hebben echter aangetoond dat dit niet logisch is. De relatie tussen verplaatsingsafstand en de modal split is bijvoorbeeld absoluut niet lineair. Verder hebben analyses bijvoorbeeld aangetoond dat de relatie tussen de reistijdverhouding OV/auto en de modal split enkel op langere afstanden van invloed is op de modal split.
- Een tweede verschil is dat het aantal variabelen dat is opgenomen in bovenstaande modellen groter is. De vraag moet echter worden gesteld of dit wenselijk is. Hierop wordt later in deze paragraaf teruggekomen.
- Een derde verschil is dat de significantie van de modelparameters over het algemeen groter is in het model uit dit onderzoek. Een oorzaak hiervan is dat in dit model minder verklarende variabelen zijn opgenomen.
- Tenslotte is het model uit dit onderzoek enkel opgesteld op basis van verplaatsingen van en naar Amsterdam. Voor de andere modellen geldt dat deze juist zijn ontworpen op basis van verplaatsingsdata van heel Nederland. Intergemeentelijke verschillen zijn dus niet meegenomen in dit onderzoek.

Wanneer de verschillende onderzoeken meer in detail worden bestudeerd, dan valt op dat ook bij het model van Engelenburg de significantie van de modelparameters voor de reistijd per auto en OV relatief laag is. Niet bekend is op welke wijze de reistijdgegevens is verzameld. Maar ook van Engelenburg heeft mogelijk geen perfecte dataset over reistijden. Dit bevestigt dat het lastig is om de invloed van de reistijdverhoudingen op de modal split nauwkeurig te bepalen.

Wanneer vervolgens het model van Rietveld & Daniel wordt bestudeerd, dan vallen een aantal zaken op:

- Het eerste dat opvalt, is het grote aantal modelvariabelen dat is opgenomen in het model. Liefst 15 variabelen zijn gebruikt om het fietsgebruik te bepalen. Een van de gevolgen hiervan is dat de significantie van de parameters aanzienlijk lager is dan in dit onderzoek. De onderzoekers stellen bijvoorbeeld dat een stijging van het autobezit per inwoner met 10%, leidt tot een relatieve daling van het fietsgebruik met 2,6%. Als gevolg van de lage significantie, ligt het 95%-betrouwbaarheidsinterval echter grofweg tussen de 0 en 5,2%, waardoor de schatting niet erg precies is.
- Daarnaast moeten vraagtekens worden gezet bij de parameterschattingen. De auteurs concluderen bijvoorbeeld dat een stijging van het aantal 15-19 jarigen met 1% tot gevolg heeft dat aandeel van het fietsgebruik in de modal split met meer dan 4% stijgt. Wanneer het huidige fietsaandeel bijvoorbeeld 30% is, dan zou een stijging van 1% van het aantal 15-19 jarigen leiden tot een stijging van het fietsgebruik met $30\% \cdot 4\% = 1,2\%$. Dit is een erg opmerkelijke conclusie en niet goed te verantwoorden. Waarschijnlijk zijn andere determinanten die een positief effect hebben op het fietsgebruik gecorreleerd met het percentage 15-19-jarigen. In dit onderzoek is juist gekozen om in een vergelijkbaar geval (1% meer ouderen leidt tot ongeveer 1% meer autogebruik), deze variabele *niet* op te nemen in het model, omdat de parameterwaarde niet realistisch is.

- Verder stellen deze auteurs dat de aanwezigheid van reliëf in een stad het fietsgebruik met liefst 74% reduceert. Het is in lijn der verwachting dat reliëf het fietsgebruik vermindert, maar een daling van 74% is wel erg groot. Wanneer steden met reliëf worden bestudeerd, dan is duidelijk dat het fietsgebruik lager is dan gemiddeld, maar zeker niet 74% lager. Slechts enkele steden in Nederland zijn enigszins heuvelachtig, dus het zou ook kunnen zijn dat de verklaringskracht van het regressiemodel toevallig wordt geoptimaliseerd door voor de steden met reliëf een sterk negatieve regressiecoëfficiënt toe te voegen.

9.3.3. Conclusie

Geconcludeerd wordt dat het model uit dit onderzoek minder goed in staat is om de modal split van andere gemeenten te voorspellen. De belangrijkste oorzaak hiervan is dat in dit onderzoek geen onderzoek is gedaan naar intergemeentelijke verschillen. Een tweede oorzaak is dat de parameters en selectie van variabelen uit de regressiemodellen van de andere onderzoeken *gekalibreerd* voor het beschrijven van de waarnemingen. Het zou interessant zijn als deze modellen waren *gevalideerd* door toepassing van het model op andere gemeenten.

Ondanks dat de andere modellen een grotere voorspellingskracht hebben, is de kwaliteit van deze modellen niet per definitie beter. In de andere onderzoeken zijn regressiemodellen opgesteld met behulp van statistische software, maar géén uitgebreid onderzoek is gedaan naar hoe relaties tussen determinanten en de modal split er uit zien, zoals wel gedaan is in dit onderzoek (zie hoofdstuk 7). Dit heeft een aantal nadelen. Ten eerste is het op deze manier moeilijk om iets te zeggen over de vorm van een bepaalde relatie. Het gevolg is dan ook dat de andere onderzoeken enkel lineaire termen in het model hebben opgenomen, terwijl in dit onderzoek is aangetoond dat dit niet juist is. Ten tweede resulteert het in discutabele parameterschattingen (met een lage significantie). Ten derde is het de vraag of alle modelvariabelen wel daadwerkelijk relevant zijn voor het model of dat er sprake is van multicollineariteit tussen meerdere modelvariabelen. Deze zaken onderstrepen het belang van het eerst goed analyseren van de relaties tussen de modal split en de determinanten hiervan, alvorens een regressiemodel wordt opgesteld.

9.4. REFLECTIE

In hoofdstuk 8 is een model gepresenteerd om de modal split te schatten en in dit hoofdstuk is dit model vervolgens gevalideerd voor andere gemeenten en zijn conclusies getrokken. Ter afsluiting is het relevant om te reflecteren welke beperkingen het modelontwerp hebben beïnvloed en om conclusies te trekken over de toepasbaarheid van het model en de relevantie van het onderzoek. Deze paragraaf gaat hier op in.

9.4.1. Beperkingen onderzoek

De keuze voor het ontwerpen van het model op basis van het onderzoeken van verplaatsingen vanuit en naar Amsterdam heeft een aantal gevolgen gehad op het modelontwerp. Ten eerste is het op deze manier niet mogelijk geweest om de relatie tussen bepaalde determinanten en de modal split te onderzoeken. Een voorbeeld hiervan is de relatie tussen de modal split en de mate van reliëf. Deze relatie kan niet worden onderzocht, omdat er geen significante hoogteverschillen zijn in Amsterdam. Ook bepaalde culturele verschillen binnen Nederland zullen niet naar voren komen door het analyseren van één gemeente. Gesuggereerd wordt bijvoorbeeld dat in het (overwegend protestante) noorden van Nederland meer gebruik wordt van de fiets dan in het (overwegende katholieke) Zuiden.

Daarnaast hebben specifieke karakteristieken van Amsterdam ook invloed gehad op het model. Veel van deze karakteristieken zijn in de analyses meegenomen, zoals de hoge parkeertarieven, het lage autobezit of het hoge percentage allochtonen. Een aantal andere karakteristieken is echter wegens een gebrek aan adequate of snel te verzamelen data niet meegenomen. In dit geval gaat het om bijvoorbeeld de frequentie van het OV of de kwaliteit van het fietsnetwerk. Deze eigenschappen zijn waarschijnlijk wél van invloed op de modal split maar níet als modelvariabele meegenomen in het model. En aangezien dergelijke karakteristieken in veel andere gemeenten verschillen van Amsterdam is het een logisch gevolg dat het model het gebruik van bepaalde vervoerswijzen overschat of onderschat voor andere gemeenten.

Naast de keuze voor het ontwerpen van het model op basis van de case Amsterdam, heeft ook de beschikbaarheid van data ook effect gehad op het modelontwerp. Ten eerste is niet alle data zeer accuraat. Het gaat hierbij voornamelijk om de data over reistijden tussen twee zones. Ten tweede is niet over alle determinanten van de modal split adequate en snel te verzamelen data beschikbaar. Een voorbeeld hiervan is de frequentie van het OV of de reiskosten. Volgens de literatuur zijn deze variabelen wel van invloed op de vervoerswijzekeuze van individuen.

9.4.2. Toepasbaarheid model

Op basis van de validatie kan worden geconcludeerd dat het model niet generiek toepasbaar is in Nederland. Wel is het in staat om de modal split van de grootste gemeenten (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht) in Nederland te voorspellen. Het is goed te verklaren dat het model de modal split van deze gemeenten beter voorspelt, aangezien deze steden qua karakteristieken meer overeenkomen met Amsterdam, dan de andere Nederlandse gemeenten. In dit geval betreft het bijvoorbeeld de aanwezigheid van een frequent en uitgebreid OV-netwerk, parkeertarieven op grote schaal parkeertarieven, een hoge omgevingsadressendichtheid en een relatief groot aantal inwoners.

Daarnaast is met betrekking tot de modelparameters het volgende relevant om te noemen: over het algemeen is de significantie van de modelparameters zeer goed. Zeker in vergelijking met een aantal vergelijkbare modellen. Toch betekent deze hoge significantie niet per definitie dat het mogelijk is om met het model een zeer nauwkeurige schatting te doen is over het effect van het veranderen van bijvoorbeeld de parkeertarieven (in de grote steden). De kans bestaat immers dat niet-bestudeerde variabelen (wegens een gebrek aan data), die van invloed zijn op de modal split, in Amsterdam gecorreleerd zijn met variabelen uit het model. Op deze manier kan het zijn dat het effect van deze niet-onderzochte variabelen op de modal split wordt geabsorbeerd door de modelparameters van andere variabelen.

9.4.3. Relevantie onderzoek

Ondanks dat het toepassingsbereik van het model beperkt is, betekent dit niet dat dit onderzoek geen waarde heeft. De meerwaarde van dit onderzoek is in de eerste plaats dat gedetailleerd onderzoek is gedaan naar de relatie tussen determinanten en de modal split. Dankzij deze analyses is het mogelijk geweest om conclusies te trekken over de vorm van relaties. Veel andere modellen gaan uit van lineaire relaties tussen determinanten en de modal split. Dit onderzoek heeft echter aangetoond dat de praktijk anders is. Zo blijkt de reistijdverhouding tussen OV en auto op korte afstanden geen invloed te hebben op de vervoerswijzekeuze. Op lange afstanden is deze reistijdverhouding juist wel van invloed op de vervoerswijzekeuze. Ook voor de relatie tussen de verplaatsingsafstand en de modal split geldt dat deze niet-lineair is. Het gebruiken van niet-lineaire termen voor deze variabelen kan de voorspellingskracht van andere modellen verbeteren.

In de tweede plaats is het zeker niet onrealistisch om te veronderstellen dat het model uit dit onderzoek wél generiek toepasbaar is, wanneer variabelen aan het model worden toegevoegd om intergemeentelijke verschillen te verklaren. Het alleen al toevoegen van een variabele voor reliëf zal de voorspellingen voor andere gemeenten aanzienlijk kunnen verbeteren (zie Tabel 33). Andere mogelijk relevante variabelen voor het verklaren van verschillen tussen gemeenten zijn bijvoorbeeld de OV-frequentie of de kwaliteit van het fietsnetwerk in een gemeenten (Fietsbalans-gerelateerde variabelen) Indien het inderdaad mogelijk is om de verschillen tussen gemeenten goed te verklaren, dan is dit model van grote meerwaarde, aangezien voor *hb-relaties* op *postcodeniveau* (of gemeentelijk niveau indien gewenst) de modal split kan worden berekend. Met een aantal andere bestudeerde modellen is het enkel mogelijk om de modal split op gemeentelijk niveau te voorspellen en/of is het niet mogelijk om de modal split op *hb-relaties* op *postcodeniveau* te bepalen.

10. VORMGEVING QUICKSCAN INSTRUMENT

Behalve de vraag naar een theoretisch model bestaat vanuit Witteveen+Bos ook de wens dat aan wordt gegeven hoe het quickscanmodel er in de praktijk uit ziet. Dit hoofdstuk gaat hier op in. Het instrument zelf wordt niet concreet uitgewerkt, maar wel wordt conceptueel beschreven hoe het instrument er uit kan komen te zien. Als belangrijk uitgangspunt is genomen dat met behulp van het instrument *snel* en *eenvoudig* kan worden bepaald wat het effect van een bepaalde beleidsmaatregel op de modal split is.

Het instrument bestaat uit drie hoofdcomponenten:

- Invoer: een gedeelte waarbij de gebruiker aan kan geven welke maatregelen op welke hb-relaties doorgerekend moeten worden;
- Uitvoer: een gedeelte waarbij de effecten van de maatregelen worden gepresenteerd;
- Database: tenslotte bestaat het instrument uit een database met daarin alle benodigde gegevens om de modal split te berekenen

Deze paragraaf geeft per component een korte toelichting op hoe deze er uit komt te zien.

10.1. DATABASE

Om de modal split met behulp van het ontworpen model de modal split te berekenen is data benodigd over de volgende zaken:

- Het aantal inwoners (>11 jaar) per postcodegebied
- Het aantal niet-westerse allochtonen per postcodegebied
- Het aantal arbeidsplaatsen in een postcodegebied
- Het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel in een postcodegebied
- Het aantal leerlingplaatsen per postcodegebied
- Het motorvoertuigenbezit per huishouden per postcodegebied
- Het percentage allochtonen per postcodegebied
- Het parkeertarief per postcodegebied
- De afstand tussen postcodegebieden
- De reistijd per auto en OV tussen postcodegebieden

Met behulp van bovenstaande data is het mogelijk om de modal split te berekenen en daarom dient een database opgesteld te worden met daarin bovenstaande variabelen. Data over de eerste vier variabelen is eenvoudig te verzamelen. Data over reistijden tussen twee zones per auto en per OV is niet vrij beschikbaar. Het is mogelijk om dit met eenvoudige vuistregels te berekenen, maar dit heeft niet de voorkeur, aangezien dit resulteert in minder accurate reistijdschattingen en dus in een minder goede voorspelling van de modal split. De reistijd per fiets is tenslotte te berekenen als functie van de afstand tussen twee postcodegebieden.

Voor de gebruiker is de vormgeving van de database niet relevant, aangezien de database enkel door het model wordt gebruikt om de modal split te berekenen.

10.2. INVOER

Twee zaken staan in principe centraal wanneer het instrument wordt gebruikt:

- Selectie hb-relaties: in de eerste plaats dient de gebruiker aan te geven welke hb-relaties moeten worden onderzocht. Hierbij moet worden opgemerkt dat het regelmatig zal voorkomen dat niet de modal split tussen postcodegebieden moet worden voorspeld, maar de modal split tussen gemeenten. Daarom is het wenselijk dat met behulp van het instrument zowel hb-relaties op postcodeniveau alsook hb-relaties op gemeenteniveau kunnen worden ingevoerd.
- Selectie maatregelen: in de tweede plaats dient te worden aangegeven welke maatregelen moeten worden doorgerekend met het quickscaninstrument. Twee modelvariabelen van het opgestelde modal split model zijn (op korte termijn) goed te

beïnvloeden door beleidsinterventies. Dit betreft de reistijdverhoudingen en het parkeertarief.

Hieronder wordt een voorbeeld gegeven van een invoerscherm, om de effecten van reistijdveranderingen op de modal split te berekenen. In de vier meest linkse kolommen kan de gebruiker de relaties selecteren waarvan de modal split moet worden berekend. Zowel voor de herkomst- als de bestemmingslocatie wordt eerst geselecteerd of het om een postcodegebied of een gemeente gaat. Vervolgens kan ofwel het postcodenummer ofwel de gemeente worden geselecteerd. In de figuur zijn overigens telkens relaties met als bestemming Amsterdam geselecteerd, maar het is ook mogelijk om verschillende bestemmingslocaties te selecteren. Op basis van de geselecteerde relaties worden door het instrument vervolgens automatisch de reistijden per auto, OV en fiets ingevuld voor de huidige situatie. De gebruiker kan daarna zelf de reistijden voor een potentiële toekomstige situatie invullen.

Herkomst		Bestemming		Auto		Openbaar Vervoer		Fiets	
				Huidig	Toekomst	Huidig	Toekomst	Huidig	Toekomst
Gem	Bussum	Gem	Amsterdam	31	31	49	45	105	105
Gem	Hilversum	Gem	Amsterdam	38	38	30	26	93	93
Gem	Diemen	Gem	Amsterdam	16	16	20	16	32	32
Gem	Lelystad	Gem	Amsterdam	45	45	60	50	208	208
Gem	Bussum	Gem	Amsterdam	35	35	45	38	123	123
	Diemen	Gem	Amsterdam						
	Haarlem	Gem	Amsterdam						
	Hilversum	Gem	Amsterdam						
	Lelystad	Gem	Amsterdam						
	Purmerend	Gem	Amsterdam						
	Zaandam	Gem	Amsterdam						
		Gem	Amsterdam						
		Gem	Amsterdam						
		Gem	Amsterdam						

Figuur 51: voorbeeld invoerscherm

10.3. UITVOER

Op basis van de geselecteerde relaties en maatregelen, wordt door het model de modal split berekend, zowel voor de huidige situatie als de situatie waarbij rekening is gehouden met de gekozen beleidsmaatregelen. Het uitvoerscherm wordt automatisch gegenereerd, nadat de gebruiker de benodigde invoergegevens heeft ingevuld.

De resultaten worden getoond in een tabel, zoals bijvoorbeeld Figuur 52. Behalve de verandering in modal split per hb-relatie, wordt ook de totale verandering in modal split van alle geselecteerde relaties getoond. Om de totale modal split te bepalen wordt uiteraard gewogen voor het aantal verplaatsingen per hb-relatie.

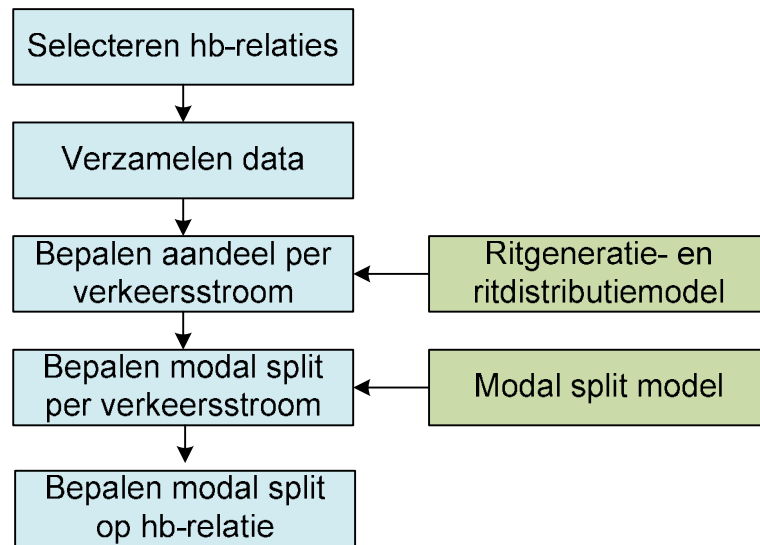
Effect op modal split										
Herkomst Bestemming		Auto			Openbaar Vervoer			Fiets		
		Nu	Toekomst	Vershil	Nu	Toekomst	Vershil	Nu	Toekomst	Vershil
Bussum	Amsterdam	72%	70%	-2%	28%	30%	2%	0%	0%	0%
Hilversum	Amsterdam	70%	69%	-1%	30%	31%	1%	0%	0%	0%
Diemen	Amsterdam	45%	45%	0%	40%	43%	3%	15%	12%	-3%
Lelystad	Amsterdam	68%	64%	-4%	32%	36%	4%	0%	0%	0%
Almere	Amsterdam	55%	52%	-3%	44%	47%	3%	1%	1%	0%
Totaal		59,8%	57,4%	-2,4%	38,2%	40,9%	2,7%	2,0%	1,7%	-0,3%

Figuur 52: voorbeeld uitvoerscherm

10.4. GEBRUIK INSTRUMENT

Het gebruik van het instrument is zeer eenvoudig. Om de modal split op een relatie te bepalen om het effect van veranderingen in het parkeertarief of de reistijdverhouding te bepalen dienen de volgende stappen te worden doorlopen.

1. Selecteren hb-relaties: eerst dient te gebruiker te bepalen van welke hb-relaties de modal split moet worden bepaald.
2. Verzamelen relevante data: vervolgens dienen data te worden verzameld. De meeste data die benodigd is om de modal split te bepalen zijn opgeslagen in een database en hoeft dus niet door de gebruiker zelf te worden verzameld. Data over de reistijd per auto en OV op de hb-relatie(s) dienen wel handmatig te worden verzameld voor de geselecteerde hb-relaties. De reistijd per auto tussen twee gebieden kan worden bepaald met bijvoorbeeld GoogleMaps of de Nationale Bereikbaarheidskaart. Data over OV-reistijden kan worden verzameld met een OV-reisplanner, zoals 9292ov.nl. De reistijd per fiets wordt bepaald als functie van afstand tussen gebieden.
3. Berekenen aandeel van de verschillende verkeersstromen: in de rapportage is aangegeven dat het verkeer op een hb-relatie bestaat uit drie soorten verkeersstromen: verplaatsingen vanuit de woning naar een bestemming, verplaatsingen vanuit een bestemming naar de woning en verplaatsingen vanuit een bestemming naar een volgende bestemming. Met behulp van het ritgeneratie- en ritdistributiemodel kan eerst worden berekend wat het aantal verplaatsingen per verkeersstroom is. Het aantal verplaatsingen vanuit de woning en het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt berekend door de formules voor ritgeneratie- en distributie tussen de herkomstzone en de bestemmingszone in te vullen. Het aantal verplaatsingen *naar de woning* op een hb-relatie wordt berekend door het aantal verplaatsingen *vanuit de woning* vanuit de bestemmingszone naar de herkomstzone te bepalen. Het aandeel van de verschillende verkeersstromen wordt uiteindelijk berekend door het aantal verplaatsingen per verkeersstroom te delen door de som van het aantal verplaatsingen van de verschillende verkeersstromen.
4. Berekenen modal split per verkeersstroom: vervolgens dient per verkeersstroom de modal split te worden berekend met het modal split model voor verplaatsingen vanuit de woning en het model voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen. Om de modal split van verplaatsingen naar de woning te bepalen, dient te worden vastgesteld wat de modal split is van verplaatsingen vanuit de woning vanuit de bestemmingszone naar de herkomstzone van de bestudeerde hb-relatie. Merk overigens op dat het model voor niet-woninggerelateerde verplaatsingen niet goed in staat is om de modal split van deze verplaatsingen te bepalen.
5. Berekenen totale modal split op hb-relatie: nadat voor elke verkeersstroom zowel de modal split als het aantal verplaatsingen is berekend, kan eenvoudig worden bepaald wat de modal split van alle verkeersstromen samen is. De totale modal split wordt berekend door het aandeel verkeer per verkeersstroom te vermenigvuldigen met de modal split per verkeersstroom.



11. CONCLUSIE

In paragraaf 11.1 worden conclusies getrokken over de verschillende onderzoeksstappen en wordt geconcludeerd in hoeverre de onderzoeksdoelstelling is gerealiseerd. Vervolgens worden in paragraaf 11.2 aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

11.1. CONCLUSIES

Onderzoeksvraag 1: welke uitgangspunten dienen ten grondslag te liggen aan het ontwerp van het model, om aan te sluiten bij de vraag naar minder complexe modellen en beleidsvragen uit de praktijk?

De uitgangspunten voor het model zijn ten eerste gebaseerd op de aanbevelingen die zijn gedaan voor de ontwikkeling van quickscanmodellen. Ten tweede is getracht om adequaat in te spelen veelvoorkomende beleidsvraagstukken uit de praktijk, die gerelateerd zijn aan de modal split. Met betrekking tot het proces is geconcludeerd dat de doorlooptijd van het model kort moet zijn, de benodigde data snel te verzamelen is en het model transparant is. Met betrekking tot de inhoud zijn de volgende uitgangspunten gedefinieerd: het model neemt de auto, fiets en OV mee, de modal split van een gehele werkdag wordt geschat, de voorspellingshorizon is ongeveer 10 jaar en een geaggregeerd model op postcodeniveau wordt ontwikkeld. Tenslotte zijn de beleidsvraagstukken die met het model moeten kunnen worden beantwoord vragen over veranderingen in het parkeertarief en de reistijdverhouding. Deze twee variabelen dienen dus in ieder geval op te worden genomen in het model.

Onderzoeksvraag 2: welke data worden gebruikt voor het onderzoek en op welke wijze worden deze data gebruikt?

Om te bepalen welke data relevant is voor het onderzoek is op basis van literatuuronderzoek vastgesteld welke factoren van invloed zijn op de modal split. Geconcludeerd is dat in de eerste plaats zonale karakteristieken van invloed zijn op de modal split. Het betreft ruimtelijke en sociaal-economische karakteristieken en parkeergerelateerde kenmerken. Data over deze variabelen is verzameld. Daarnaast zijn verplaatsingskarakteristieken van invloed op de modal split en daarom is data over reistijden en afstanden tussen postcodegebieden verzameld. Tenslotte zijn het MON en Perovam gebruikt voor het onderzoek. Deze datasets bevatten een grote hoeveelheid aan verplaatsingsdata, waarmee inzicht kan worden verkregen in het waargenomen verplaatsingsgedrag van personen.

Het gebruik van deze laatste twee datasets verdient nadere toelichting. Geconcludeerd is namelijk dat er systematische verschillen bestaan tussen beide datasets: het totaal aantal verplaatsingen is kleiner in het MON (subset Amsterdam) dan in Perovam. Met name het aantal korte afstand verplaatsingen (0 tot 3 kilometer) is aanzienlijk lager volgens het MON dan volgens Perovam. Daarnaast is in het MON het aantal verplaatsingen met het motief werken aanzienlijk groter dan in Perovam. Voor verplaatsingen met andere motieven geldt het omgekeerde. Een uitzondering hierop is het aantal verplaatsingen met het motief visite: het verschil in het aantal verplaatsingen met dit motief is beperkt. Aangezien beide datasets worden gebruikt voor het ontwerp en de validatie van het model zijn deze systematische verschillen ongewenst. Onderschatting van het aantal verplaatsingen door het MON in plaats van overschatting door Perovam is het meest waarschijnlijk. Perovamdata is immers verzameld door middel van enquêtes bij de respondent thuis, terwijl MON-data voornamelijk middels schriftelijke enquêtes is verzameld. Daarom is gekozen om een correctie op de MON-data toe te passen. Concreet houdt dit in dat MON-verplaatsingen zijn opgehoogd met een bepaalde factor afhankelijk van de verplaatsingsafstand en het verplaatsingsmotief.

Onderzoeksvraag 3: hoe ziet een model er uit, waarmee quickscan kan worden bepaald wat de modal split is van verplaatsingen van en naar Amsterdam?

Nadat de uitgangspunten voor het model zijn gedefinieerd en relevante data verzameld zijn, is het mogelijk om het modal split model te ontwerpen. Om het model te ontwerpen, waarmee de

modal split op een hb-relatie kan worden bepaald, dienen allereerst drie soorten verkeersstromen te worden onderscheiden: verplaatsingen vanuit de woning, verplaatsingen naar de woning en niet-woninggerelateerde verplaatsingen. De modal split van deze verschillende verkeersstromen is immers verschillend. Om de totale modal split op een hb-relatie te bepalen dient daarom voor elk van deze verkeersstromen te worden bepaald wat de modal split is en wat het aantal verplaatsingen is. Om het aantal verplaatsingen van elke verkeersstroom te bepalen is een ritgeneratie- en ritdistributiemodel opgesteld.

Onderzoeksvraag 3a: hoe ziet een model om quickscan de ritgeneratie en ritdistributie te bepalen er uit?

Op basis van analyse van Perovamdata is geconcludeerd dat de volgende variabelen relevant zijn om de ritgeneratie te voorspellen: het aantal inwoners, aantal niet-westerse allochtonen, aantal arbeidsplaatsen, aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel en het aantal leerlingplaatsen. Een regressiemodel is opgesteld om de ritgeneratie op basis van deze variabelen te schatten. De ritdistributie kan worden geschat op basis van de verplaatsingsafstand tussen twee zones.

Met behulp van MON-data is het model gevalideerd voor andere gemeenten in Nederland. Het op basis van Amsterdam opgestelde ritgeneratiemodel blijkt niet geschikt voor het bepalen van de ritgeneratie van andere gemeenten: het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt systematisch overschat, terwijl het aantal verplaatsingen vanuit de woning juist wordt onderschat. Dit is deels toe te schrijven aan een systematisch verschil tussen het MON en Perovam. Het ritdistributiemodel voldoet wel wanneer enkel op basis van de verplaatsingsafstand de ritdistributie wordt geschat.

Onderzoeksvragen 3b, 3c en 3d: hoe zien de relaties tussen de modal split en routekarakteristieken en kenmerken van herkomst- en beschermingsgebied er uit? En welke variabelen dienen in het model te worden opgenomen?

Geconcludeerd is dat de onderstaande determinanten een sterke relatie hebben op de modal split van verplaatsingen vanuit de woning. De relatie tussen deze determinanten en de modal split blijft in stand, wanneer gecontroleerd wordt voor andere variabelen.

- Motorvoertuigenbezit per huishouden: naarmate het motorvoertuigenbezit groter wordt, stijgt het autogebruik en wordt met name het fietsgebruik juist kleiner. Op basis van de onderzochte data kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de relatie niet lineair is, maar dat de veranderingen in de modal split kleiner zijn bij verschillen in het motorvoertuigenbezit naarmate het motorvoertuigenbezit groter is.
- Percentage niet-westerse allochtonen: deze variabele is sterk positief gecorreleerd met het OV-gebruik en sterk negatief gecorreleerd met het fietsgebruik.
- Verplaatsingsafstand: naarmate de verplaatsingsafstand toeneemt, daalt het fietsgebruik en stijgt het auto- en OV-gebruik. De relatie tussen de modal split en verschillen in verplaatsingsafstand is niet lineair, de verandering in de modal split neemt af naarmate de afstand groter wordt.
- Reistijdverhouding fiets/OV: een sterke relatie bestaat tussen de reistijdverhouding fiets/OV en de modal split. Hoe gunstiger deze reistijdverhouding voor de fiets, hoe groter het fietsaandeel en hoe kleiner het OV-aandeel. Op lange verplaatsingsafstanden is deze relatie niet relevant aangezien de fiets op deze afstanden geen reëel alternatief vormt.
- Reistijdverhouding OV/auto: voor de reistijdverhouding tussen het OV en de auto geldt dat deze enkel sterk gecorreleerd is met de modal split op langere verplaatsingsafstanden. Vanaf 15 kilometer is een duidelijke relatie zichtbaar. Daarnaast is geconstateerd dat enkel verschillen tot een reistijdverhouding van 2 samengaan met veranderingen in de modal split.
- Parkeertarief: het parkeertarief van een zone is tenslotte negatief gecorreleerd met het autogebruik naar deze zone en positief gecorreleerd met het fiets- en OV-gebruik.

Deze bevindingen sluiten aan bij de literatuur over de relatie tussen deze determinanten en de modal split.

Onderzoeksvraag 3e: hoe worden de verschillende variabelen samengevoegd tot één model?

Op basis van bovenstaande variabelen zijn regressiemodellen opgesteld om het auto-, fiets- en OV-gebruik te schatten. Niet alle variabelen zijn lineair opgenomen in het regressiemodel. Verschillende modelvarianten zijn onderzocht en op basis hiervan zijn de volgende conclusies getrokken over de wijze waarop de verschillende modelvariabelen dienen te worden opgenomen in het model om de modal split te bepalen:

- Het percentage allochtonen en het parkeertarief zijn lineair opgenomen in het model.
- Het gebruik maken van het natuurlijk logaritme van de afstand in plaats van de afstand verbetert het model aanzienlijk. Dit is goed verklaarbaar, aangezien het effect van absolute afstandsverschillen op de modal split kleiner is naarmate de afstand groter wordt. Daarnaast blijkt het enkel nodig om verschillen in verplaatsingsafstand tot 20 kilometer op te nemen.
- Ook het natuurlijk logaritme van het motorvoertuigenbezit per huishouden is gebruikt in plaats van het motorvoertuigenbezit per huishouden. Reden hiervoor is dat uit de data volgt dat het verschil in autogebruik kleiner wordt bij verschillen in motorvoertuigenbezit naarmate het motorvoertuigenbezit groter wordt.
- Verder is de reistijdverhouding (vf) OV/auto niet op lineaire wijze opgenomen in het model. Uit de analyses is gebleken dat de reistijdverhouding OV/auto enkel op langere afstanden (vanaf 5 à 15 km) een rol speelt. Daarom is een functie van reistijdverhouding en afstand opgenomen in het model. Kortweg houdt dit in dat de invloed van de reistijdverhouding OV/auto op de modal split groter wordt naarmate de afstand groter wordt. Verder zijn enkel verschillen in reistijdverhouding tot 2 meegenomen, aangezien verschillen boven de 2 nauwelijks invloed hebben op de modal split.
- Tenslotte is ook de reistijdverhouding fiets/OV niet op lineaire wijze opgenomen. Op lange afstanden is de fiets geen reëel alternatief voor het OV. De reistijdverhouding fiets/OV is daarom zodanig in het model opgenomen, dat deze enkel de schatting van de modal split op verplaatsingen tot 15 kilometer beïnvloedt.

Het overzicht hieronder presenteert het model om de modal split te bepalen. De laatste formule is opgenomen om te garanderen dat de som van het voorspelde aandeel van de verschillende vervoerswijzen 100% is. Voor het OV- en autogebruik is eenzelfde soort formule gebruikt. In onderstaand overzicht staat vf voor reistijdverhouding.

$$E(\text{fiets}) = 0,62 - 0,37 * \% \text{ allochtonen} + 0,053 * \text{parkeertarief} - 0,13 * \ln(\text{afstand}) - 0,27 * vf\left(\frac{\text{fiets}}{\text{ov}}\right) - 0,24 * \ln\left(\frac{\text{mvt}}{\text{hh}}\right)$$

$$E(\text{auto}) = 0,53 + 0,07 * \ln(\text{afstand}) - 0,087 * \text{parkeertarief} + 0,12 * f\left(vf\left(\frac{\text{ov}}{\text{auto}}\right), \text{afstand}\right) + 0,231 * \ln\left(\frac{\text{mvt}}{\text{hh}}\right)$$

$$E(\text{OV}) = -0,075 + 0,042 * \text{parkeertarief} - 0,24 * f\left(vf\left(\frac{\text{ov}}{\text{auto}}\right), \text{afstand}\right) + 0,43 * \% \text{allochtonen} + 0,225 * vf\left(\frac{\text{fiets}}{\text{ov}}\right) + 0,106 * \ln(\text{afstand})$$

$$f\left(vf\left(\frac{\text{ov}}{\text{auto}}\right), \text{afstand}\right) = \begin{array}{ll} \text{bij afstanden tot 5 km:} & 0 \\ \text{5-15 km:} & \frac{\text{afstand}-5}{10} * \min\left(2; vf\left(\frac{\text{ov}}{\text{auto}}\right)\right) \\ \text{meer dan 15 km:} & \min\left(2; vf\left(\frac{\text{ov}}{\text{auto}}\right)\right) \end{array}$$

$$f\left(vf\left(\frac{\text{fiets}}{\text{ov}}\right), \text{afstand}\right) = \begin{array}{ll} \text{bij afstanden tot 5 km:} & vf\left(\frac{\text{fiets}}{\text{ov}}\right) \\ \text{tussen de 5 en 15 km:} & \frac{(15-\text{afstand})}{10} * vf\left(\frac{\text{fiets}}{\text{ov}}\right) \\ \text{meer dan 15 km:} & 0 \end{array}$$

$$E(\text{fiets_cor}) = \frac{E(\text{fiets})}{E(\text{fiets}) + E(\text{ov}) + E(\text{auto})}$$

Onderzoeksvraag 4: in hoeverre is het model generiek toepasbaar voor Nederlandse gemeenten?

In de eerste plaats is het model op postcodeniveau gevalideerd op basis van analyse van verplaatsingen binnen Rotterdam en verplaatsingen tussen de 10 grootste steden in de Randstad (exclusief Amsterdam). Het model blijkt de modal split van woninggerelateerde verplaatsingen goed te voorspellen. De modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt echter slecht voorspeld. Aangezien het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen relatief klein is op de meeste hb-relaties, is de voorspelling van de totale modal split op hb-relaties redelijk adequaat. Wel moet worden opgemerkt dat vanuit sommige postcodegebieden het aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen wél aanzienlijk is en voor deze relaties is de voorspelling van de modal split dan ook minder goed.

In de tweede plaats is nagegaan in hoeverre het model in staat is om de modal split van woninggerelateerde verplaatsingen te voorspellen voor alle Nederlandse gemeenten. Hiervoor is voor elke gemeente de modal split voorspeld en vergeleken met de waargenomen modal split. Het blijkt dat het model enkel in staat is om de modal split van de grote vier steden goed te voorspellen. In het algemeen geldt dat het fietsgebruik van andere gemeenten wordt onderschat en het auto- en OV-gebruik wordt overschat. Hiervoor is een aantal verklaringen. Ten eerste ontbreken als gevolg van een beperkte databeschikbaarheid bepaalde variabelen in het model, die waarschijnlijk wél relevant zijn voor het voorspellen van de modal split. Het gaat in dit geval bijvoorbeeld om de frequentie van het OV, die. Ten tweede zijn de modelparameters mogelijk over- of onderschat als gevolg van multicollineariteit tussen modelvariabelen en variabelen die niet zijn opgenomen in het model. Ten derde is de relatie tussen de modal split en sommige variabelen niet te bestuderen op basis van de case Amsterdam (zoals bijvoorbeeld de relatie tussen reliëf en de modal split), terwijl deze variabelen mogelijk wel relevant zijn voor het voorspellen van de modal split.

Realisatie onderzoeksdoelstelling

Tenslotte dient te worden vastgesteld in hoeverre de algehele onderzoeksdoelstelling is gerealiseerd. Geconcludeerd wordt dat het ontworpen model in staat is om de modal split van de vier grote steden te voorspellen. De modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt weliswaar slecht voorspeld, maar aangezien dit doorgaans slechts een klein deel van het totaal aantal verplaatsingen op een hb-relatie betreft zijn de gevolgen voor de voorspelling van de totale modal split op een relatie beperkt. Het model is echter niet generiek toepasbaar in Nederland. Geconstateerd is dat er een systematisch verschil bestaat tussen de modelschattingen en de waarnemingen in andere gemeenten. De volgende paragraaf beschrijft een aantal aanbevelingen om het model te verbeteren.

11.2. AANBEVELINGEN

Deze paragraaf gaat in op de vraag op welke wijze het in dit onderzoek ontworpen model verbeterd kan worden. In de eerste plaats worden met betrekking tot het gebruik van MON en Perovam de volgende aanbevelingen gedaan:

- De fluctuaties in het gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per dag tussen 1980-2007 (volgens Perovam) zijn groter dan wat men zou verwachten. Op basis van Perovam zou bijvoorbeeld geconcludeerd moeten worden dat het aantal verplaatsingen per persoon per dag in de periode 2001-2007 van 3,49 naar 3,05 is gedaald. Een dergelijk verschil is erg groot en sluit ook niet aan bij de landelijke trend volgens het MON. Daarom dient nagegaan te worden hoe deze dusdanig grote verschillen kunnen worden verklaard.
- MON-verplaatsingen zijn opgehoogd op basis van de verplaatsingsafstand en het verplaatsingsmotief. In een later stadium is geconstateerd dat er ook een verschil bestaat tussen het MON en Perovam wat betreft aandeel niet-woninggerelateerde verplaatsingen (19% tegen 22%). Het is relevant om deze bevinding mee te nemen bij het vaststellen van de correctiefactoren.

Met betrekking tot het model worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Ten behoeve van het opstellen van de ritgeneratie- en ritdistributiemodellen zijn geen uitgebreide analyses gemaakt om de relatie tussen determinanten en de ritgeneratie en ritdistributie te bestuderen. Dit is wel gedaan voor het modal split model en gebleken is dat dit erg zinvol is voor de verklaringskracht van het model. Daarom wordt aanbevolen om ook voor de ritgeneratie- en ritdistributiemodellen een uitgebreide analyse (op landelijke schaal) te maken van de relaties tussen de ritgeneratie/ritdistributie en de determinanten hiervan. Hetzelfde geldt voor het opstellen van het model om de modal split van niet-woninggerelateerde verplaatsingen te bepalen.
- Het belangrijkste gemis in dit onderzoek is adequate data over reistijden tussen zones. De gebruikte reistijden tussen twee zones zullen enigszins verschillen van de daadwerkelijke reistijden. Daarnaast moet ook worden opgemerkt dat het de vraag is in hoeverre reistijdgegevens op geaggregeerd niveau wat zegt over de reistijdverhoudingen van individuen. Zeker voor het OV geldt dat de reistijd tussen twee zones sterk kan verschillen, afhankelijk van de exacte locatie van herkomst en bestemming.
- Gezien deze laatste opmerking is het interessant om op gedisaggregeerd niveau en met zeer precieze data over reistijden, de relatie tussen reistijdverhouding of het reistijdverschil en de modal split te onderzoeken. De vervolgstap is dan om te onderzoeken op welke wijze de bevindingen op gedisaggregeerd niveau kunnen worden getransformeerd naar geaggregeerd niveau.
- Geen onderscheid is gemaakt tussen verschillende bevolkingsgroepen. Geconstateerd is dat sommige meer complexe verkeersmodellen wel separate modellen hebben voor het berekenen van de ritgeneratie, ritdistributie en modal split per bevolkingsgroep. Naar verwachting kan het opstellen van separate modellen voor verschillende bevolkingsgroepen de modelvoorspellingen verbeteren. Het effect van bijvoorbeeld de reistijdverhouding tussen fiets en het OV op het OV-gebruik zal naar verwachting niet hetzelfde zijn voor de verschillende bevolkingsgroepen. Wel moet de vraag worden gesteld of dit de complexiteit van het model niet teveel vergroot.
- Tenslotte dient onderzoek te worden gedaan naar verschillen in de modal split tussen gemeenten, aangezien geconcludeerd is dat het model niet voldoet voor andere gemeenten dan de vier grote steden.

12. LITERATUUR

1. Abeling, M. (2006). *Funcziemenging in stadswijken en de effecten op automobilititeit*. Universiteit Twente, Enschede.
2. Acker, V. van & Witlox, F. (2010). Car ownership as a mediating variable in car travel behaviour research using a structural equation modelling approach to identify its dual relationship. *Journal of Transport Geography* (18), 65-74.
3. Adviesdienst Verkeer en Vervoer (2003). *Verknocht aan de auto? Onderzoek naar determinanten van vervoerswijzekeuze*. Den Haag.
4. Annema, J.A. & de Jong, M. (2008). *Milieuschattingen in planstudies: een voorstel tot vereenvoudiging*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
5. Anscombe, F.J. (1973). Graphs in Statistical Analysis. *American Statistician* 27, p. 17-21.
6. Arentze, T.A. & Timmermans, H.J.P. (2005). *Albatross: A Learning-Based Transportation Oriented Simulation System*. European Institute of Retailing and Service Studies, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.
7. Berveling, J., Bakker, P., Harms, L. & van der Werff, E. (2009). *Imago en openbaar vervoer*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
8. te Brömmelstroet, M. (2008). Who controls the present now controls the future. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Santpoort.
9. te Brömmelstroet, M., Bertolini, L., Siderius, P., & Brohm, G. (2007). GENMOD voor het ondersteunen van de integratie van ruimte en verkeer & vervoer planning.
10. Centraal Bureau voor de Statistiek (2005). *Enquêteonderzoek onder allochtonen, problemen en oplossingen*. OBT bv, Den Haag.
11. Cervero, R. (2002) *City CarShare: First-Year Travel Demand Impacts*. Verkregen op 13-10-2010 van http://www.ltrc.lsu.edu/TRB_82/TRB2003-000181.pdf.
12. Commissie Elverding (2008). *Sneller en beter*. Adviescommissie Versnelling Besluitvorming Infrastructurele Projecten. Den Haag.
13. Dargay, J. & Hanly, M. (2003). *The Impact of Land Use Patterns on Travel Behaviour*. ESRC Transport Studies Unit, Centre for Transport Studies, University College London.
14. De Meester, N. (2008). *De complexe vraag naar vervoerwaardeberekeningen*. Universiteit Twente, Enschede.
15. Dienst Onderzoek & Statistiek Amsterdam (2002). *Gebiedsindelingen in Amsterdam, een inventarisatie*. Amsterdam.
16. Duijnisveld, M. & Schrijver, J. (2009). *Visie op de toekomst van de nationale personenvervoermodellen: iets doen is lastig geworden*. Bijdrag aan het colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2009, Antwerpen.
17. van Engelenburg (2007). *Verklarende factoren voor het gebruik van openbaar vervoer*. Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer / Bureau Onderweg.
18. Fietsberaad (2003). *Fietsverkeer, uitgave 7*.
19. Fox, J. (2008). *Applied regression analysis and generalized linear models*. SAGE Publications Inc., Thousand Oaks, USA.
20. Friso, K. & de Kruijf (2010). *Vergrijzing en mobiliteit. Hoe gedraagt de toekomstige oudere zich in het verkeer?* Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2010, Roermond.

21. Gemeente Amsterdam - Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer (DIVV, 2010). *Mobiliteit in en rond amsterdam. Een blik op de toekomst vanuit een historisch perspectief*. Meco Offset BV, Amsterdam.
22. Gemeente Hilversum (2008). *Notitie: hoe werkt het Hilversumse verkeersmodel?*
23. Harms, L. (2008). *Overwegend onderwerp. De leefsituatie en de mobiliteit van Nederlanders*. Sociaal- en Cultureel Planbureau, Den Haag.
24. Harrell, F.E. (2001). *Regression modeling strategies*. Springer Verlag, New York.
25. Higgins, D., 1992. Parking taxes: effectiveness, legality and implementation, some general considerations. *Transportation* 19 (3), 221-230.
26. L. H. Immers, I. Yperman, J. E. Stada & A. Bleukx (2004). Reliability and robustness of transportation networks—problem survey and examples. In: *proceedings of the Nectar, Cluster 1 meeting*. Amsterdam, Nederland.
27. Harms, L. (2006). *Anders onderwerp, de mobiliteit van allochtonen en autochtonen vergeleken*. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
28. Immers, L.H. & Stada, J.E. (1998). *Cursusboek H111: verkeersmodellen*. Faculteit Toegepaste Wetenschappen, afdeling verkeer en infrastructuur, Katholieke Universiteit Leuven.
29. Harms, L. (2008). *Overwegend onderwerp. De leefsituatie en de mobiliteit van Nederlanders*. Sociaal- en Cultureel Planbureau, Den Haag.
30. Jorritsma, P., de Groot, W. & van Mourik, H. (2009). *Economische crises en mobiliteit*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2009, Santpoort.
31. Jorritsma, P., de Groot, W. & van Mourik, H. (2009). *Economische crises en mobiliteit*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2009, Santpoort.
32. Jorritsma, P. & Harms, L. (2006) *De mobiliteit van allochtone bevolkingsgroepen in stedelijke gebieden*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2006, Amsterdam.
33. Jorritsma, P. & Olde Kalter, M. (2008). *Grijs op reis. Over de mobiliteit van ouderen*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag.
34. Kleijn, H.J. & Klooster, J.P.G.N. (1991). *Reistijdwaarderingen van personen*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
35. Kleinbaum, D.G., Lawrence, L.K. & Muller, K.E. (2008). *Applied regression analysis and other multivariable methods*. Brooks/Cole.
36. Klok, E. (2010). *Determinants for the demand for bus transport, research approach*. Universiteit Twente, Enschede.
37. Kuby, M., Barranda, A. & Upchurch C. (2004), Factors influencing light-rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A* 38, 223-247.
38. Lee, D.B. (1973). Requiem for large-scale models. *Journal of the American Institute of Planners* 39(3), 163-178.
39. van Loon I. & Broer, K. (2006). *Fietsen zolang het kan*. Fietsersbond/Unie KBO.
40. Van Luipen, B., Stienstra, S. & Bongarts, J. (2008). *Parkeerbeleid op middellange termijn, hoe vangen we de parkeerdruk in de toekomst op?* Bijdrage aan Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2008, Santpoort.
41. Maat, K. & Timmermans, H.P.J. Influence of the residential and work environment on car use in dual-earner households. *Transportation Research Part A* 43, 654-664.
42. Martens, M., & de Jong, M. (2009). Governance verkeersmodellen: uitdagingen voor de toekomst. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Antwerpen.
43. Martens, M., Berveling, J., Francke, J. & de Jong, M. (2010). *Rekenen met beleid. Anders omgaan met verkeersmodellen*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag.

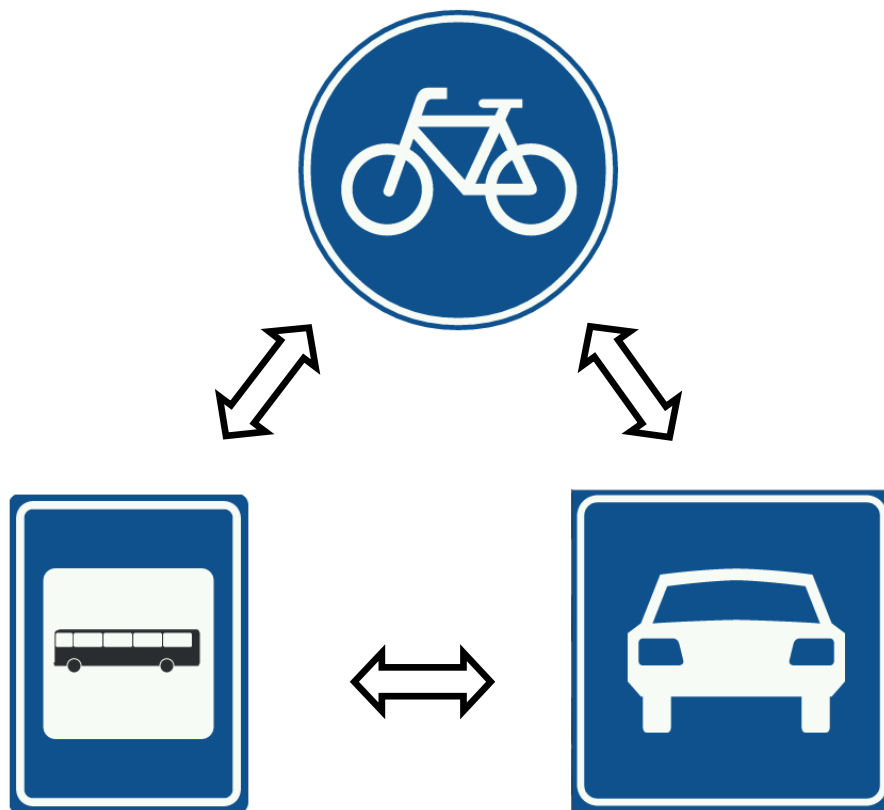
44. McNally, M.G. & Rindt, C.R. The activity based approach. In: Hensher, D.A. & Button, K.J. (2008). *Handbook of Transport Modelling, 2nd edition*. Elsevier, Oxford.
45. Miller, A.J. (2002). *Subset selection in regression*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
46. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010). *Meer en beter ov door meer marktwerking*. Den Haag.
47. Motivaction (2008). *Mobiliteit en bereikbaarheid; wensen van Nederlanders*. Amsterdam.
48. Naess (n.d.). *Optimism bias, pessimism bias, strategic misrepresentation – or merely technical errors*. Aalborg University.
49. van Nes, R., Schrijver, J., & van der Waard, J. (2008). *Verkeersmodellering en luchtonderzoek: de grenzen van het mogelijke*. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Santpoort.
50. Niepoth, H.J. (2004). *De kloof blijft, maar is minder groot*. Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer, Gemeente Amsterdam.
51. NIST (2011). *NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods*. Opgevraagd van: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/> op 8 januari 2011.
52. NOS (2010). *Speciale fietsroutes tegen filedruk*. Verkregen op 14-10-2010 van <http://nos.nl/artikel/201884-speciale-fietsroutes-tegen-filedruk.html>.
53. Ortúzar, J., & Willumsen, L.G. (2002). *Modelling transport, Third Edition*. John Wiley & Sons, Chichester, England.
54. Raad voor Verkeer en Waterstaat (2010). *Wie ik ben en waar ik ga. Advies over de effecten van veranderingen in demografie en leefstijlen op de mobiliteit*.
55. Regeerakkoord (2010). *Vrijheid en verantwoordelijkheid*.
56. Rijkswaterstaat (2009). *Werkwijzer OEI bij MIT-planstudies. Aanvulling voor grote regionale weg-, vaarweg-, en openbaar vervoerprojecten*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.
57. Savelberg, F., Bakker, P., van Ooststrom, H. & Annema, J.A. (2007). *Marktontwikkelingen in het personenvervoer per spoor 1991-2020*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag.
58. Savelberg, F., Annema, J.A., Bakker, P., Francke, J., van Mourik, H., Olde Kalter, M. & Kolkman, J. (2009). *Het scheiden van de markt*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag.
59. Schoemakers, A. & Geurs, K. (2008). *Vroeger voorspelden we de toekomst beter*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2008, Santpoort.
60. Schoemakers, A. & van der Hoorn, T. (2004). *LUTI Modelling in the Netherlands: Experiences with TIGRIS and a framework for a new LUTI model*. AVV Transport Research Centre, Rotterdam.
61. Schwanen, T., Dijst, M. & Dieleman, F.M. (2004). Policies for Urban Form and their Impact on Travel: The Netherlands Experience. *Urban Studies* 41 (3), p. 579-603. Carfax Publishing.
62. Snee, R.D. (1977). Validation of Regression Models: Methods and Examples. *Technometrics*, Vol. 19, p. 415-428.
63. Supernak, J. (1982). *Transportation modelling: lessons from the past and tasks for the future*. PTRC Summer Annual Meeting 1982, University of Warwick.
64. TNO (2010). *Roadmap strategische verkeers- en vervoermodellen in Nederland*. Delft.
65. Tsamboulas, D.A. (2001). Parking fare thresholds: a policy tool, *Transport Policy*, 8 (2001), 115-124.
66. Schoemakers, A., & Geurs, K. (2008). *Vroeger voorspelden we de toekomst beter. Een discussiepaper*. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Santpoort.
67. Thomas, T., Jaarsma, C.F. & Tutert, S.I.A. (2007) *Temporele variaties in fietsverkeer en weersomstandigheden: monitoren en het ontrafelen van trend en toeval in fietsintensiteiten*.
68. Thomas, T., & Tutert, S.I.A. (2009a). *The influence of spatial factors on the commuting trip distribution in the Netherlands*. Universiteit Twente, Enschede.

69. Thomas, T., & Tutert, S.I.A. (2009b). Een nieuwe kijk op routekeuze? Bevindingen uit het kentekenonderzoek Enschede. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Antwerpen.
70. Thomas, T., Tutert, S.I.A. (2010) *De realiteitszin van verkeersmodellen*. Universiteit Twente, Enschede.
71. TNO (2010). *Roadmap strategische verkeers- en vervoermodellen in Nederland*. Delft.
72. Turpijn, B. (2005). *Ritgeneratie van woonbuurten*. Universiteit Twente, Enschede.
73. van Twuijver, M., Scheuders, M. & Jansen, R. (2006). *Vervoerswijzekeuze op ritten tot 7,5 kilometer*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rotterdam.
74. Verhoeven, R. & Schrijnen, P.M. (2010). *Allochtonen onderweg: fietsgebruik onder immigranten*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Roermond.
75. Ververs, R. & Ziegelaar, A. (2006). *Verklaringsmodel voor fietsgebruik gemeenten*. Research voor beleid bv.
76. Vleugels, I. (2007). *Determinanten van modale keuze in verplaatsingsketens*. Federaal Wetenschapsbeleid, Brussel.
77. Wegener, M. (2009). *From Macro to Micro: How much is Enough?* International Seminar Transport Knowledge and Planning Practice, Amsterdam.
78. Wouters & van den Brakel (2010). *Simulatiestudie naar Methodebreuken in het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2010, Roermond.

De ontwikkeling van een quickscanmethodiek om de modal split van personenverkeer te bepalen

Bijlagenrapport

Daan Mestrum



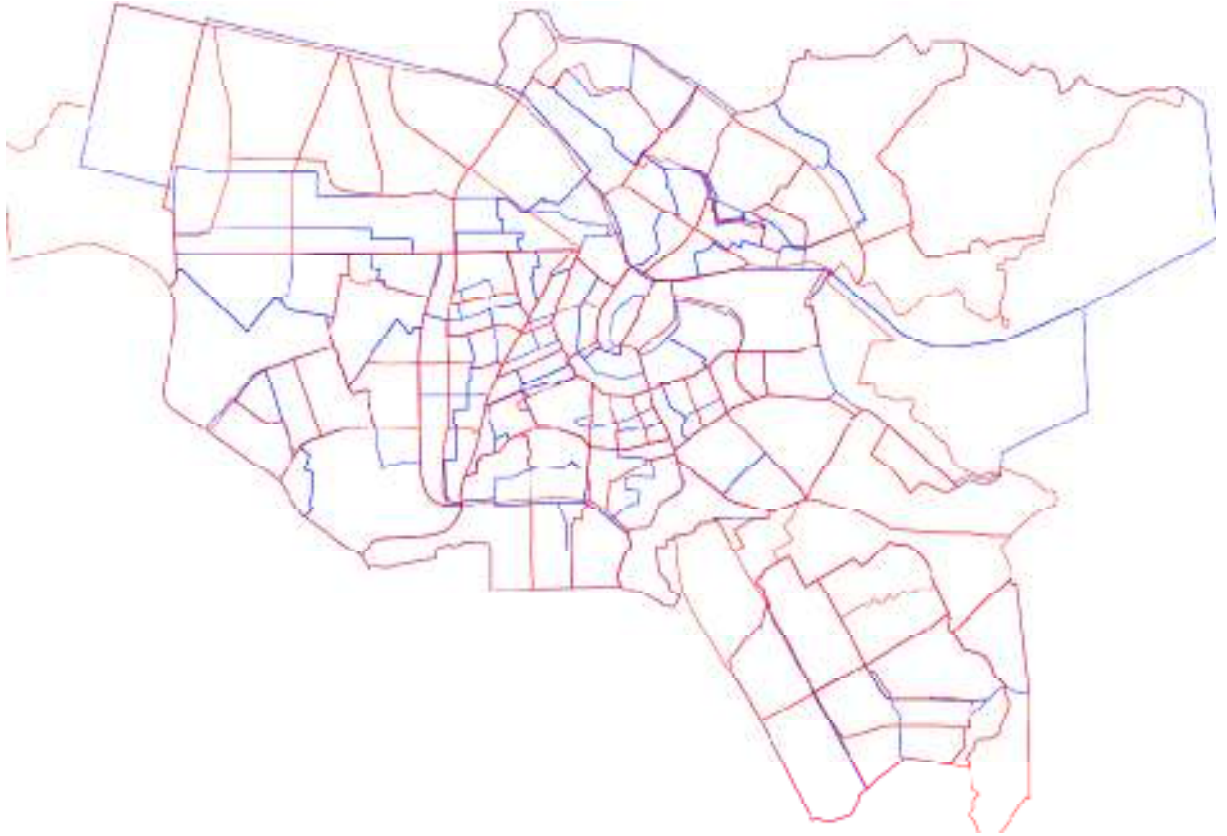
1. INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave	1
4. Methodiek.....	3
4.2. Zonering	3
5. Data	4
5.1. Reistijd voor- en natransport OV intergemeentelijke verplaatsingen	4
5.3. Kwantitatieve vergelijking	4
5.4. Berekening correctiefactoren MON.....	7
6. Ritgeneratie en ritdistributie.....	11
6.1. Ritgeneratie	11
6.1.1. Ritproductie verplaatsingen vanuit de woning.....	12
6.1.2. Ritattractie verplaatsingen vanuit de woning	13
6.1.3. Ritproductie niet-woninggerelateerde verplaatsingen	14
6.1.4. Ritattractie niet-woninggerelateerde verplaatsingen.....	15
6.1.5. Validatie ritgeneratiemodellen.....	16
7. Determinanten modal split	17
7.1. Determinanten modal split	17
7.1.1. Determinanten vraagzijde.....	17
7.1.2. Kenmerken van de verplaatsing.....	18
7.1.3. Determinanten aanbodzijde	18
7.1.4. Ruimtelijke determinanten.....	19
7.2. Visualisaties	20
8. Modal split model.....	27
8.2. Lineaire regressiemodellen	27
8.2.1. Regressiemodel fietsgebruik	27
8.2.2. Regressiemodel autogebruik	29
8.2.3. Regressiemodel OV-gebruik	32
8.4. Regressiemodellen niet-woninggerelateerde verplaatsingen	36

4. METHODIEK

4.2. ZONERING

De blauwe lijnen geven de grenzen van buurten aan. De rode lijnen de grenzen van postcodegebieden.



Figuur 1: buurten en postcodegebieden Amsterdam

5. DATA

5.1. REISTIJD VOOR- EN NATRANSPORT OV INTERGEMEENTELIJKE VERPLAATSINGEN

Om de relatie tussen de reistijd en de modal split te analyseren, is onder andere data benodigd over de reisduur van voor- en natransport van OV-verplaatsingen. Er is echter geen dataset beschikbaar met daarin de reistijd van elk postcodegebied naar het dichtstbijzijnde (IC-)station. Het handmatig vergaren van deze informatie is zeer tijdrovend. Wel is een dataset beschikbaar met daarin de *afstand* van elk pc4-gebied naar het dichtstbijzijnde (IC-)station. Om die reden is gekozen om de reisduur van het voor- en natransport op basis van deze afstand te schatten.

Om de reistijd van het voor- en natransport te berekenen als functie van de afstand van herkomst- of bestemmingsgebied (pc4) naar het dichtstbijzijnde station, zijn de volgende formules gebruikt:

$$\text{reistijd}(\text{minuten}) = \text{afstand}(\text{km}) * 13$$

(bij voor- en natransport tot 1 kilometer)

$$\text{reistijd}(\text{minuten}) = 10 + \frac{\text{afstand}(\text{km})}{0,333}$$

(bij voor- en natransport boven de 1 kilometer)

De aanname is gedaan dat indien de afstand van het voor- of natransport kleiner is dan 1 km, vaak wordt gelopen. Indien verder wordt uitgegaan van een gemiddeld loopsnelheid van ongeveer 4,5 km/h, moet de afstand met 13 worden vermenigvuldigd om de reistijd te schatten.

Wanneer de afstand groter wordt dan 1 kilometer, dan zal vaak van de bus, tram of metro gebruik worden gemaakt als voor- of natransportmiddel. Volgens DIVV(2010) ligt de commerciële snelheid van de bus en tram in Amsterdam op 15 kilometer per uur. Met behulp van 9292ov.nl is daarnaast geconstateerd dat deze snelheid wat hoger is in minder stedelijke gebieden. Gekozen is daarom voor een gemiddelde commerciële snelheid van 20 km/h, oftewel 0,333 kilometer per minuut. Aangezien er doorgaans enige wachttijd is op de bus/tram/metro en aangezien er enige afstand is tussen de BTM-halte en de woning of bestemming, is nog eens 10 minuten toegevoegd om de reistijd te schatten. Overigens is het ook mogelijk dat het voor- en/of natransport per fiets wordt afgelegd. Ook dan zijn de schattingen redelijk, uitgaande van een gemiddelde snelheid van 15 km/h per fiets.

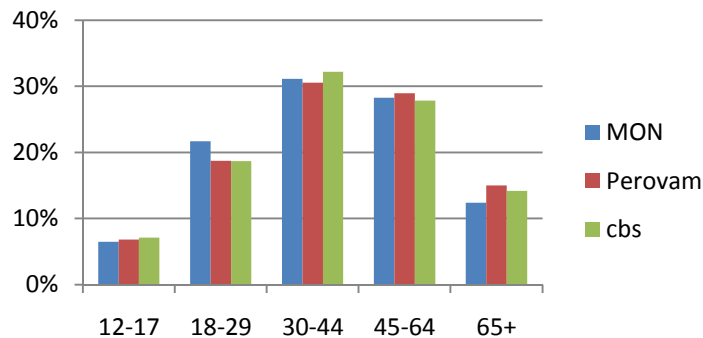
5.3. KWANTITATIEVE VERGELIJKING

In deze paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van de vergelijking tussen het MON en Perovam vergeleken op de vertegenwoordiging van een aantal verschillende sociaal-economische groepen. Bij het vaststellen van de verdeling van respondenten in de datasets is gebruik gemaakt van de wegingsfactoren. Beide datasets bevatten namelijk een wegingsfactor, welke deels is gebaseerd op sociaal-economische karakteristieken. (MON, 2006)

Leeftijd

De verdeling van respondenten naar leeftijd is in beide datasets licht verschillend. Wel is het aandeel van personen tussen 18-29 jaar in het MON iets lager dan Perovam, terwijl voor personen uit de leeftijdscategorie 45-64 jaar het omgekeerde geldt. Wanneer een vergelijking met CBS-gegevens over de leeftijdsopbouw wordt gemaakt, dan kan geconcludeerd worden dat Perovam dichter bij de werkelijke percentages ligt dan het MON.

Verdeling respondenten naar leeftijd

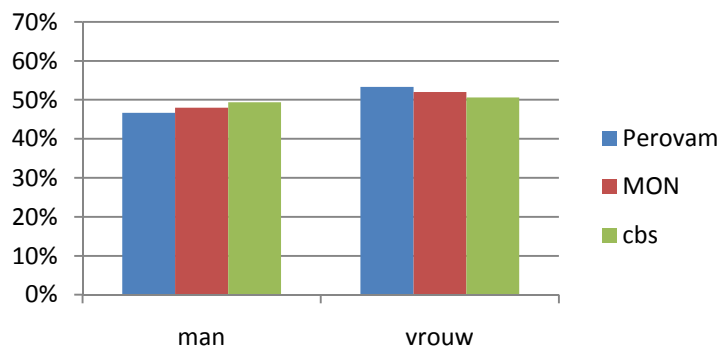


Figuur 2: verdeling respondenten naar leeftijd

Geslacht

Wanneer het percentage respondenten per geslacht wordt bepaald, dan worden nauwelijks verschillen gevonden tussen MON en Perovam. Wel komen de gevonden waarden niet helemaal overeen met de praktijk: 47% van de respondenten is man, terwijl in de praktijk 49% van de Amsterdammers man is.

Respondenten naar geslacht

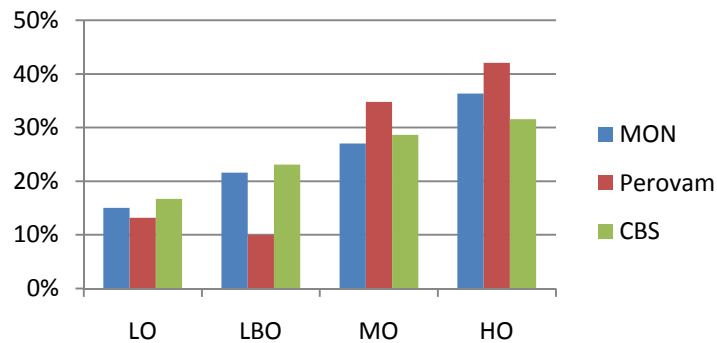


Figuur 3: verdeling respondenten naar geslacht

Onderwijs

Qua opleidingsniveau maken zowel het MON als Perovam onderscheid tussen lager onderwijs, lager beroepsonderwijs, middelbaar onderwijs en hoger onderwijs. Wanneer het aandeel respondenten van elke categorie uit het MON wordt uitgezet tegen Perovam, dan worden opmerkelijke verschillen gevonden. De verklaring hiervoor is dat het Perovam en MON bepaalde opleidingen tot een verschillende hoofdcategory toedelen. Hierdoor is geen adequate vergelijking mogelijk wat betreft opleidingsniveau.

Respondenten naar opleidingsniveau

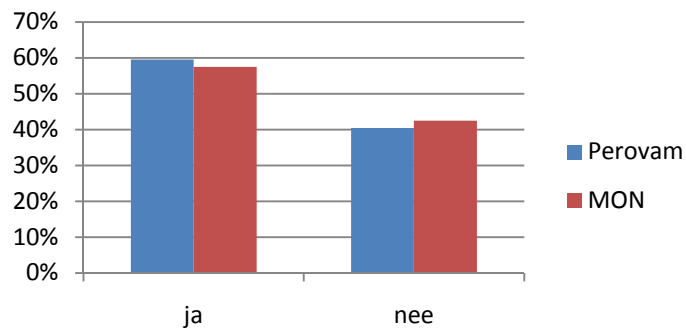


Figuur 4: verdeling respondenten naar opleidingsniveau

Werkkring

Het percentage respondenten dat betaald werk heeft is in beide datasets ongeveer evengroot, zoals onderstaande tabel illustreert. Dat het percentage in het MON net iets kleiner is, komt mogelijk omdat MON enkel *betaald* werk meeneemt, terwijl bij de Perovamenquête wordt gevraagd of de respondent een werkring heeft.

Respondenten naar (betaald) werk



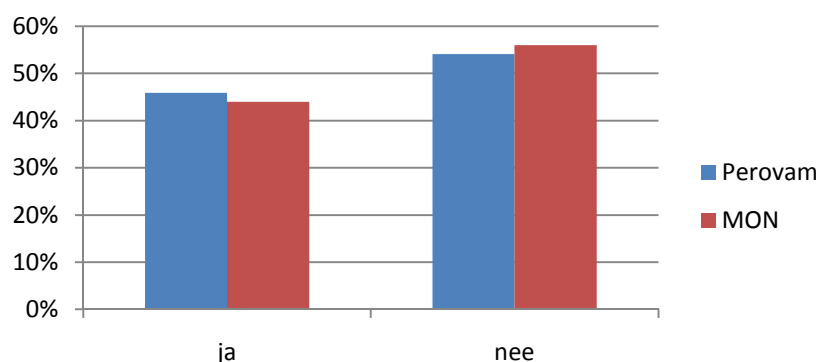
Figuur 5: verdeling respondenten naar betaald werk of niet

Autobezit

Wat betreft autobezit kunnen het MON en Perovam niet helemaal goed met elkaar worden vergeleken. In Perovam is opgenomen of de respondent over een auto kon *beschikken*, terwijl in het MON is gevraagd of de respondent of het huishouden van de respondent een auto *bezit*. Een redelijke schatting voor de autobeschikbaarheid op basis van de MON-data kan gemaakt worden door aan te nemen dat respondenten over een auto kunnen beschikken indien zij én over een rijbewijs beschikken én minimaal één auto in het huishouden aanwezig is. Deze schatting zal wel iets te hoog zijn, aangezien het waarschijnlijk met regelmaat voorkomt dat een respondent niet van de auto gebruik kan maken, aangezien een ander lid van het huishouden de auto in gebruik heeft.

Deze laatste veronderstelling komt terug, wanneer de autobeschikbaarheid van het MON en Perovam worden vergeleken. Deze is bij het MON iets hoger dan bij Perovam, maar hier is dus een goede verklaring voor.

Respondenten naar autobeschikbaarheid



Figuur 6: verdeling respondenten naar autobeschikbaarheid

5.4. BEREKENING CORRECTIEFACTOREN MON

Geconstateerd is dat er verschillen bestaan tussen het aantal verplaatsingen tussen het MON en het Perovam. Ten eerste onderschat het MON het aantal korte verplaatsingen. Ten tweede onderschat het MON het aantal verplaatsingen met bepaalde motieven. Om die reden worden correctiefactoren toegepast, zodat het aantal verplaatsingen per motief en afstandklasse gelijk is in het MON en het Perovam. In deze bijlage is stapsgewijs aangegeven op welke wijze het MON is opgehoofd.

Allereerst presenteren de twee tabellen hieronder het aantal verplaatsingen naar motief en naar afstandklasse volgens zowel Perovam als het MON.

	wonen	werken	zakelijk	persverv	winkelen	onderwijs	visite	overig	alle
0-1 km	181426	18534	8322	33763	124361	9778	12813	86534	475530
1-2 km	84984	13232	6237	19935	42353	8135	6825	33992	215692
2-3 km	102767	25066	10523	15150	34677	13383	9819	47068	258453
3-4 km	65874	22961	7847	9039	17761	10060	8657	28269	170468
4-5 km	52198	21138	5968	7963	9028	8513	5229	17697	127732
5-7,5 km	85991	39326	8524	13639	16041	16315	9531	26661	216027
7,5-10 km	47119	22187	6655	5034	7392	7404	4129	11155	111074
10-15 km	53675	33975	6939	7278	7628	8878	5684	13203	137260
15-25 km	44723	30125	7207	4013	3545	5119	6075	7954	108761
25-50 km	32949	22121	9175	3253	1201	3311	3365	8145	83520
50-100 km	19287	10958	6249	479	674	1772	2783	4640	46844
100+ km	3734	1591	3368	277	82	142	1231	807	11231
	774728	261214	87012	119823	264743	92809	76141	286124	

Tabel 1: aantal verplaatsingen per dag in Perovam (2005-2007) naar motief en afstandklasse (inclusief wegingsfactoren Perovam)

	wonen	werk	zakelijk	persverv	winkel	onderwijs	visite	overig	alle	Δ
0-1 km	170639	27117	12583	18978	87670	10482	12421	69206	409095	1,16
1-2 km	72313	17648	3550	11362	31463	7056	6334	26019	175746	1,23
2-3 km	76617	21784	3431	7992	28899	9668	11488	28821	188700	1,37
3-4 km	69671	22870	2793	10687	19621	10667	8099	22243	166651	1,02
4-5 km	56284	19461	3614	2995	10590	7269	7040	14505	121758	1,05

5-7,5 km	78655	33153	5105	6357	23240	11545	9604	29985	197645	1,09
7,5-10 km	48025	32038	3531	2861	11165	5162	4376	12182	119341	0,93
10-15 km	67978	40065	3701	2123	9636	7518	5563	11518	148103	0,93
15-25 km	47004	39049	4530	1246	3695	1766	4864	12371	114523	0,95
25-50 km	38747	25137	5002	2664	872	3680	6060	7689	89853	0,93
50-100 km	19768	13010	4155	717	1181	835	7659	4004	51330	0,91
100+ km	5170	3451	558	0	562	0	2634	1861	14236	0,79
Alles	750871	294782	52553	67983	228595	75649	86143	240406		

Tabel 2: aantal verplaatsingen per dag in het MON (2005-2008) naar motief en afstandsklasse (inclusief weginfluïerfactoren van het MON)

In de eerste stap is het aantal verplaatsingen per afstandsklasse gelijk getrokken tussen het MON en Perovam door een correctiefactor voor afstand toe te passen. De correctiefactor is berekend door het totaal aantal verplaatsingen in Perovam uit een bepaalde afstandsklasse te delen door het totaal aantal verplaatsingen uit dezelfde afstandsklasse volgens het MON.

$$C_{d(bin)} = \frac{\text{Aantal verplaatsingen}_{\text{Perovam},d(bin)}}{\text{Aantal verplaatsingen}_{\text{MON},d(bin)}}$$

Het resultaat is gepresenteerd in onderstaande tabel.

	wonen	werk	zakelijk	persverv	winkel	onderwijs	visite	overig	alle
0-1 km	198349	31520	14626	22060	101907	12185	14438	80445	475530
1-2 km	88750	21659	4357	13945	38614	8660	7773	31933	215692
2-3 km	104938	29836	4699	10947	39581	13242	15735	39475	258453
3-4 km	71266	23394	2857	10932	20070	10911	8284	22753	170468
4-5 km	59046	20416	3791	3142	11109	7625	7386	15216	127732
5-7,5 km	85970	36237	5580	6949	25402	12619	10497	32774	216027
7,5-10 km	44699	29819	3286	2663	10391	4805	4073	11339	111074
10-15 km	63001	37132	3430	1967	8930	6968	5156	10675	137260
15-25 km	44639	37084	4302	1183	3509	1677	4619	11748	108761
25-50 km	36016	23366	4650	2476	811	3421	5633	7147	83520
50-100 km	18040	11873	3792	655	1078	762	6990	3654	46844
100+ km	4079	2723	440	0	444	0	2078	1468	11231
Alles	818793	305057	55811	76918	261848	82874	92663	268628	
Δ	0,95	0,86	1,56	1,56	1,01	1,12	0,82	1,07	

Tabel 3: aantal verplaatsingen in het MON na toepassing correctiefactor voor afstand

De rijtotaal (aantal verplaatsingen per afstandsklasse) zijn nu gelijk in het MON en het Perovam. Het aantal verplaatsingen per motief verschilt echter nog wel sterk. Met name het aantal verplaatsingen met als motief personenvervoer en zaken, wordt door het MON sterk onderschat (factor 1,56). Daarom is in de tweede stap op eenzelfde wijze een correctiefactor toegepast, in dit geval echter voor het verplaatsingsmotief.

$$C_{motief} = \frac{\text{Aantal verplaatsingen}_{\text{Perovam},motief}}{\text{Aantal verplaatsingen}_{\text{MON},motief}}$$

Onderstaande tabel toont het resultaat, na toepassing van deze correctiefactor.

	wonen	werk	zakelijk	persverv	winkel	onderwijs	visite	overig	alle	Δ
0-1 km	187675	26990	22802	34365	103034	13645	11864	85684	486059	0,98
1-2 km	83974	18546	6793	21723	39041	9698	6387	34013	220176	0,98
2-3 km	99291	25548	7326	17052	40019	14829	12929	42046	259041	1,00
3-4 km	67431	20032	4455	17030	20292	12220	6807	24235	172500	0,99

4-5 km	55868	17482	5911	4895	11232	8540	6069	16207	126204	1,01
5-7,5 km	81344	31029	8700	10824	25683	14132	8625	34909	215244	1,00
7,5-10 km	42293	25533	5123	4148	10506	5381	3347	12077	108409	1,02
10-15 km	59611	31795	5348	3064	9029	7803	4236	11370	132258	1,04
15-25 km	42237	31754	6706	1843	3548	1878	3795	12514	104275	1,04
25-50 km	34078	20008	7249	3858	820	3831	4629	7613	82085	1,02
50-100 km	17069	10167	5912	1020	1090	853	5744	3892	45746	1,02
100+ km	3859	2331	686	0	448	0	1708	1564	10596	1,06
Alles	774728	261214	87012	119823	264743	92809	76141	286124		

Tabel 4: aantal verplaatsingen in het MON na toepassing correctiefactoren voor afstand en verplaatsingsmotief

Uit bovenstaande tabel is af te leiden dat de rijtotalen nu weer niet geheel in balans zijn tussen het Perovam en het MON. Daarom wordt nogmaals gebalanceerd voor het aantal verplaatsingen naar afstandsklasse:

	wonen	werk	zakelijk	persverv	winkel	onderwijs	visite	overig	alle
0-1 km	183609	26405	22309	33620	100802	13350	11607	83828	475530
1-2 km	82263	18168	6655	21281	38246	9501	6257	33320	215692
2-3 km	99065	25490	7310	17014	39928	14795	12900	41951	258453
3-4 km	66636	19796	4402	16829	20053	12076	6727	23949	170468
4-5 km	56545	17693	5983	4954	11368	8643	6142	16404	127732
5-7,5 km	81639	31141	8731	10864	25776	14183	8657	35035	216027
7,5-10 km	43333	26161	5249	4250	10765	5513	3429	12374	111074
10-15 km	61865	32998	5551	3180	9371	8099	4397	11800	137260
15-25 km	44054	33120	6995	1922	3701	1959	3959	13052	108761
25-50 km	34674	20358	7376	3925	834	3898	4710	7746	83520
50-100 km	17478	10411	6054	1044	1116	874	5881	3986	46844
100+ km	4090	2471	727	0	475	0	1810	1657	11231
Alles	775253	264212	87340	118884	262435	92889	76476	285103	
	1,00	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	

Tabel 5: aantal verplaatsingen in het MON na toepassing correctiefactoren voor afstand (tweemaal) en verplaatsingsmotief

Gebalanceerd is voor het aantal verplaatsingen naar afstandsklasse. Uit bovenstaande tabel valt af te leiden dat ook het aantal verplaatsingen per motief nog nauwelijks verschilt tussen het MON en Perovam. Daarom wordt niet nogmaals gebalanceerd voor verplaatsingsmotief.

De gebruikte correctiefactoren voor verplaatsingsmotief zijn te vinden in de onderste rij van Tabel 3. De correctiefactoren voor verplaatsingsafstand is berekend door de correctiefactor uit de eerste iteratie (Tabel 2) te vermenigvuldigen met de correctiefactor uit de derde iteratie (Tabel 4). hieronder is het resultaat gepresenteerd.

Afstandsbin	C_{afstand}	Motief	C_{motief}
0-1 km	1,14	wonen	0,95
1-2 km	1,20	werken	0,86
2-3 km	1,37	zakelijk	1,56
3-4 km	1,01	persverv	1,56
4-5 km	1,06	winkelen	1,01
5-7,5 km	1,10	onderwijs	1,12
7,5-10 km	0,95	visite	0,82

10-15 km	0,96	overig	1,07
15-25 km	0,99		
25-50 km	0,95		
50-100 km	0,93		
100-200 km	0,84		

6. RITGENERATIE EN RITDISTRIBUTIE

6.1. RITGENERATIE

Voor de ritgeneratie dienen vier regressiemodellen te worden opgesteld:

- ritproductie verplaatsingen vanuit de woning
- ritattractie verplaatsingen vanuit de woning
- ritproductie niet-woninggerelateerde verplaatsingen
- ritattractie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

Met behulp van SPSS zijn op basis van stapsgewijze regressie modellen geschat om de ritgeneratie te schatten. De volgende paragrafen tonen de resultaten uit SPSS. Toelichting op het resultaat is te vinden in het hoofdverslag.

6.1.1. Ritproductie verplaatsingen vanuit de woning

De volgende variabelen zijn opgenomen in het model:

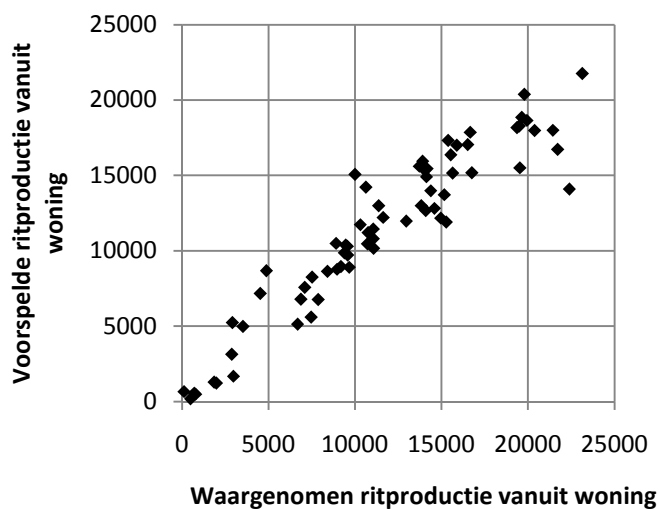
Coefficients^{a,b}

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
inwoners_boven_11jaar	1,361	,050	1,097	27,357	,000
NWA	-,339	,106	-,128	-3,181	,002

De volgende variabelen zijn niet opgenomen in het model, aangezien het toevoegen van deze variabelen het model niet significant verbetert.

Excluded Variables^{c,d}

Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
					Tolerance
aantal_65plussers	-,015 ^b	-,321	,750	-,042	,196
eenpersoonsHH	,001 ^b	,013	,990	,002	,051
aantal_workers	,022 ^b	,119	,906	,016	,011
huishoudens	,034 ^b	,151	,881	,020	,008
bevolkingsdichtheid	,036 ^b	,922	,360	,121	,262
OAD	-,026 ^b	-,513	,610	-,068	,154
huishoudgrootte	-,049 ^b	-,841	,404	-,111	,117
inkomenZONE	-,194 ^b	-1,246	,218	-,163	,016
mvtZONE	-,036 ^b	-,357	,722	-,047	,040



(per postcodegebied)

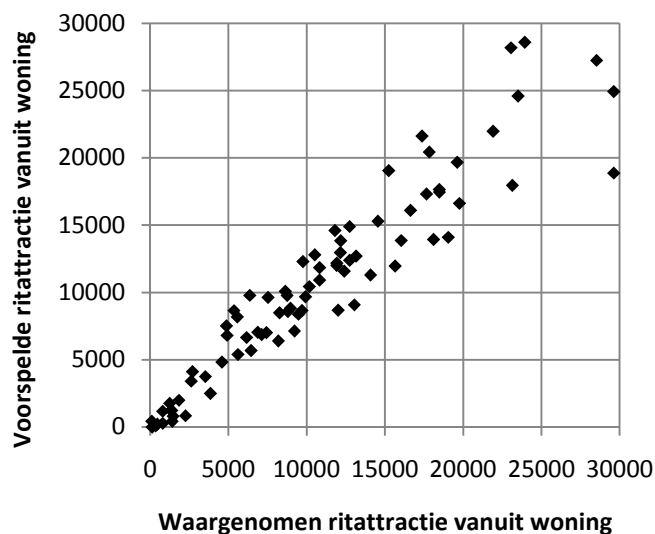
6.1.2. Ritattractie verplaatsingen vanuit de woning

De volgende variabelen zijn opgenomen in het model:

Coefficients ^{a,b}					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
jobs	,863	,057	,419	15,157	,000
jobs_detailhandel	9,376	,583	,413	16,086	,000
inwoners	,291	,033	,196	8,721	,000
leerlingplaatsen	,454	,096	,116	4,712	,000

De volgende variabelen zijn niet opgenomen in het model, aangezien het toevoegen van deze variabelen het model niet significant verbetert.

Excluded variables					
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
					Tolerance
bevolkingsdichtheid	-,045 ^d	-1,395	,167	-,158	,278
OAD	-,051 ^d	-1,406	,164	-,159	,219
parkeertarief	-,003 ^d	-,091	,928	-,010	,343



Voor de meeste pc4-gebieden in Amsterdam wordt de ritattractie goed voorspeld. In bovenstaande grafiek is niet het punt van postcodegebied 1012 (in het centrum, rondom centraal station) opgenomen. Hier is de waargenomen ritattractie 85.466 en de voorspelde ritattractie 83.554. Wanneer dit pc4-gebied ook in de grafiek zou zijn opgenomen, dan is veel minder duidelijk in hoeverre de voorspelde ritattractie overeenkomt met de waargenomen ritattractie van alle andere postcodegebieden.

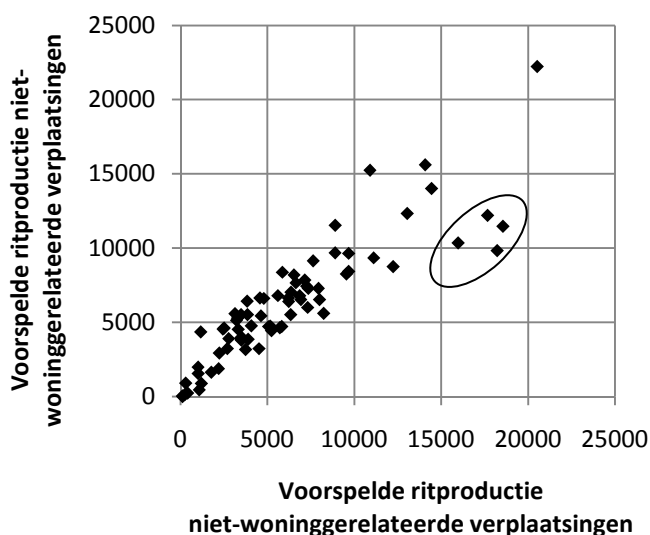
6.1.3. Ritproductie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

De volgende variabelen zijn opgenomen in het model:

Coefficients ^{a,b}					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
jobs_detailhandel	6,370	,457	,515	13,939	,000
jobs	,410	,045	,365	9,070	,000
inwoners	,191	,026	,236	7,331	,000

De volgende variabelen zijn niet opgenomen in het model, aangezien het toevoegen van deze variabelen het model niet significant verbetert.

Excluded Variables ^{d,e}					
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
					Tolerance
bevolkingsdichtheid	-,015 ^c	-,305	,761	-,035	,279
OAD	-,005 ^c	-,087	,931	-,010	,223
parkeertarief	,030 ^c	,701	,485	,080	,352
leerlingplaatsen	,036 ^c	,959	,341	,109	,473



In bovenstaande grafiek is wederom niet het punt van postcodegebied 1012 meegenomen. (voorspelde ritproductie 46.640, waargenomen ritproductie 45.753)

De grafiek toont aan dat het model voor een viertal postcodegebieden (omcirkeld) duidelijk de ritproductie onderschat. Het opnemen van variabelen die niet in het model zijn opgenomen (bevolkingsdichtheid, OAD, parkeertarief en aantal leerlingplaatsen) zorgt er niet voor dat de voorspelling voor deze postcodegebieden significant verbetert. Er is niet verder onderzocht hoe deze onderschatting te verklaren is, maar wel wordt geconcludeerd dat het opgestelde regressiemodel waarschijnlijk verbeterd kan worden, door het opnemen van variabelen die in deze analyse niet zijn meegenomen.

6.1.4. Ritattractie niet-woninggerelateerde verplaatsingen

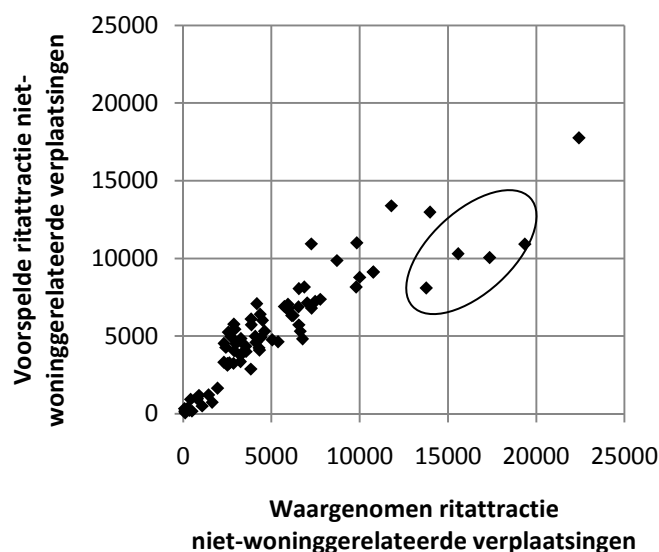
De volgende variabelen zijn opgenomen in het model:

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
jobs_detailhandel	5,913	,461	,540	12,840	,000
inwoners	,247	,026	,344	9,390	,000
jobs	,237	,045	,238	5,204	,000

De volgende variabelen zijn niet opgenomen in het model, aangezien het toevoegen van deze variabelen het model niet significant verbetert.

Excluded Variables^{d,e}

Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
					Tolerance
bevolkingsdichtheid	,060 ^c	1,087	,280	,123	,279
OAD	,059 ^c	,961	,340	,109	,223
parkeertarief	,073 ^c	1,497	,139	,168	,352
leerlingplaatsen	-,037 ^c	-,888	,377	-,101	,473



De voorspelde ritattractie van het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen van postcode 1012 is 39.815 en de waargenomen ritattractie is 36.819.

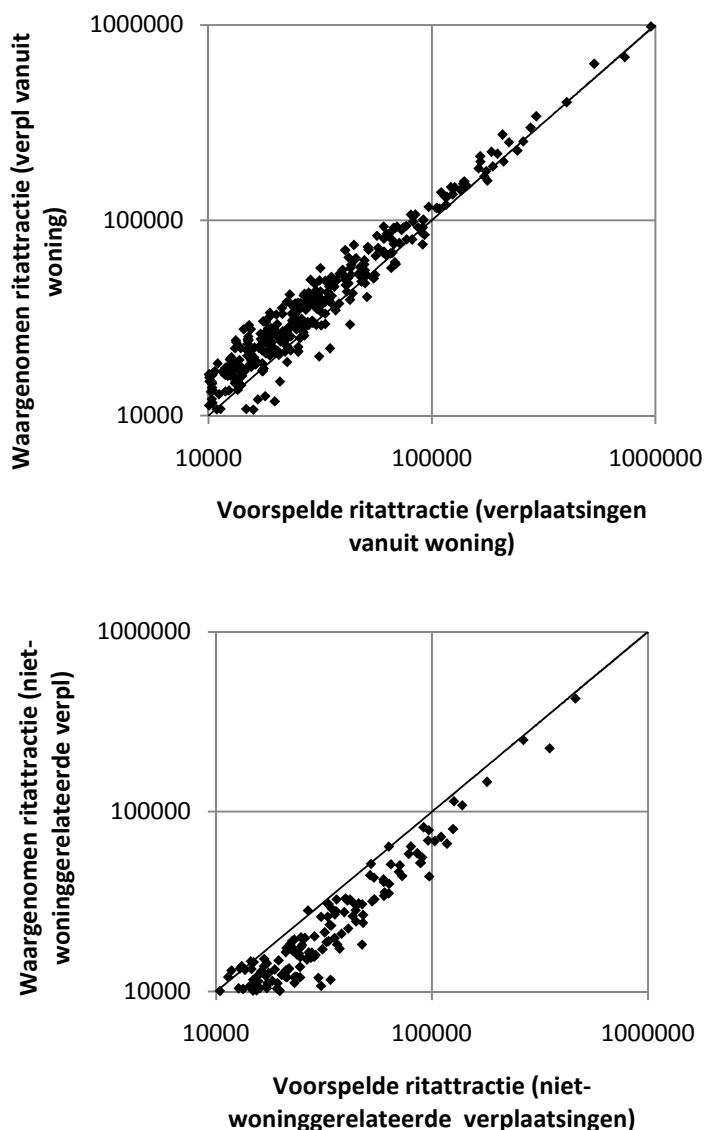
Bovenstaande grafiek laat zien dat ook de ritattractie van het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt onderschat voor een (hetzelfde) viertal zones.

6.1.5. Validatie ritgeneratiemodellen

De validatie van de ritproductie is reeds in de hoofdrapportage behandeld. Hieronder wordt het resultaat van de validatie van de ritattractiemodellen gepresenteerd.

Validatie ritattractie

Hetzelfde beeld als bij de ritproductiemodellen wordt gevonden: de ritattractie van woninggerelateerde verplaatsingen wordt onderschat en de ritattractie van niet-woninggerelateerde verplaatsingen wordt overschat.



Gecorrigeerd wordt voor de systematische verschillen tussen het MON en Perovam, net als voor de ritproductie: de ritattractie woninggerelateerde verplaatsingen wordt vermenigvuldigd met 0,96 en de ritattractie van niet woninggerelateerde verplaatsingen wordt weer vermenigvuldigd met 1,16.

Ook voor de ritattractiemodellen geldt ook na het corrigeren voor systematische verschillen tussen MON en Perovam, sprake blijkt van een onderschatting van het aantal woninggerelateerde verplaatsingen (-10%) en een overschatting (28%) van het aantal niet-woninggerelateerde verplaatsingen. De vergelijkingen voor het bepalen van de ritattractie van woninggerelateerde verplaatsingen en niet-woninggerelateerde verplaatsingen worden daarom vermenigvuldigd met respectievelijk $\frac{1}{0,90} = 1,11$ en $\frac{1}{1,28} = 0,78$ om de voorspelling van de ritattractie voor andere steden te verbeteren.

7. DETERMINANTEN MODAL SPLIT

7.1. DETERMINANTEN MODAL SPLIT

De determinanten die van invloed zijn op de modal split kunnen op diverse manieren worden gecategoriseerd. In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen de vraagzijde (persoonskenmerken en verplaatsingskenmerken), de aanbodzijde (de kenmerken van de vervoerswijzen) en de ruimtelijke karakteristieken van de herkomst- en bestemmingszone.

Een opmerking die vooraf gemaakt moet worden is dat de determinanten die van invloed zijn op de modal split niet uitgebreid toegelicht zullen worden in dit hoofdstuk. De doelstelling van het onderzoek is immers om in een later stadium op inductieve wijze te werk te gaan en door middel van empirisch onderzoek de kwantitatieve verbanden te leggen. Op dit moment is het dus met name van belang om kwalitatieve relaties in kaart te brengen.

7.1.1. Determinanten vraagzijde

In deze paragraaf worden eerst de relevante persoonskarakteristieken benoemd. Daarna wordt ingegaan op de verplaatsingskenmerken die invloed hebben op de modal split.

Kenmerken van de reiziger

Er bestaat een groot aantal persoonskenmerken welke invloed hebben op de vervoerswijzekeuze van individuen, waarvan er overigens een aantal (sterk) gecorreleerd zijn.

- Vervoermiddelbezit: autobezit heeft een grote invloed op de vervoerswijzekeuze van individuen. Personen die een auto bezitten maken vaker ritten met de auto dan personen zonder auto. (van Acker & Witlox, 2010) Fietsbezit heeft volgens Cervero (2002) juist een reductie van het autogebruik tot gevolg. Een hoger fietsgebruik ligt ook voor de hand. Er is echter weinig onderzoek bekend over het effect van fietsbezit op de modal split. (Klok, 2010) Gerelateerd aan het autobezit is het rijbewijsbezit. Net als autobezit heeft het rijbewijsbezit een invloed op het autogebruik, aangezien personen zonder rijbewijs zelf geen voertuig mogen besturen.
- Inkomen: inkomen beïnvloedt op verschillende wijzen de vervoerswijzekeuze van individuen. Ten eerste is inkomen gecorreleerd met autobezit: personen die meer verdienen bezitten vaker een auto dan personen uit de lagere inkomenscategorieën. (van Acker & Witlox, 2010) Ten tweede is er een verband tussen het inkomen en de reistijdwaardering. Personen met een hoger inkomen hebben over het algemeen een hogere reistijdwaardering dan personen met een lager inkomen. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1991) Het gevolg is dus dat reistijd in vergelijking met de reiskosten relatief een belangrijkere rol speelt naarmate het inkomen stijgt. Daarnaast maken mensen uit hoge inkomenscategorieën vaker langere ritten. (AVV, 2003) Verderop in dit hoofdstuk wordt aangetoond dat het aandeel OV stijgt naarmate de ritafstand groter wordt.
- Leeftijd: leeftijd heeft ook een sterke invloed op het reisgedrag van individuen. Pas vanaf 18 jaar kan men in Nederland een rijbewijs verkrijgen, dus tot die leeftijd kan enkel als passagier van de auto gebruik worden gemaakt. Het autogebruik van personen tot 18 jaar zal daarom relatief laag zijn. Verder geldt dat personen die studeren aan het hoger onderwijs recht hebben op een OV-studentenkaart, waarmee gedurende een gedeelte van de week gratis met het OV kan worden gereisd. Als gevolg hiervan is het OV-gebruik onder personen uit de leeftijdscategorie 18-25 jaar groter. (Fietsverkeer (7), 2003) Verder daalt het autobezit bij personen boven de 65 jaar, wat minder autoritten tot gevolg heeft. (Klok, 2010) Verder is ook het fietsgebruik onder 65+ers lager. (van Loon & Broer, 2006) Tenslotte moet worden opgemerkt dat het reisgedrag van ouderen in de toekomst verandert.
- Opleidingsniveau: het opleidingsniveau is sterk gecorreleerd met het inkomen. (Van Acker & Witlox, 2010) In deze paragraaf is reeds aangegeven wat de relatie tussen inkomen en modal split is.

- Geslacht: vrouwen maken vaker gebruik van het openbaar vervoer dan mannen. (Van Acker & Witlox, 2010)
- Huishoudtype: wanneer het aantal personen in een huishouden toeneemt zal het autobezit per huishouden toenemen. (Van Acker & Witlox, 2010) Daarnaast wordt in tweeverdiener huishoudens vaker gebruik gemaakt van de auto. (Klok, 2010)
- Etniciteit: allochtonen maken aanzienlijk minder gebruik van de fiets dan autochtonen. Daarentegen is het OV-gebruik onder allochtonen juist hoger dan onder autochtonen. (Jorritsma & Harms, 2006)
- Huizenbezit: personen die in een koophuis wonen hebben gemiddeld een hoger inkomen dan personen die in een huurhuis wonen. Daarnaast bevinden huurhuizen zich vaker in dichterbevolkte gebieden met minder parkeergelegenheden. Deze factoren hebben een positief effect op het OV-gebruik en een negatief effect op het autogebruik. (Kuby, Barranda & Upchurch, 2004)
- Persoonlijke voorkeuren: er zijn tenslotte nog tal van persoonlijke voorkeuren die meespelen bij het kiezen van een bepaalde vervoerswijze. Een aantal voorbeelden zijn: stress, plezier, gevoel van veiligheid, autonomie en status, die het gebruik van de verschillende vervoerswijzen met zich meebrengen. (Klok, 2010) Deze factoren zijn zeer moeilijk te kwantificeren en bovendien is er geen bruikbare data over beschikbaar.

7.1.2. Kenmerken van de verplaatsing

Ritmotief

Het ritmotief beïnvloedt de vervoerswijzekeuze in diverse opzichten, al dan niet in indirecte zin. Woon-werkritten worden relatief vaak gedurende het spitsuur gemaakt. Tijdens deze periode is er de meeste congestie op het wegennet en zijn de OV-frequenties doorgaans het grootst. Hierdoor is het relatief aantrekkelijker om gebruik te maken van het OV in plaats van de auto. Ook de reistijdwaardering wordt beïnvloed door het ritmotief. De reistijdwaardering voor zakelijke ritten is over het algemeen groter dan voor recreatieve of woon-werkritten. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1991) Aangezien de reistijd per auto vaak kleiner is dan de reistijd per OV, zal voor zakelijke ritten relatief vaak voor de auto worden gekozen. Daarnaast worden ritten met het motief onderwijs volgen relatief vaak met de fiets afgelegd, omdat een groot deel van deze groep onder de 18 is en/of geen auto bezit.

Tijdstip

Het OV aanbod varieert gedurende de dag. Tijdens de spits is het aanbod meestal groter, tijdens de avonduren is het aanbod lager en 's nachts is er op veel plaatsen geen OV aanbod. Deze variatie in aanbod heeft effect op de aantrekkelijkheid van het OV en dus effect op de modal split. Verder is het gebruik van de fiets tijdens de (late) avond en nacht in sommige gevallen minder aantrekkelijk vanuit het perspectief van sociale veiligheid. Voor de auto geldt dat de reistijden gedurende de spitsperiodes groter kunnen zijn, vanwege congestie, wat een negatief effect heeft op de aantrekkelijkheid van de auto tijdens de spits.

Ritafstand

Naarmate de afstand groter wordt stijgt het aandeel van het OV in verhouding tot het aandeel van de auto. Reden hiervoor is onder andere de relatief beter reistijdverhouding tussen OV en auto op langere afstand. (AVV, 2003) Wat betreft de fiets geldt dat deze op de langere afstanden geen realistisch alternatief is.

7.1.3. Determinanten aanbodzijde

Deze paragraaf beschrijft welke factoren aan de aanbodzijde hebben volgens de literatuur invloed hebben op de modal split. De factoren zijn onderverdeeld in een viertal categorieën: reistijd, reiskosten, parkeerbeleid en kwalitatieve factoren. Per categorie kunnen weer diverse subfactoren worden onderscheiden.

Reistijd

De reistijd wordt beschouwd als een van de belangrijkste determinanten aan de aanbodzijde die de modal split beïnvloedt. De reistijd bestaat uit een aantal verschillende componenten: het

voortransport, eventuele wachttijd bij een OV-halte, de rijtijd, eventuele overstaptijd en het natransport. Indien de parkeervoorzieningen voor auto's en fietsen dichtbij de herkomst en bestemming liggen dan geldt voor deze vervoersmodaliteiten dat de rijtijd veruit de grootste component is. Voor het openbaar vervoer ligt dit anders. Herkomst- en bestemmingslocatie liggen meestal op enige afstand van OV-haltes. Bovendien moet de OV-gebruiker een bepaalde tijd wachten op de halte en is de OV-gebruiker mogelijk tijd kwijt aan overstappen. Verder moet worden opgemerkt dat de perceptie van reistijd verschilt van de werkelijk gerealiseerde reistijd. Zo weegt één minuut wachten bij een OV-halte bijvoorbeeld zwaarder dan één minuut rijtijd. Ook de perceptie van reistijd kan invloed hebben op de vervoerswijzekeuze. (Vleugels et al., 2007)

Behalve de reistijd speelt ook de reistijdbetrouwbaarheid een rol. De reistijdbetrouwbaarheid voor autoverkeer wordt bijvoorbeeld beïnvloed door de kans op congestie. Voor het OV geldt dat factoren als de punctualiteit, frequentie en het aantal overstaps invloed hebben op de reistijdbetrouwbaarheid. Een hogere reistijdbetrouwbaarheid kan een iets langere reistijd compenseren. (Vleugels et al., 2007)

Reiskosten

Naast de reistijd hebben de reiskosten een grote invloed op de modal split. Hoe hoger de reiskosten, hoe minder aantrekkelijk het alternatief. Bij de reiskosten voor de auto geldt dat diverse kostenposten kunnen worden onderscheiden. Ten eerste de variabele reiskosten: de brandstofkosten en eventuele beprijzingsmaatregelen zoals tol, kilometerheffing of spitsheffing. (Vleugels et al., 2007) De eventuele parkeerkosten worden onder het volgende kopje genoemd, maar zijn in principe ook reiskosten. Ten tweede bestaan er vaste kosten voor autogebruik, zoals afschrijving van de aankoopkosten of belastingen. Deze vaste kosten spelen bij de vervoerswijzekeuze op korte termijn geen rol, aangezien deze niet veranderen wanneer een extra rit wordt gemaakt.

In het geval van openbaar vervoer ligt de situatie wat complexer wat betreft reiskosten. Zo is het mogelijk om losse ritten te betalen, maar er kan ook worden gekozen voor een abonnementsvorm. Daarnaast bestaat er voor studenten een OV-studentenkaart, waarmee gedurende weekdays of tijdens het weekend gratis gereisd kan worden. Het bezit van dergelijke abonnementen beïnvloedt het keuzegedrag. Tenslotte geldt voor fietsgebruik dat de reiskosten nihil zijn: hooguit kost het stallen van de fiets een klein bedrag en is men per afgelegde kilometer een heel klein bedrag kwijt aan onderhoud.

Parkeerbeleid

Met betrekking het parkeerbeleid geldt dat een aantal variabelen van invloed zijn op de modal split: de parkeertarieven, de parkeercapaciteit en de afstand van de parkeerlocatie tot de herkomst- of bestemmingslocatie. (Tsamboulas, 2001; Ortúzar & Willumsen, 2001) Dit laatste heeft uiteindelijk effect op de reistijd. Volgens Higgins (1992) is de hoogte van de parkeertarieven de belangrijkste factor op dit gebied die de vervoerswijzekeuze beïnvloedt. Bij parkeerbeleid dient niet alleen te worden gekeken naar de bestemmingszijde, ook parkeerbeleid bij de woning kan invloed hebben op de vervoerswijzekeuze.

Kwalitatieve factoren

Naast bovengenoemde factoren hebben ook nog kwalitatieve factoren van de verschillende vervoerswijzen een invloed op de modal split. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het comfort, de informatievoorziening of de veiligheid. Deze factoren zijn echter moeilijk te kwantificeren en daarom is het waarschijnlijk niet praktisch om deze factoren op te nemen in een quickscanmodel voor het bepalen van de modal split.

7.1.4. Ruimtelijke determinanten

Bevolkingsdichtheid

De bevolkingsdichtheid heeft invloed op de kwaliteit en dichtheid van het OV-netwerk. In dunbevolkte gebieden ontbreekt vaak een efficiënt OV-netwerk. De vraag is immers te klein om een exploitabel OV-netwerk op te zetten. Dit betekent dat de OV-bereikbaarheid in dunbevolkte gebieden over het algemeen laag is, wat vervolgens een relatief laag OV-aandeel in de modal split

tot gevolg heeft. In dichtbevolkte gebieden, zoals in de grote steden, geldt juist dat het mogelijk is om een uitgebreid en efficiënt OV-netwerk exploitabel op te zetten. Dit heeft een positief invloed op het aandeel OV in de modal split. (Schwanen, Dijst & Dieleman, 2004)

Ruimtelijke dichtheid

Hiervoor geldt ook dat gebieden met een grotere dichtheid van arbeidsplaatsen, winkels en recreatiegelegenheden over het algemeen beter bereikbaar zijn met het OV. Volgens Maat en Timmermans (2009) heeft de dichtheid van arbeidsplaatsen een aanzienlijke invloed op de modal split voor woon-werkverkeer.

Bereikbaarheid

Met de bereikbaarheid van een bepaalde vervoersmodaliteit wordt bedoeld de mogelijkheden om bepaalde activiteiten of plaatsen te bereiken met deze modaliteit. Een betere relatieve bereikbaarheid (ten opzichte van andere vervoerswijzen) is gecorreleerd met het aandeel van deze modaliteit in de modal split. Deze determinant hangt overigens deels samen met de reistijd van de verschillende vervoerswijzen. (zie paragraaf 7.1.3)

Ruimtelijke diversiteit

Met ruimtelijke diversiteit wordt bedoeld in welke mate verschillende activiteiten, zoals wonen, werken en recreëren in hetzelfde gebied plaatsvinden. Een grotere ruimtelijke diversiteit betekent dat de ritafstanden gemiddeld korter worden, omdat men verschillende activiteiten kan ondernemen dichtbij de woning. Kortere ritafstanden hebben vervolgens een hoger fietsgebruik tot gevolg. (Schwanen, Dijst & Dieleman, 2004)

Ruimtelijke inrichting

De inrichting van wijken heeft ook invloed op de modal split. Wanneer parkeerplaatsen bijvoorbeeld relatief ver van woningen of winkels gelegen zijn, dan heeft dit een negatief (verminderend) effect op het autogebruik. Een andere factor is de verspreiding van woningen in een wijk. Wanneer woningen in een wijk ruimtelijk erg geconcentreerd zijn is het makkelijker om OV-haltes dichtbij een grote hoeveelheid woningen te plaatsen, dan wanneer woningen erg verspreid liggen. (Klok, 2010)

Geconcludeerd kan worden dat er een groot aantal determinanten is dat volgens de literatuur van invloed is op de modal split. Een selectie uit deze determinanten moet worden gemaakt. Ten eerste omdat de invloed van een aantal van deze variabelen zeer beperkt is, waardoor het voor een quickscan-model geen meerwaarde heeft om deze variabelen in het model op te nemen. Ten tweede omdat diverse determinanten sterke correlaties vertonen. En ten derde omdat niet voor elke determinant data beschikbaar is om een op empirische data gebaseerd model te ontwerpen. Op basis van de twee laatstgenoemde punten kan reeds een eerste selectie worden gemaakt van potentieel interessante variabelen voor het model. Data-analyse zal vervolgens leiden tot een verdere selectie van modelvariabelen.

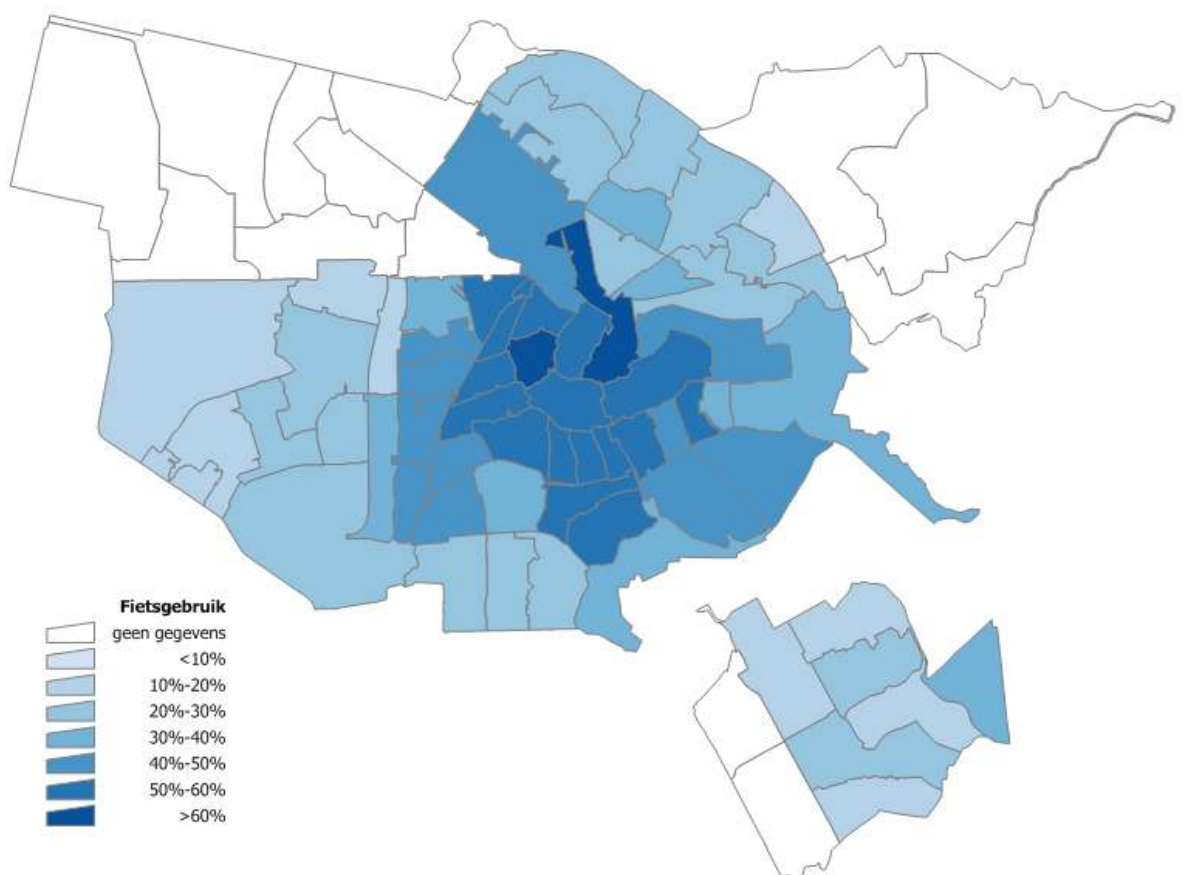
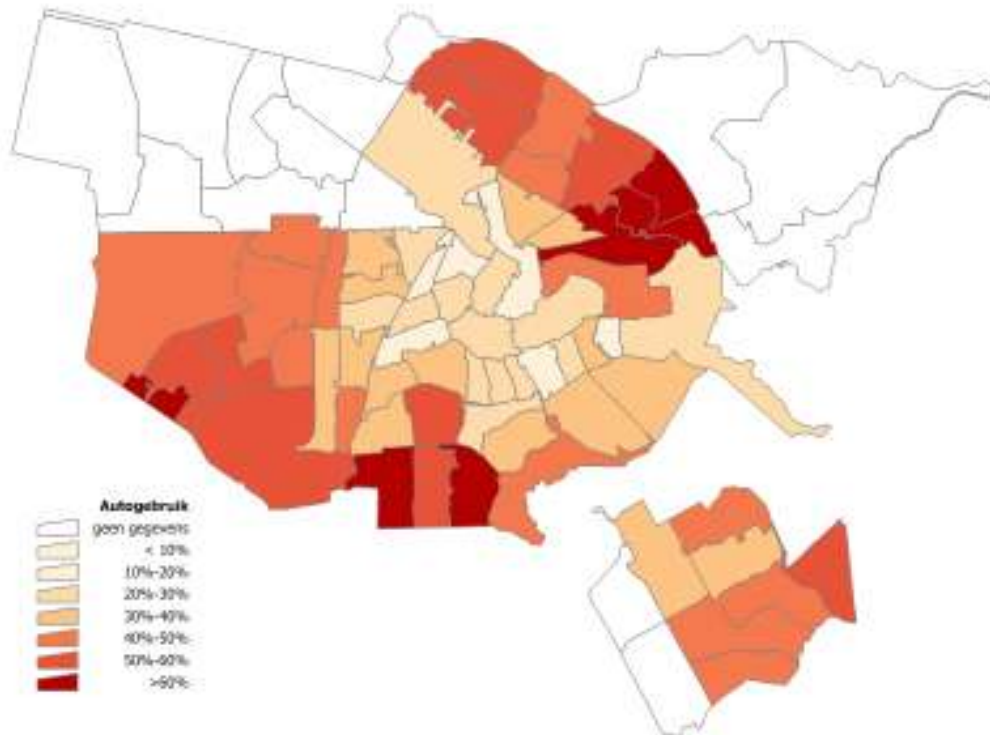
7.2. VISUALISATIES

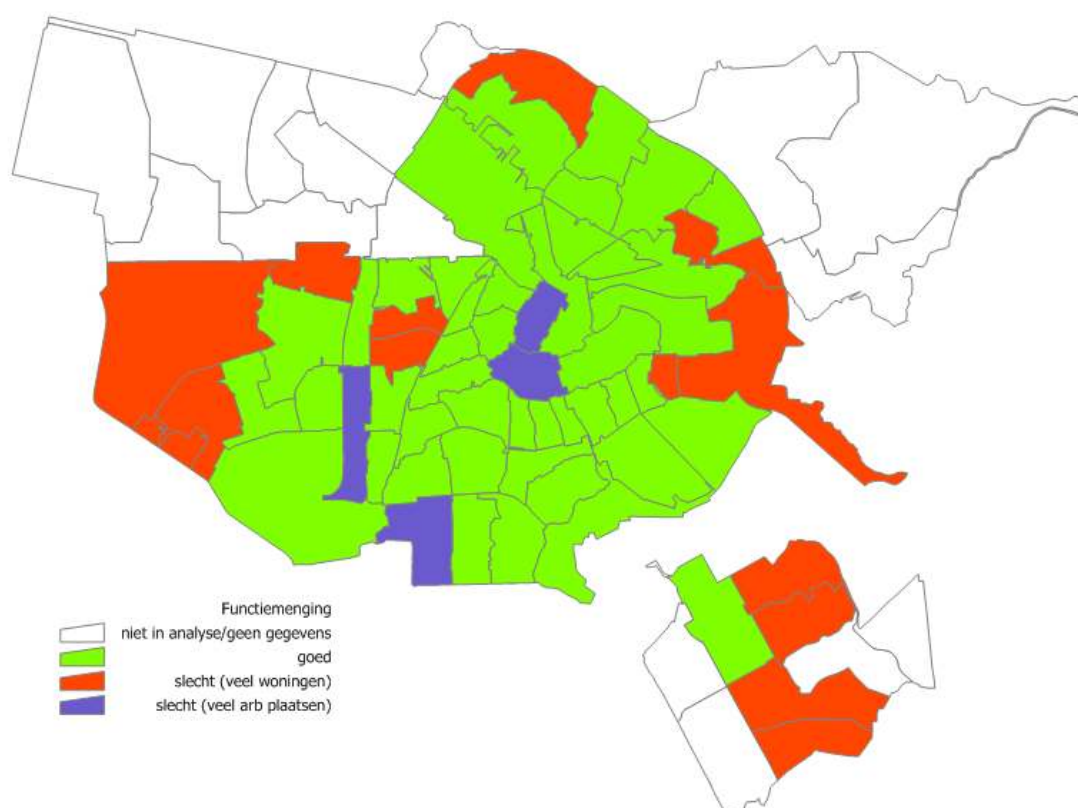
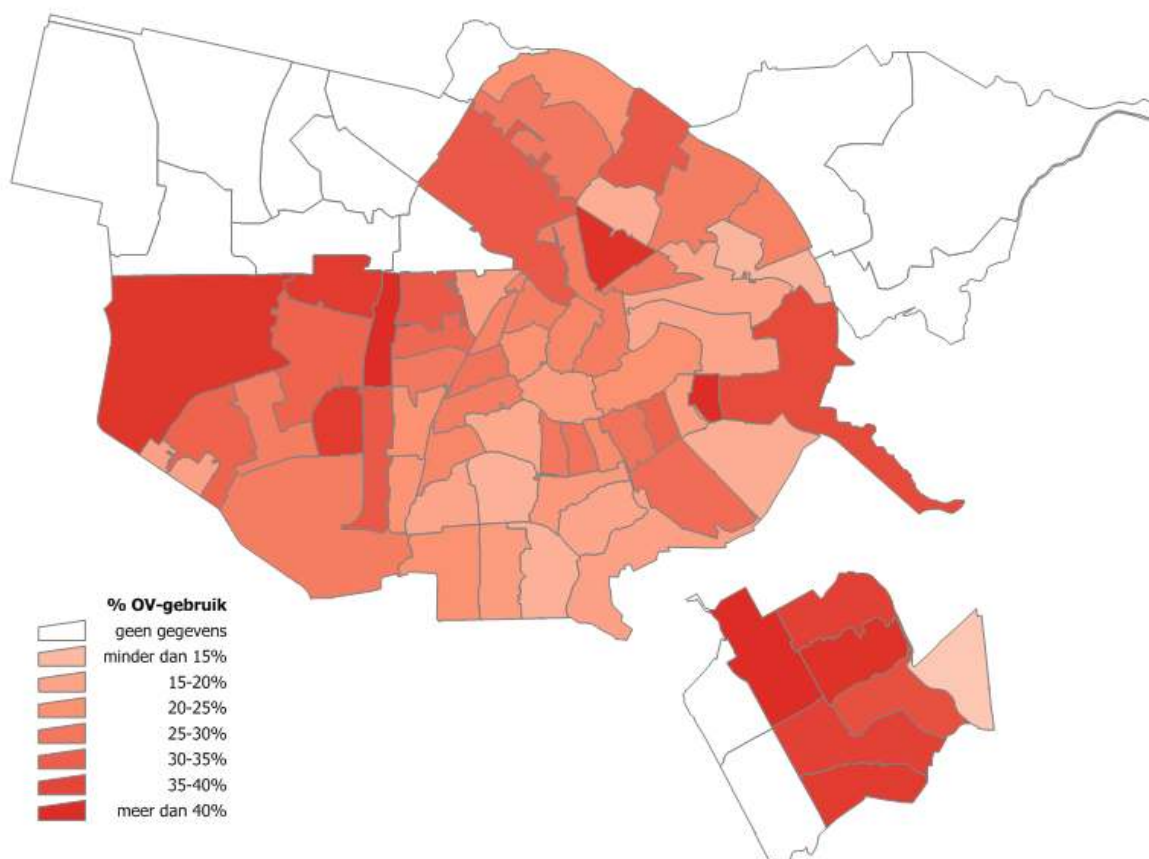
Fox (2008) heeft aangegeven dat visualisaties bijzonder nuttig zijn voor het analyseren van empirische gegevens en het zoeken naar (potentiële) relaties tussen variabelen. In deze paragraaf is de ruimtelijke spreiding van een aantal determinanten gepresenteerd. Enkel de figuren met determinanten waaraan wordt gerefereerd in het onderzoek, worden gepresenteerd.

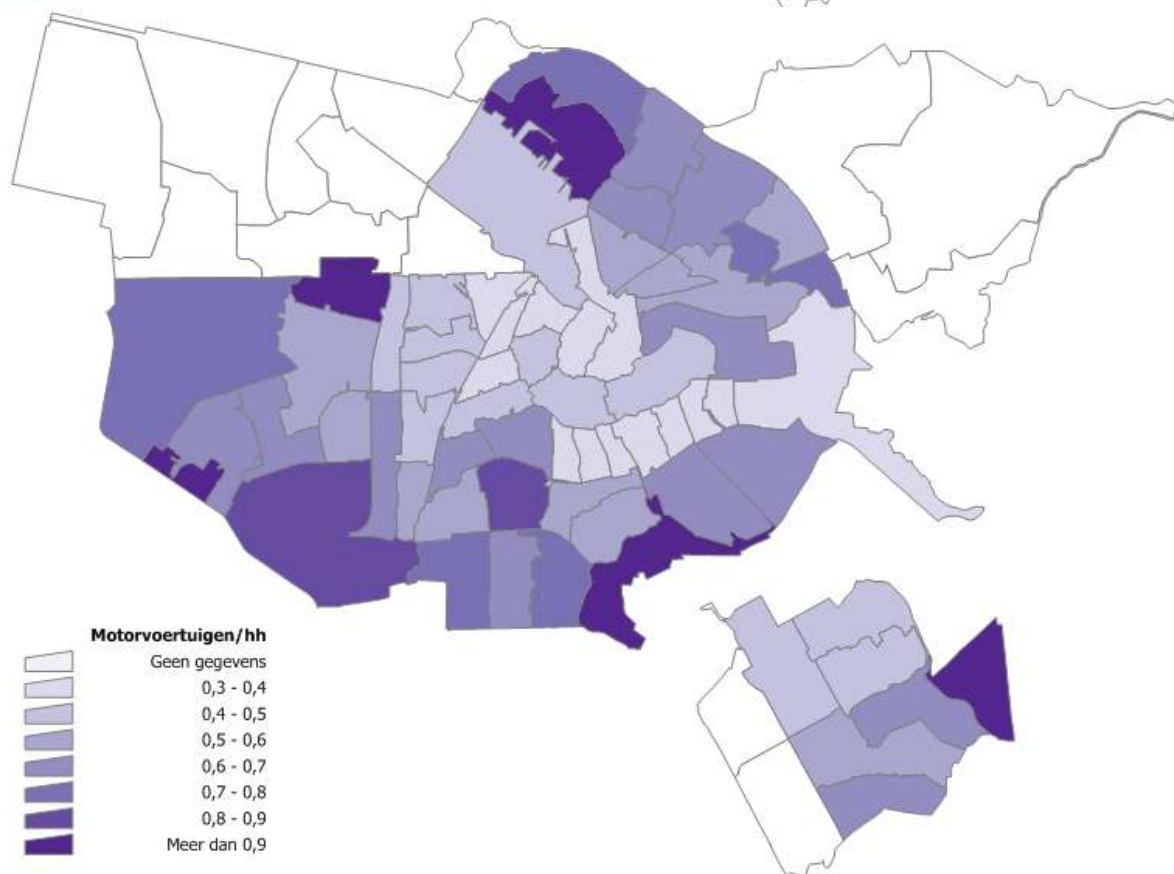
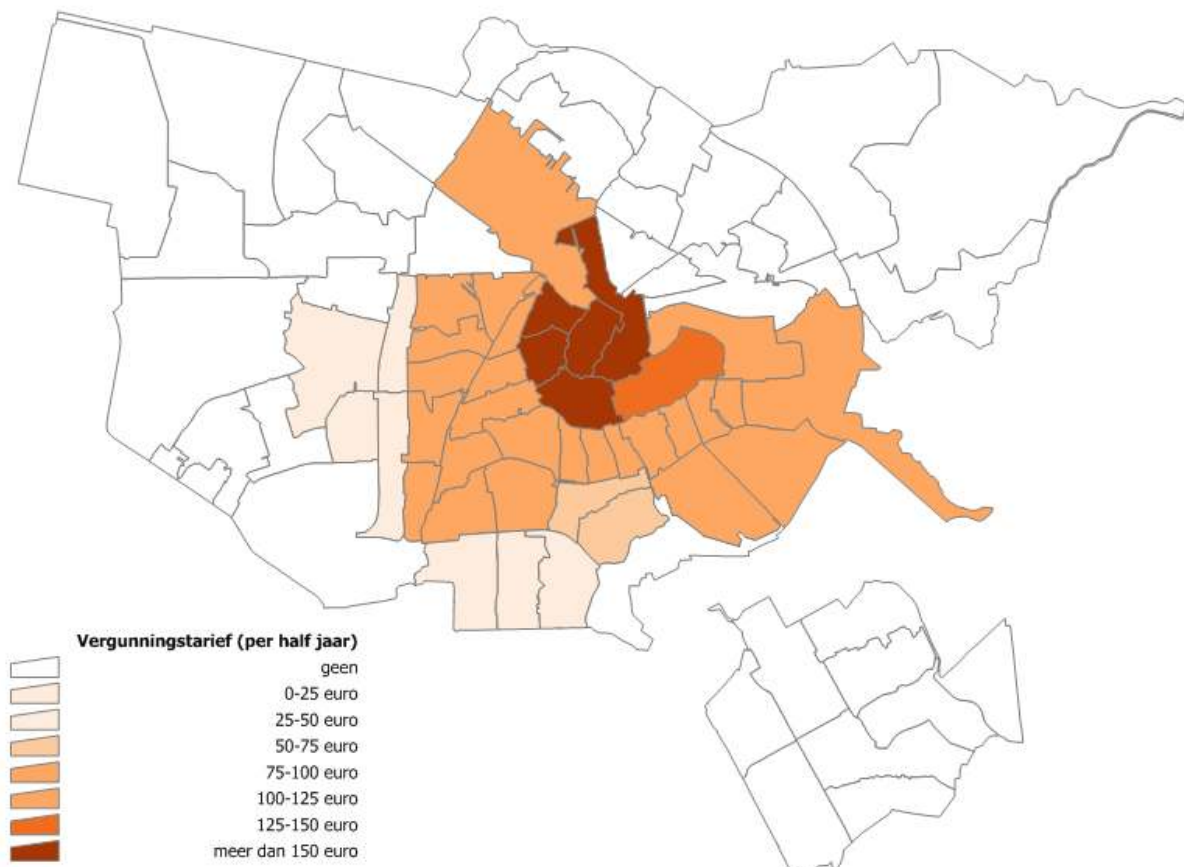
De determinanten per postcodegebied zijn ruimtelijk gevisualiseerd:

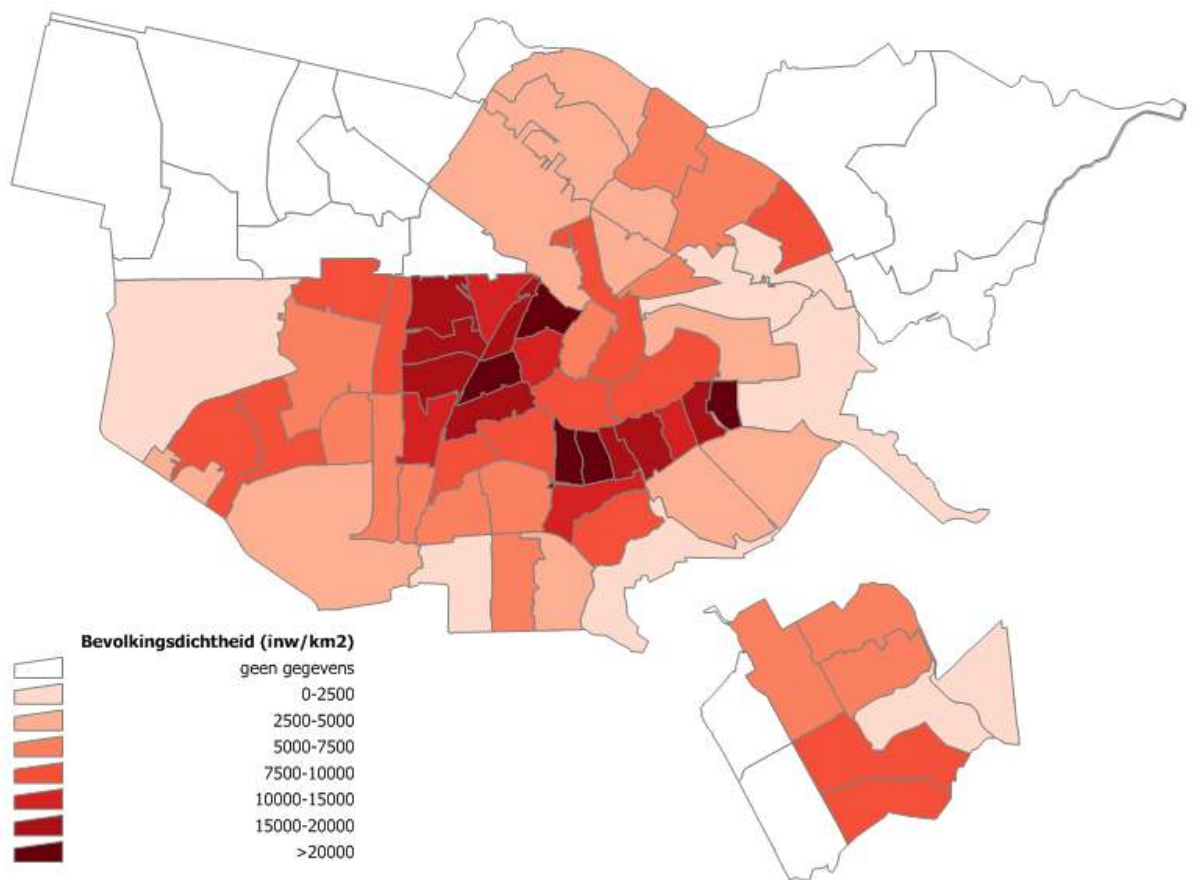
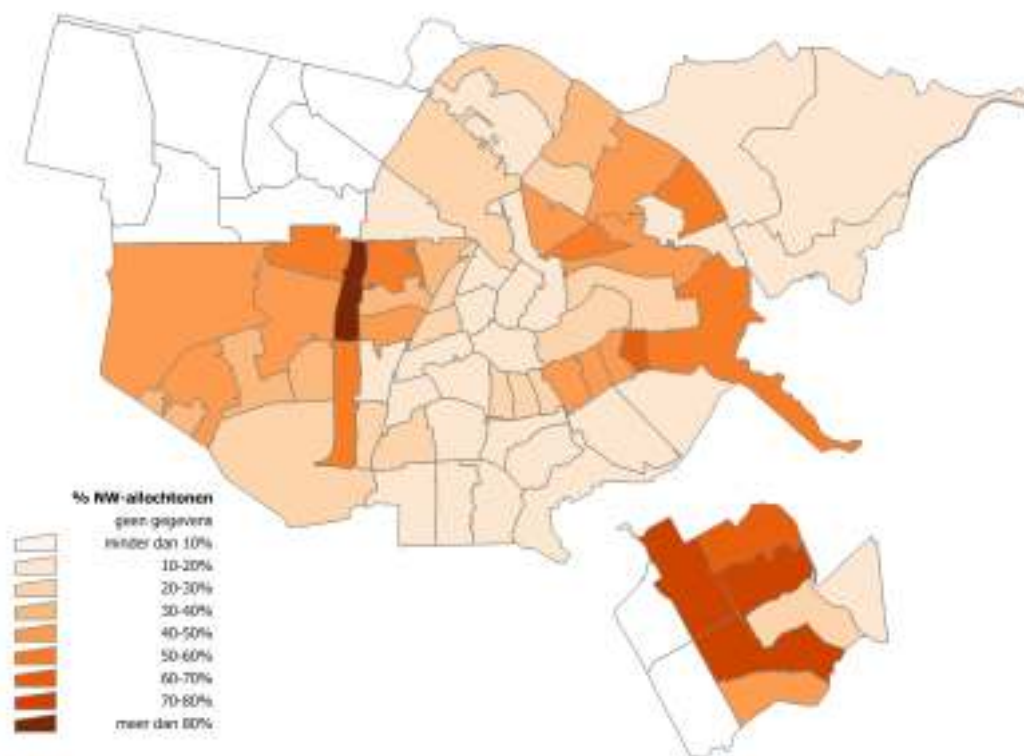
- het autogebruik vanuit deze zone
- het fietsgebruik vanuit deze zone
- het OV-gebruik vanuit deze zone
- de functiemenging
- het vergunningstarief
- het motorvoertuigenbezit

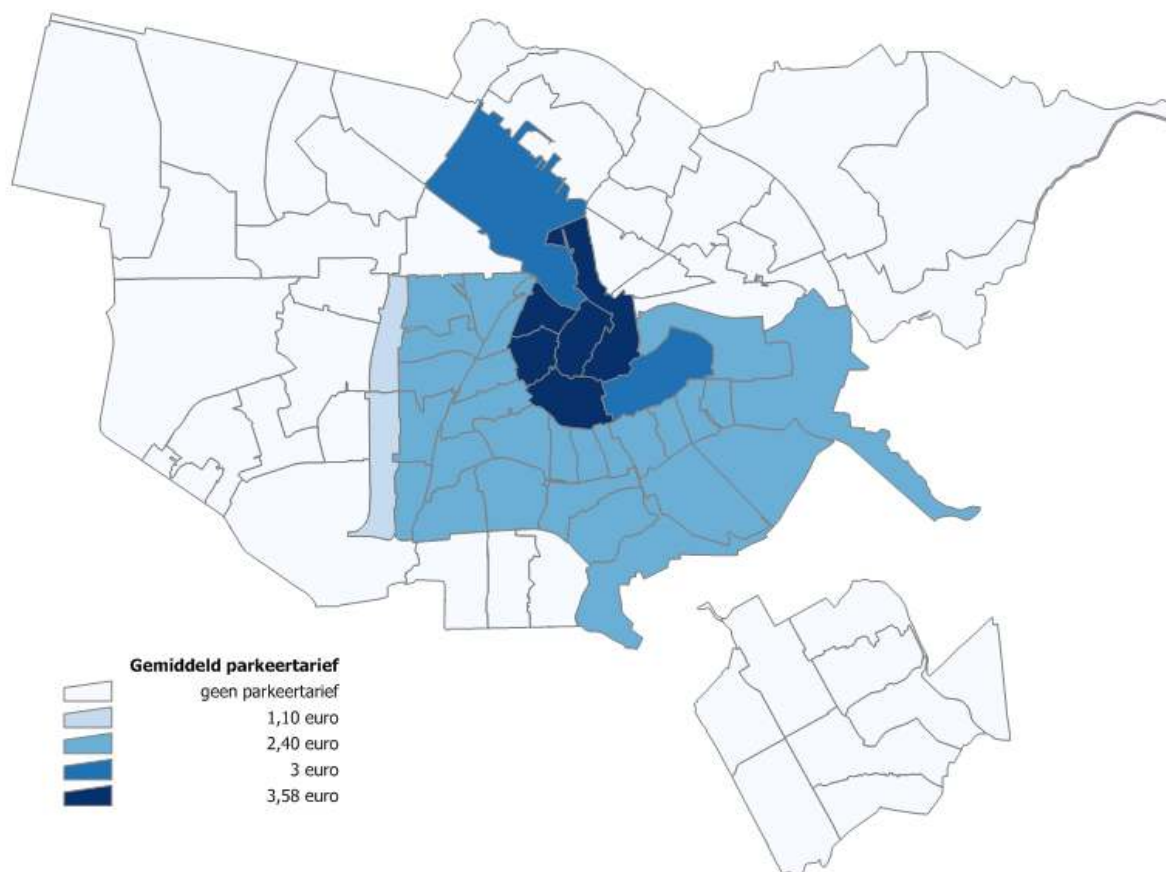
- het percentage niet westerse allochtonen
- de bevolkingsdichtheid
- het gemiddelde parkeertarief











8. MODAL SPLIT MODEL

8.2. LINEAIRE REGRESSIEMODELLEN

De resultaten van de regressieanalyse middels SPSS worden gepresenteerd in de volgende paragrafen.

8.2.1. Regressiemodel fietsgebruik

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,028	,056		18,334	,000
	allochtonen	-,406	,063	-,264	-6,491	,000
	parkeertarief	,052	,008	,283	6,390	,000
	Afstand	-,025	,004	-,285	-5,634	,000
	vf_fiets_ov	-,312	,057	-,297	-5,432	,000
	mvt_per_hh	-,476	,068	-,307	-6,979	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,926$

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,023	,047		21,679	,000
	allochtonen	-,381	,053	-,248	-7,220	,000
	parkeertarief	,053	,007	,293	7,841	,000
	vf_fiets_ov	-,262	,048	-,250	-5,470	,000
	mvt_per_hh	-,454	,058	-,293	-7,877	,000
	LN_Afstand	-,130	,016	-,355	-8,287	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,947$

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,879	,049		17,848	,000
	allochtonen	-,405	,052	-,263	-7,814	,000

parkeertarief	,054	,007	,299	7,997	,000
LN_Afstand	-,185	,011	-,506	-16,452	,000
Fiets_minus_OV_reistijd	-,007	,001	-,163	-5,464	,000
mvt per hh	-,472	,057	-,304	-8,242	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,947$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	,619	,031		19,791	,000
allochtonen	-,369	,053	-,240	-6,953	,000
parkeertarief	,053	,007	,294	7,695	,000
LN_Afstand	-,129	,016	-,354	-8,130	,000
vf_fiets_ov	-,267	,049	-,254	-5,480	,000
ln_mvt_hh	-,241	,032	-,288	-7,647	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,946$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	1,202	,060		19,892	,000
allochtonen	-,565	,061	-,367	-9,334	,000
parkeertarief	,054	,006	,299	8,692	,000
vf_fiets_ov	-,249	,045	-,237	-5,480	,000
LN_Afstand	-,136	,015	-,371	-9,192	,000
mvt per persoon	-1,275	,145	-,333	-8,798	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,953$

Excluded Variables^b

Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
					Tolerance
1 Inkomen	-,014 ^a	-,485	,629	-,061	,999
EenpHH	-,033 ^a	-,764	,448	-,096	,418
MeerpHH_ZK	-,025 ^a	-,857	,395	-,107	,925
MeerpHH_MK	,061 ^a	1,346	,183	,167	,381
OAD_herk	,008 ^a	,181	,857	,023	,449
Bevd_herk	-,016 ^a	-,506	,615	-,064	,750

Functiedicht_herk	,018 ^a	,494	,623	,062	,600
Perc1524jaar	,030 ^a	,971	,335	,121	,832
Perc_ouderen	-,050 ^a	-1,718	,091	-,212	,917
OAD_best	,027 ^a	,528	,599	,066	,308
Bevd_best	,015 ^a	,355	,724	,045	,433
Functied_best	-,025 ^a	-,879	,383	-,110	,998
In_OAD_herk	,005 ^a	,124	,902	,016	,465
In_OAD_best	,007 ^a	,172	,864	,022	,431
gem_hhgrootte	,040 ^a	,883	,380	,111	,375

8.2.2. Regressiemodel autogebruik

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
basis (Constant)	,213	,040		5,378	,000
Afstand	,002	,000	,271	6,285	,000
vf_ov_auto	,016	,012	,050	1,288	,201
mvt_per_hh	,462	,046	,434	9,981	,000
parkeertarief	-,103	,007	-,561	-14,062	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,856$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	,212	,033		6,445	,000
vf_ov_auto	-,002	,010	-,007	-,231	,818
LN_Afstand	,056	,006	,382	9,976	,000
mvt_per_hh	,381	,040	,358	9,417	,000
parkeertarief	-,094	,006	-,514	-15,211	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,904$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
-------	-----------------------------	---------------------------	---	------

		B	Std. Error	Beta		
2	(Constant)	,210	,032		6,550	,000
	vf_ov_auto	-,014	,010	-,045	-1,4416	,160
	mvt_per_hh	,377	,039	,354	9,604	,000
	parkeertarief	-,091	,006	-,496	-14,956	,000
	LN_Afstand_Max	,078	,007	,398	10,541	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,906$

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
3	(Constant)	,557	,029		19,530	,000
	parkeertarief	-,086	,006	-,470	-13,836	,000
	LN_Afstand_Max	,080	,007	,407	10,757	,000
	vf_ov_auto	-,014	,010	-,045	-1,392	,167
	ln_mvt_hh	,235	,025	,354	9,353	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,903$

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
5	(Constant)	,534	,024		21,945	,000
	ln_mvt_hh	,231	,024	,346	9,499	,000
	vf_ov_auto_oplopend	,120	,040	,104	2,997	,003
	parkeertarief	-,087	,006	-,472	-14,530	,000
	LN_Afstand_Max	,070	,007	,358	9,384	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,910$

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
6	(Constant)	,548	,024		22,648	,000
	LN_Afstand_Max	,050	,011	,255	4,630	,000

parkeertarief	-,088	,006	-,479	-14,972	,000
OV_minus_auto_reistijd	,003	,001	,185	3,380	,001
ln_mvt_hh	,225	,024	,338	9,300	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,906$

Excluded Variables ^c						
Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity
						Statistics
						Tolerance
5	allochtonen	-,039 ^a	-1,341	,183	-,134	,996
	Inkomen	,027 ^a	,826	,411	,083	,821
	EenpHH	,046 ^a	1,040	,301	,104	,446
	MeerpHH_ZK	,028 ^a	,741	,460	,075	,605
	MeerpHH_MK	-,066 ^a	-1,617	,109	-,161	,501
	OAD_herk	,021 ^a	,488	,626	,049	,469
	Bevd_herk	,016 ^a	,408	,685	,041	,582
	Functiedicht_herk	-,031 ^a	-1,046	,298	-,105	,991
	Perc1524jaar	-,072 ^a	-2,531	,013	-,248	1,000
	Perc_ouderen	,076 ^a	2,354	,021	,231	,782
	OAD_best	-,009 ^a	-,179	,858	-,018	,327
	Bevd_best	-,002 ^a	-,050	,960	-,005	,404
	Functied_best	-,025 ^a	-,862	,391	-,087	,989
	ln_OAD_herk	,016 ^a	,389	,698	,039	,521
	ln_OAD_best	-,019 ^a	-,449	,654	-,045	,477
	gem_hhgrootte	-,064 ^a	-1,485	,141	-,148	,453
	mvt_per_persoon	,039 ^a	1,016	,312	,102	,575

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
na	(Constant)	,360	,058		6,226
residu	ln_mvt_hh	,155	,033	,233	4,762
	vf_ov_auto_oplopend	,133	,038	,115	3,481
	parkeertarief	-,082	,006	-,445	-13,908
	LN_Afstand_Max	,079	,008	,404	10,377
	Perc_ouderen	,912	,277	,141	3,291

gecorrigeerde $R^2 = 0,918$

8.2.3. Regressiemodel OV-gebruik

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
basis	(Constant)	-,215	,036		-5,980
	parkeertarief	,031	,007	,240	4,543
	Afstand	-,004	,001	-,693	-6,100
	allochtonen	,473	,058	,429	8,089
	vf_fiets_ov	,234	,018	1,493	12,954
	vf_ov_auto	,058	,011	,265	5,159

gecorrigeerde $R^2 = 0,769$

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	-,052	,046		-1,136
	parkeertarief	,016	,009	,125	1,813
	Afstand	-,005	,001	-,883	-6,126
	vf_fiets_ov	,205	,045	1,308	4,535
	vf_ov_auto	,053	,021	,246	2,544
	LN_Afstand	,026	,026	,252	,976

gecorrigeerde $R^2 = 0,614$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
2 (Constant)	-,046	,044		-1,047	,298
parkeertarief	,018	,009	,137	2,001	,048
Afstand	-,004	,001	-,782	-4,992	,000
vf_fiets_ov	,192	,041	1,227	4,674	,000
vf_ov_auto	,047	,020	,217	2,323	,022
LN_Afstand_Max	,035	,024	,257	1,484	,141

gecorrigeerde $R^2 = 0,638$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
3 (Constant)	,090	,035		2,559	,012
parkeertarief	,030	,009	,232	3,194	,002
vf_ov_auto_oplopend	-,178	,064	-,194	-2,796	,006
allochtonen	,366	,083	,332	4,407	,000
vf_fiets_ov_tot15	,410	,063	,469	6,526	,000
Afstand	,003	,000	,511	6,875	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,566$

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
4 (Constant)	-,075	,027		-2,812	,006
parkeertarief	,042	,006	,328	6,989	,000
vf_ov_auto_oplopend	-,238	,039	-,259	-6,048	,000
allochtonen	,430	,052	,390	8,200	,000
vf_fiets_ov_tot15	,225	,043	,257	5,279	,000
LN_Afstand_Max	,106	,007	,776	15,934	,000

gecorrigeerde $R^2 = 0,823$

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
5	(Constant)	-,105	,027		-3,813	,000
	LN_Afstand_Max	,149	,010	1,097	14,220	,000
	parkeertarief	,043	,006	,334	6,619	,000
	OV_minus_auto_reistijd	-,005	,001	-,463	-5,770	,000
	allochtonen	,492	,055	,447	8,965	,000
	Fiets_minus_OV_reistijd	,000	,000	,215	3,243	,002

gecorrigeerde $R^2 = 0,793$

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
6	(Constant)	-,089	,040		-2,216	,029
	LN_Afstand_Max	,104	,007	,765	14,315	,000
	parkeertarief	,043	,006	,334	6,856	,000
	allochtonen	,442	,059	,401	7,518	,000
	vf_fiets_ov_tot15	,222	,043	,254	5,172	,000
	vf_ov_auto_oplopend	-,242	,040	-,263	-6,008	,000
	mvt_per_hh	,021	,042	,028	,486	,628

gecorrigeerde $R^2 = 0,821$

Excluded Variables^b

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Inkomen	,014 ^a	,329	,743	,033	,998
	EenpHH	-,014 ^a	-,312	,755	-,032	,912
	MeerpHH_ZK	,006 ^a	,144	,886	,015	,987
	MeerpHH_MK	,014 ^a	,316	,753	,032	,880
	OAD_herk	-,016 ^a	-,350	,727	-,035	,864
	Bevd_herk	-,023 ^a	-,541	,590	-,055	,989
	Functiedicht_herk	-,012 ^a	-,273	,785	-,028	,918
	Perc1524jaar	,042 ^a	,968	,335	,097	,886
	Perc_ouderen	,006 ^a	,151	,880	,015	,976

OAD_best	,002 ^a	,035	,972	,004	,832
Bevd_best	,015 ^a	,320	,750	,032	,802
Functied_best	,066 ^a	1,426	,157	,143	,775
ln_mvt_hh	,017 ^a	,411	,682	,042	,957
ln_OAD_herk	-,018 ^a	-,416	,678	-,042	,907
ln_OAD_best	,026 ^a	,581	,563	,059	,887
gem_hhgrootte	,018 ^a	,399	,691	,040	,872
mvt_per_persoon	,015 ^a	,357	,722	,036	,994

8.4. REGRESSIEMODELLEN NIET-WONINGGERELATEERDE VERPLAATSINGEN

Autogebruik

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,621	,043		14,506	,000
	ptarief	-,078	,007	-,905	-10,869	,000
	lnafst	,035	,025	,114	1,371	,186

gecorrigeerde $R^2 = 0,851$

Fietsgebruik

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,571	,066		8,618	,000
	ptarief	,052	,008	,533	6,226	,000
	lnafst	-,087	,027	-,251	-3,257	,004
	fietsov	-,279	,069	-,400	-4,037	,001

gecorrigeerde $R^2 = 0,912$

OV-gebruik

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,115	,056		-2,046	,055
	ptarief	,017	,007	,398	2,367	,029
	lnafst	,072	,023	,482	3,178	,005
	fietsov	,185	,059	,615	3,160	,005

a. Dependent Variable: ov

gecorrigeerde $R^2 = 0,659$