

**De potentie van longitudinaal onderzoek voor een robuuste  
onderbouwing van ruimtelijk mobiliteitsbeleid**

Paul van de Coevering  
NHTV Breda / TU Delft OTB  
[Coevering.p@nhtv.nl/](mailto:Coevering.p@nhtv.nl)  
[p.p.vandecoevering@tudelft.nl](mailto:p.p.vandecoevering@tudelft.nl)

Kees Maat  
TU Delft OTB  
[c.maat@tudelft.nl](mailto:c.maat@tudelft.nl)

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
22 en 23 november 2012, Amsterdam**

## Samenvatting

### *De potentie van longitudinaal onderzoek voor een robuuste onderbouwing van ruimtelijk mobiliteitsbeleid*

Nederland heeft een rijke traditie met het sturen of beïnvloeden van de mobiliteit met ruimtelijk beleid. De wetenschappelijke onderbouwing van dit beleid lijkt echter nogal dun. De meeste onderzoeken zijn gebaseerd op cross-sectie onderzoeksdesigns. Hieruit blijkt *ceteris paribus* dat inwoners van woongebieden met onder meer een hogere dichtheid en een hogere mate van functiemenging minder gebruik maken van de auto en vaker van alternatieven als het openbaar vervoer en de fiets. Dit betekent echter niet dat het manipuleren van de ruimtelijke structuur een verandering van het verplaatsingsgedrag van een individu teweeg brengt *in de tijd*. Om deze causale relatie aan te tonen lijken longitudinale onderzoeksdesigns, waarbij het onderzoek op minimaal twee momenten in de tijd plaatsvindt, onontbeerlijk.

Het doel van dit paper is om inzicht te bieden in de meerwaarde van de toepassing van longitudinale designs bij onderzoek naar de relatie tussen ruimte en mobiliteit. Hierbij kijken we zowel naar theoretische voordelen als naar empirische toepassingen. Omdat deze toepassing bij onderzoeken op de relatie tussen ruimte en mobiliteit nog in de kinderschoenen staat, analyseren we ook toepassingen in aanpalende onderzoeksterreinen. Longitudinale onderzoeksdesigns blijken een betere basis bieden te voor het bepalen van causaliteit en meer recht doet aan het dynamische karakter van het verplaatsingsgedrag. Tegenover deze voordelen staan een toegenomen complexiteit bij het vergaren en het analyseren van de data. E.e.a is sterk afhankelijk van het type longitudinale onderzoeksdesign.

Op de relatie tussen mobiliteit en ruimte komt het meeste bewijs van retrospectieve onderzoeksdesigns die niet de sterkste onderbouwing bieden voor causale relaties. Wel wordt in de analyses nadrukkelijk gecorrigeerd voor de rol van interveniërende variabelen. In aanpalende onderzoeksterreinen zijn vaker sterkere longitudinale designs zoals experimenten toegepast. De uitvoering is echter vaak gebrekkig; de steekproeven zijn (te) klein, controlegroepen ontbreken of er wordt onvoldoende gecorrigeerd voor interveniërende variabelen (zoals attitudes). Hierdoor wordt de potentie van de sterkere designs vaak niet ten volle benut.

Over het algemeen resulteren geavanceerdere onderzoeksdesigns zoals (quasi-) experimenten vaker in kleine of niet significante effecten. Cross-sectie onderzoeken lijken de invloed van ruimtelijke variabelen te overschatten met name wanneer er niet wordt gecorrigeerd voor residentiële zelfselectie. Voor een robuuste onderbouwing van het ruimtelijk mobiliteitsbeleid is daarom aanvullend onderzoek met sterke, bij voorkeur (quasi-) experimentele, longitudinale onderzoeksdesigns gewenst.

## 1. Introductie

In de afgelopen decennia heeft Nederland een rijke traditie opgebouwd met het sturen of beïnvloeden van de mobiliteit met behulp van ruimtelijk beleid. Illustratief zijn planningsconcepten als het groeikernenbeleid, het compacte stadsbeleid en het ABC-locatiebeleid. Intuïtief lijkt dit een logische beleidskeuze, de ruimtelijke omgeving vormt immers de context waarbinnen mensen zich verplaatsen voor werken, winkelen of recreëren (Maat, 2012). Ook in het huidige beleid wordt veel verwacht van een goede afstemming tussen mobiliteit en ruimte. Omdat er grote investeringen zijn gemoeid met dit beleid, bijvoorbeeld voor binnenstedelijk bouwen en het realiseren van een multimodale ontsluiting, is een gedegen empirische onderbouwing van potentiële effecten onontbeerlijk.

Opvallend genoeg blijkt deze inhoudelijke onderbouwing voor het beleid vooralsnog weinig robuust. Het overgrote deel van de huidige bewijslast is gebaseerd op cross-sectie onderzoek. Hiermee is weliswaar het inzicht in de relatie tussen mobiliteit en ruimte vergroot maar de causaliteit van de relatie en de omvang van de te verwachten effecten is hiermee nauwelijks te bepalen. Robuustere longitudinale onderzoeksdesigns worden tot op heden weinig toegepast. Hierdoor blijft de effectiviteit van het huidige beleid onzeker en kunnen vooraf en achteraf twijfels ontstaan of het gehanteerde beleid het beste middel was om het beoogde doel te bereiken (Snellen, 2010).

Het doel van dit paper is om een beeld te geven van de potentie van longitudinale onderzoeksdesigns voor onderzoek op de relatie tussen mobiliteit en ruimte. Hierbij beantwoorden we de volgende onderzoeksvragen:

- Welke kennis hebben cross-sectie onderzoeken tot op heden opgeleverd?
- Wat zijn de additionele mogelijkheden en uitdagingen bij longitudinale onderzoeksdesigns?
- Welke empirische resultaten zijn er tot op heden geboekt bij de toepassing van longitudinale onderzoeksdesigns?
- Bieden longitudinale designs meerwaarde bij onderzoek op de relatie tussen ruimte en mobiliteit en zo ja, welke?

## 2. Cross-sectie onderzoek

Het aantal studies naar de relatie tussen mobiliteit en ruimte is talrijk en de resultaten zijn ondertussen samengevat in meerdere reviews (voor overzichten zie oa Van Wee & Maat, 2004; Ewing & Cervero, 2010). De overgrote meerderheid van deze studies zijn gebaseerd op cross-sectie onderzoeken. Aanvankelijk stond de directe relatie tussen ruimtelijke structuur en verplaatsingsgedrag centraal. Newman & Kenworthy (1989; 1999) toonden bijvoorbeeld aan de hand van een internationale vergelijking aan dat steden met een hoge dichtheid en een concentratie van de werkgelegenheid in het centrum, minder autoafhankelijk zijn en minder energie verbruiken in het transport.

Deze geaggregeerde studies naar de directe relatie tussen ruimte en mobiliteit gaven echter te weinig inzicht in de achterliggende factoren. Bijvoorbeeld, in gebieden met lage dichtheden wordt niet alleen meer auto gereden omdat de afstanden groter zijn en er meer parkeerruimte is, maar ook omdat gezinnen vaak groter en inkomens hoger zijn, hetgeen ook autobezit bevordert.

In recentere jaren zijn daarom meer interveniërende variabelen meegenomen in de analyse zoals huishoudensomstandigheden, sociaal economische factoren en attitudes en preferenties. Hiernaast zijn de statistische methoden verfijnd. Recent heeft onderzoek naar 'residentiele zelfselectie', waarbij wordt verondersteld dat bijvoorbeeld iemand met een preferentie voor het reizen met het openbaar vervoer ook bewust een woonlocatie kiest die dicht bij het station ligt, veel aandacht gekregen in de wetenschappelijke literatuur (zie bijvoorbeeld Cao et al, 2009; Bohte, 2010). Ceteris paribus blijkt uit de cross-sectie onderzoeken dat inwoners minder kilometers afleggen met de auto in woonwijkengebieden met hogere dichtheden, functiemenging, korte afstanden naar bestemmingen, een hoge bereikbaarheid en goede voorzieningen voor openbaar vervoer, fietsen en lopen. De effecten van deze ruimtelijke variabelen is echter klein en de invloed van sociaaleconomische variabelen en attitudes zijn vaak groter (TRB, 2009).

### 3. De mogelijkheden en uitdagingen van longitudinaal onderzoek

#### *Longitudinaal versus cross-sectie*

De cross-sectie studies van de afgelopen decennia hebben aangetoond dat er verbanden bestaan tussen mobiliteit en ruimte en inzicht verschaft in de rol van interveniërende variabelen. Diverse onderzoekers betogen evenwel dat het aantonen van een cross-sectie relatie nog niet bewijst dat er sprake is van causaliteit en dat longitudinale onderzoeksdesigns onontbeerlijk zijn om deze aan te tonen. In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de belangrijkste voor- en nadelen van cross-sectie en longitudinale onderzoeksdesigns waarbij onderscheid wordt gemaakt naar de causaliteit, de kwaliteit van de data en uitvoeringsaspecten.

Kenmerk	Cross-sectie	Longitudinaal
<b>1. Causaliteit</b>		
Statistische verbanden	Ja	Ja
Effecten veranderingen op persoonsniveau	Nee	Ja
Richting van effecten (oorzaak → gevolg)	Nee	Ja
Logisch causaal mechanisme	Nee	Ja
Problemen met interveniërende variabelen	Ja	Ja, maar minder
<b>2. Data verzameling en analyse</b>		
Periodieke effecten	Nee	Ja
Autocorrelatie	Nee	Ja
Non-response	Ja, enige mate	Ja, in hogere mate
Paneluitval	Nee	Ja
Panelmoeheid en vermindering nauwkeurigheid en representativiteit	Nee	Ja
Test effecten (panel conditioning)	Nee	Ja
<b>3. Uitvoeringsaspecten</b>		
Lengte	Meting op 1 moment	Meting op minimaal twee tijdstippen
Benodigde organisatorische continuïteit	Beperkt	Groot
Benodigde steekproef	Groot	Klein
Kosten	Goedkoop (eenmalig)	Duur (langere looptijd)

**Tabel 1:** *Vergelijking cross-sectie en longitudinale onderzoeksdesigns*

In dit paper worden onder 'longitudinaal' de onderzoeksdesigns geschaard waarbij minimaal sprake is van een voormeting en één nameting. In hoofdstuk 3 wordt nader op ingegaan op de verschillende type longitudinale designs.

### *Causaliteit*

Om causaliteit op een robuuste wijze aan te tonen moet minimaal aan vier voorwaarden worden voldaan (Singleton and Straits, 2005). Er moet hierbij sprake zijn van:

- een significant statistisch verband;
- een controle voor interverniërende variabelen;
- een logische tijdsvolgorde: oorzaak gaat vooraf aan gevolg; en
- een verklaarbaar causaal mechanisme.

De cross-sectiestudies hebben tot op heden vooral voldaan aan de eerste twee voorwaarden, maar niet aan de voorwaarde van de tijdsvolgorde, waardoor het niet mogelijk is om overtuigend de richting van de causaliteit te bepalen. Ook de aard van het causale mechanisme tussen de kenmerken van de gebouwde omgeving en de mobiliteit is nog onduidelijk (Handy, 2005).

Cross-sectie onderzoek levert in feite alleen informatie op over de *verschillen* in verplaatsingsgedrag *tussen* verschillende type individuen, kenmerken van de gebouwde omgeving etc. Toch wordt in cross-sectie analyses en modellen vaak van uitgegaan dat deze *verschillen* gebruikt kunnen worden om de effecten van *veranderingen in de tijd* in te schatten. Ter illustratie: omdat inwoners van gebieden met een hoge bebouwingsdichtheid minder autokilometers afleggen wordt, vaak impliciet, verondersteld dat het verhogen van de dichtheden er toe leidt dat inwoners minder autokilometers afleggen. Ook wordt er van uitgegaan dat mensen over alle informatie beschikken en hun gedrag direct aanpassen wanneer er een wijziging in de omstandigheden plaats vindt. Cross-sectie analyses en modellen zijn immers gebaseerd op data van één tijdsmoment en daarmee zijn de geschatte verbanden statisch. Dit doet geen recht aan het dynamische karakter van het verplaatsingsgedrag en theorieën omtrent gedragsverandering (Kitamura, 1990; Ajzen, 1991). Gedragsverandering treedt in de praktijk zelden direct op. Hiervoor zijn verschillende oorzaken:

- Dagelijks verplaatsingsgedrag is vaak niet het resultaat van bewuste overweging maar bestaat voor een groot deel uit gewoontegedrag (Kitamura, 1990).
- Veranderingen in de context worden niet waargenomen (vanwege het gewoontegedrag) of zijn te klein om direct tot een gedragsverandering te leiden (Bamberg 2006).
- Hiernaast zijn met een verandering vaak (transactie)kosten gemoeid en zijn er psychologische drempels zoals gebrek aan informatie en onzekerheid over de gevolgen van nieuwe keuzen (Chen & Chen, 2009).
- Ten slotte kan er sprake zijn van anticiperend gedrag waarbij mensen hun gedragsverandering bewust uitstellen tot een volgende grote gebeurtenis.

Bij longitudinaal onderzoek worden voor ieder individu de *veranderingen* van het verplaatsingsgedrag in de loop der tijd in beeld gebracht. Hierdoor kan de impact van veranderingen in de gebouwde omgeving op veranderingen in het verplaatsingsgedrag worden geschat terwijl wordt gecorrigeerd voor veranderingen in attitudes en sociaal economische factoren. Als ceteris paribus veranderingen in de mobiliteit vooraf worden gegaan door wijzigingen in de ruimte dan levert dit aanvullend bewijs voor causaliteit op deze relatie (Cao et al., 2009). Ook kan de richting, en eventuele wederkerigheid van de causale relaties worden onderzocht. Een bijkomend voordeel van het analyseren van veranderingen is dat er automatisch gecontroleerd wordt voor variabelen die niet zijn

meegenomen in het onderzoek maar constant blijven in de tijd. Hierdoor is de mogelijke invloed van deze interveniërende variabelen kleiner dan bij cross-sectie onderzoek (Handy et al. 2005).

#### *Data verzameling en analyse*

De voordelen van longitudinaal onderzoek gaan gepaard met een toenemende complexiteit in de data verzameling en de data analyse. Hierbij zijn er de volgende aandachtspunten (Meurs, 2007; Kitamura, 1990):

- *Non-respons*. Deze zou bij longitudinale onderzoek groter kunnen zijn omdat respondenten zich gedurende langere tijd committeren aan het onderzoek en aan meerdere onderzoeksrondes moeten meedoen. Dit zou bijvoorbeeld tot een extra non-respons onder ouderen of onder mensen met een druk activiteitenpatroon kunnen leiden.
- *Paneluitval*. Verschillende mensen stoppen met participeren na na één of meerdere rondes van een longitudinaal onderzoek. Deze paneluitval kan selectief of willekeurig zijn. Wanneer de selectieve uitval gerelateerd is aan het mobiliteitsgedrag van de respondenten kan dit de representativiteit van de steekproef ondermijnen.
- *Panelmoeheid en representativiteit*. Onder de respondenten die blijven participeren kan de motivatie afnemen. Hierdoor kan zowel de kwaliteit als de kwantiteit van de respons afnemen. Hiernaast zal het panel, wanneer het niet wordt 'ververst' met nieuwe respondenten, steeds ouder worden ten opzichte van de populatie en daarmee minder representatief.
- *Testeffecten*. Respondenten worden beïnvloed door het bij herhaling participeren in het onderzoek. Respondenten worden zich bijvoorbeeld meer bewust van hun mobiliteitsgedrag en passen daardoor hun mobiliteitsgedrag aan. Dit geldt in het bijzonder wanneer respondenten op de hoogte zijn van het doel van het onderzoek, bijvoorbeeld het stimuleren van duurzaam verplaatsingsgedrag.

Bij de analyse van longitudinale data moet rekening worden gehouden met twee specifieke aspecten: *autocorrelatie* en *periodieke effecten*. Autocorrelatie ontstaat omdat de waarnemingen in de tijd zijn niet onafhankelijk zijn van elkaar omdat ze afkomstig zijn van dezelfde personen. Daarom zijn enkele gangbare analysemethoden voor cross-sectie onderzoek zoals lineaire regressie niet zondermeer toepasbaar. Periodieke effecten kunnen optreden wanneer onverwachte omstandigheden het gedrag beïnvloeden op verschillende meetmomenten. Voor beide aspecten kan worden gecorrigeerd mits de juiste longitudinale data-analyse methoden worden toegepast (Meurs, 2007).

#### *Uitvoeringsaspecten*

Het grote voordeel van cross-sectie onderzoek is dat deze maar eenmalig een organisatorische inspanning vergt en dat resultaten relatief snel beschikbaar zijn. Deze onderzoeken zijn overzichtelijk en relatief eenvoudig en goedkoop uit te voeren. Bij longitudinale onderzoeken moeten respondenten gedurende langere tijd worden gevolgd. Dit is met het oog op de huishoudensdynamiek, waaronder verhuizingen, scheidingen etc., een uitdaging. Hiernaast moeten er organisatie(s) gevonden worden die bereid zijn om het onderzoek gedurende langere tijd te ondersteunen en te financieren. Dit blijkt in de praktijk niet altijd eenvoudig (Ortúzar, 2011).

#### 4. De toepassing van longitudinale designs

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van toepassingen van longitudinale designs op de relatie tussen ruimte en mobiliteit en op aanpalende onderzoeksterreinen. We volgen hierbij de indeling uit tabel 2 waarbij de designs naar afnemende mate van complexiteit en bewijslast voor het aantonen van causaliteit zijn weergegeven. Hierbij geven we een korte beschrijving van de voor- en nadelen van elk onderzoeksdesign. Onder 'aanpalend' scharen we in het vervolg de onderzoeksterreinen die vanuit een andere perspectief onderzoek doen naar vergelijkbare variabelen en/of naar factoren die de onderlinge relaties op het gebied van ruimte en mobiliteit kunnen beïnvloeden. We kijken naar longitudinale onderzoeken:

- in de vervoersgeografie (op de relatie tussen ruimte en mobiliteit);
- in de bewegingswetenschappen (relatie tussen ruimte en lichamelijke activiteit);
- in mobiliteitsstudies (gericht op veranderingen in mobiliteit); en
- in de sociale en omgevingspsychologie (gericht op gedragsverandering en keuzeprocessen).

		Voordelen	Nadelen
Longitudinale designs met voor en nameting onder dezelfde respondenten	Experimenteel design	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verandering op persoonsniveau gemeten</li> <li>2. Bijna 'waterdichte' toets aard en omvang causale relatie</li> <li>3. Minimale invloed van interveniërende variabelen en externe factoren</li> <li>4. Door longitudinaal design kleinere benodigde steekproef dan bij cross-sectie</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Praktisch nauwelijks toepasbaar</li> <li>2. selectieve non-respons en paneluitval met gevaar voor representativiteit</li> <li>3. Conditionering van respondent en panelmoeiheid bij meerdere nametingen</li> <li>4. Tijd benodigd voordat data over wijzigingen beschikbaar is.</li> <li>5. Periodieke effecten en complexiteit data analyse</li> </ol>
	Quasi/natuurlijk experimenteel design	<p>Naast 1 en 4 tevens:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Redelijk sterke toets causaliteit</li> <li>6. Beter toepasbaar in praktijk</li> </ol>	<p>Naast 2 t/m 5 tevens:</p> <p>Bedreiging voor interne validiteit door:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Gebrek aan random toewijzing van 'behandeling' aan testgroep en controlegroep</li> <li>7. Mogelijke invloed van zelf- selectie effect en van interveniërende variabelen</li> </ol>
	Observationeel design / panels	<p>Naast 1, 4 en 5 tevens:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Geen interventie benodigd en daardoor nog gemakkelijker toepasbaar</li> </ol>	<p>Naast 2 t/m 7 tevens:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. (Vaak) generiek qua opzet geen invloed d.m.v. interventies</li> <li>9. Relevantie en toepasbaarheid voor specifieke doeleinden is afhankelijk van de aard, omvang en timing van gebeurtenissen in panel</li> </ol>
Quasi-longitudinaal Retrospectief	<p>Quasi longitudinaal design</p> <p>Naast 1 tevens:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Komt deels tegemoet aan tijds criterium causaliteit</li> <li>9. Eenvoudig op te zetten omdat op 1 moment wordt gemeten.</li> <li>10. Geen selectieve paneluitval, conditionering of periodieke effecten</li> <li>11. Geen tijdsverlies omdat data van t0 en t-1 direct beschikbaar is.</li> </ol>	<p>Naast 5 t/m 7 tevens:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>10. Onvolledige of onzuivere respons doordat niet alle gebeurtenissen door respondent worden herinnerd.</li> <li>11. Met name attitudes niet retrospectief te vragen waardoor richting causaliteit onzeker blijft.</li> </ol>	

Tabel 2: overzicht longitudinale onderzoeksdesigns

#### 4.1 Experimenteel design

Dit onderzoeksdesign wordt vaak toegepast in de medische wetenschappen waarin het bekend staat als 'randomized controlled trial'. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een *testgroep* en een *controlegroep* waarbij de toewijzing van de proefpersonen aselekt (random) wordt bepaald. Na de indeling worden beide groepen voor een bepaalde periode gevolgd met het verschil dat de testgroep het medicijn ontvangt en de controlegroep een placebo. Bij voorkeur worden deze onderzoeken 'dubbelblind' uitgevoerd waarbij noch de proefpersonen, noch de onderzoekers gedurende het experiment weten wie welke behandeling krijgt. Hierdoor wordt de potentiële werking van het medicijn zoveel mogelijk geïsoleerd van externe factoren (en van verwachtingen van de proefpersonen en onderzoekers) die invloed kunnen hebben op de onderzoeksresultaten (Singleton & Straits, 2005).

*Vervoersgeografie en bewegingswetenschappen.* Bij de auteurs zijn geen experimentele designs bekend uit deze vakgebieden. Dit is ook een moeilijke opgave. Onderzoekers hebben zelf geen invloed op 'ruimtelijke interventies' zoals het verdichten van het stedelijk gebied of het aanleggen van een nieuwe weg of over de inwoners die deze interventie wel of niet ontvangen. Ook is het moeilijk om volledig aan de eisen van dubbelblindheid tegemoet te komen. Zowel de deelnemers als de onderzoekers zijn zich namelijk bewust van de ruimtelijke interventie en het principe van een 'placebo' is niet toepasbaar.

*Mobiliteitsstudies.* Er is een aantal voorbeelden te vinden van experimenteel design waarbij structurele interventies (zoals prijsbeleid, aanleg van nieuwe infrastructuur en doelgroep stroken) of psychologische interventies (zoals het bieden van informatie over het huidige mobiliteitsgedrag en over mogelijke alternatieven) zijn toegepast om het mobiliteitsgedrag te beïnvloeden. De effectiviteit van deze interventies om het autogebruik te reduceren zijn moeilijk te generaliseren omdat de resultaten klein en soms tegenstrijdig zijn. Hieraan liggen onder meer methodische problemen zoals zeer beperkte omvang van steekproeven en het ontbreken van controlegroepen aan ten grondslag (Graham-Rowe, et al., 2011; Salon et al., 2011). Belangrijk is dat interventies succesvoller kunnen zijn wanneer ze zich richten op een groep met een hoge mate van gewoontegedrag en een sterke motivatie om het autogebruik te verminderen (Eriksson et al., 2008). Ook de combinatie van psychische en structurele interventies lijkt (Möser and Bamberg, 2008; Saleh, 2007) tot meer succes te leiden. Hiernaast wijzen onderzoeksresultaten erop dat financiële prikkels (prijsbeleid) op de korte termijn effect kunnen hebben op het autogebruik maar dat dit effect niet blijft bestaan wanneer de financiële prikkel wordt verwijderd (Jakobsson et al., 2002; Fujii & Kitamura (2003).

*Sociale en omgevingspsychologie.* Bamberg (2006) paste een experimenteel design toe op 241 respondenten die zes weken eerder waren verhuisd naar Stuttgart. De testgroep ontving hierbij een gratis dagkaartje voor het openbaar vervoer met gepersonaliseerde reisinformatie. Hij toonde aan dat de verhuizing naar Stuttgart over het algemeen leidde tot een positieve attitude ten aanzien van het openbaar vervoer maar dat alleen de testgroep, die daadwerkelijk de interventie ontving, significant vaker gebruik maakte van het openbaar vervoer en minder van de auto. De interventie voldeed hiermee aan de verwachting. De verhuizing verbrak het gewoontegedrag maar de additionele interventie zorgde voor de benodigde extra prikkel om het gedrag daadwerkelijk aan te passen.



Aandachtspunten bij het onderzoek zijn de relatief kleine steekproef, het feit dat er maar één nameting heeft plaatsgevonden en dat het verplaatsingsdrag per meetmoment op maar voor één dag in beeld is gebracht. En last but not least: de verandering van ruimtelijke structuur vormde enkel de context en is beperkt meegenomen in de analyses.

#### *4.2 Quasi / natuurlijk experimenteel design*

Dit onderzoeksdesigns lijkt qua opzet op het experimentele design maar er is geen sprake van een random toedeling van de respondenten aan de test- en controlegroep. Bij deze toedelingen wordt bijvoorbeeld een onderscheid gemaakt tussen respondenten die in een bepaalde periode wel of niet zijn verhuist. Een andere mogelijkheid is om te kijken naar de effecten van de opening van een nieuwe openbaarvervoerhalte of andere verandering in de infrastructuur. De veranderingen in de context worden dan opgevat als een 'interventie' (Handy, 2005). Hierdoor kunnen zelfselectie effecten optreden omdat de verhuizing bijvoorbeeld ingegeven kan zijn door een gewenste wijziging van het mobiliteitsgedrag. Hierdoor zijn de groepen al bij aanvang van het onderzoek niet vergelijkbaar wat een bedreiging kan vormen voor de interne validiteit van de onderzoeken. Vaak wordt bij de data analyse wel gecorrigeerd voor eventuele verschillen in de objectieve kenmerken van de groepen (dan spreken we van een 'matched controlled trail').

*Ruimte en mobiliteit.* Quasi-experimentele studies zijn voor zover bekend bij de auteurs nog niet toegepast op het snijvlak van mobiliteit en ruimte.

*Bewegingswetenschappen.* Alhoewel de toepassing van (quasi-) experimentele designs ook in dit vakgebied nog in de kinderschoenen staat zijn er een aantal voorbeelden van experimenten waarbij bijvoorbeeld de aanleg van een nieuw station of van een nieuw wandelpad als uitgangspunt is genomen van een experiment (zie bijvoorbeeld: Brown, 2007; Macdonald et al., 2010). In een uitgebreide review analyseerden McCormack & Shiell (2011) 13 quasi experimentele onderzoeken en 20 hoogwaardige cross-sectie onderzoeken die corrigeerden voor zelfselectie en vergeleken de resultaten. Over het geheel gezien blijken de sterkere quasi-experimentele onderzoeksdesign vaker geen of kleinere resultaten op te leveren dan de cross-sectie onderzoeken. De resultaten van de interventie onderzoeken waren hiernaast gemixt. Waar sommige interventies, zoals de aanleg van een nieuw fietspad of wandelpad, resulteerden in meer fietsgebruik en wandelen bleken andere studies geen effect of een contra-intuïtief effect te hebben. Deze verschillen kunnen deels worden teruggevoerd op zwakke punten in de onderzoeksdesigns. Controlegroepen worden bijvoorbeeld maar beperkt toegepast, er is vaak maar één nameting, er wordt gebruik gemaakt van relatief kleine steekproeven. Ook de methoden van data-analyse zijn niet altijd verfijnd waardoor er niet voldoende wordt gecorrigeerd voor interveniërende variabelen. Hierdoor wordt de potentie van dit onderzoeksdesign voor het bepalen van de aard en omvang van de causaliteit vaak niet ten volle benut.

*Mobiliteitsstudies.* Uit een recent experiment van prijsbeleid voor autoverkeer in Nederland, het project 'spitsmijden', blijkt dat het bieden van financiële prikkels op korte termijn kan leiden tot een reductie van het autogebruik in de spits. Deze reductie lijkt echter niet stand te houden wanneer de externe financiële prikkel na een periode wordt verwijderd (Ben-Elia & Ettema, 2011). Dit is in lijn met andere onderzoeken onder

autogebruikers (Foxy and Schaeffer, 1981; Fujii en Taniguchi, 2005), en de resultaten van de hiervoor genoemde experimentele designs. Een verklaring vanuit de psychologie is dat de interventies moeten leiden tot een *interne motivatie* onder de deelnemers. Het aanbieden van financiële prikkels of algemene informatie lijkt niet voldoende om een gedragsverandering voor langere tijd in stand te houden (Ben-Elia & Ettema, 2011).

#### 4.3 Observationaleel/panel design

Het belangrijkste onderscheid met de experimentele designs is dat de onderzoeker bij observationele designs zelf geen interventie verricht. Dit maakt de opzet van het onderzoek iets eenvoudiger. Een nadeel is dat de onderzoekers voor specifieke vraagstukken afhankelijk zijn van de dynamiek in de onderzoeksgroep. Soms wordt er op basis van deze dynamiek bij de data analyse onderscheid gemaakt in test en controlegroepen die een bepaalde verandering (zoals een verhuizing) wel of niet hebben ondergaan

*Vervoersgeografie.* In de afgelopen decennia is een aantal longitudinale studies uitgevoerd waarbij ook de relatie tussen mobiliteit en ruimte is meegenomen. Krizek (2003) onderzocht de veranderingen in het verplaatsingsgedrag van huishoudens voor en na een verhuizing met behulp van data van het Puget Sound Transportation Panel. De verandering van de residentiële woonomgeving werd hierbij beschouwd als 'interventie'. Op basis van lineaire regressies bleek dat veranderingen in de bereikbaarheid van de woonwijk significant samenhangen met veranderingen in het verplaatsingsgedrag. Meer specifiek bleek een kleinere afstand de werklocatie gerelateerd aan een lager aantal gereden kilometers per auto en aan een hogere ritfrequentie. Meurs & Haaijer (2001) maken gebruik van data van het Nederlandse Tijdsbestedingsonderzoek tussen 1990 en 1999. Op basis van regressie analyses kwamen deze auteurs tot de conclusie dat diverse veranderingen van kenmerken van de woning en de woonomgeving bij verhuisden zijn gerelateerd aan veranderingen in het aantal trips per auto. Bij de mensen die niet waren verhuisd was dit aanmerkelijk minder, ook omdat de variatie waarschijnlijk beperkt was. Bij beide studies zijn geen attitudes zijn meegenomen. Hierdoor is de richting van de causaliteit moeilijk vast te stellen.

Hiernaast zijn er verschillende longitudinale modelstudies uitgevoerd naar ontwikkelingen in het autobezit waarin ruimtelijke variabelen waren betrokken. Belangrijke inzichten zijn dat veranderingen in het autobezit optreden in een aantal specifieke levensfasen. Met name bij jongeren en ouderen blijkt de dynamiek hoog en dit valt vaak samen met belangrijke veranderingen in de huishoudenssituatie. Conform inzichten uit cross-sectie onderzoeken bleek verder dat hogere dichtheden, goed openbaar vervoer en een goede bereikbaarheid van dagelijkse voorzieningen is gerelateerd aan een lager auto- en rijbewijsbezit (Bohnet & Gertz, 2010). Hiernaast blijkt een verhuizing de kans op de aanschaf of verkoop van een auto binnen het huishouden te vergroten. Voor de werkomgeving geldt dit in mindere mate (Rashidi et al., 2011).

*Mobiliteitsstudies.* Meurs (1991) schatte panelmodellen op basis van het Nederlands MobiliteitsPanel en vergeleek deze met cross-sectie modellen. Hieruit bleek dat het aantal verplaatsingen (in totaal en met het openbaar vervoer) dat mensen maken minder wordt beïnvloed door variabelen als inkomen, rijbewijsbezit en autobezit dan verwacht op basis van cross-sectie modellen. Ook bleek dat de heterogeniteit in het verplaatsingsgedrag tussen huishoudens groter was dan de heterogeniteit binnen huishoudens in de tijd.

Sommige mensen zijn mobieler of maken meer gebruik van het openbaar vervoer dan anderen en deze verschillen blijven bestaan in de tijd, zelf als huishoudenskenmerken of de kwaliteit van de vervoermiddelen verandert. Ook uit analyses van Chung et al. (2009) en Nolan (2010) komt deze sterke mate van stabiliteit in het activiteiten- en verplaatsingsgedrag naar voren. Het activiteitengedrag en verplaatsingsgedrag van mensen uit het verleden lijkt dus een duidelijke invloed uit te oefenen op het huidige gedrag. Uit de studie van Nolan (2010) blijkt tevens dat de invloed van het inkomen op autobezit *staatafhankelijk* is van het autobezit op eerdere meetmomenten. Dat wil zeggen dat het gedragskeuzes in het verleden de huidige preferenties en gedragskeuzes beïnvloeden.

*Sociale en omgevingspsychologie.* Op basis van een onderzoek naar de stabiliteit van het openbaarvervoergebruik tussen 1998 en 2000 toonde Thøgersen (2011) op basis van cross-sectie analyses aan dat attitudes, autobezit en verwachtingen omtrent het openbaar vervoer de belangrijke determinanten waren van het huidige openbaarvervoergebruik. Met longitudinale analyses toonde hij aan dat de invloed van deze variabelen sterk afnam wanneer wordt gecorrigeerd voor het verplaatsingsgedrag uit het verleden. Het gedrag uit het verleden blijkt dus een zeer goede voorspeller van het hedendaagse gedrag. Een andere opvallende conclusie is dat bij individuen zonder auto het gebruik van het openbaar vervoer na verloop van tijd meer in overeenstemming kwam met de huidige attitudes en percepties. Voor autobezitters bleken de attitudes echter geen effect te hebben en daarnaast bleek de stabiliteit in het gebruik van openbaar vervoer ook groter te zijn voor autobezitters dan bij niet-autobezitters.

#### *Quasi longitudinale designs*

Bij deze designs is er geen sprake van een afzonderlijke voor- en nastudie. In plaats hiervan wordt op één meetmoment gebruik gemaakt van retrospectieve vragen om de benodigde informatie uit het verleden te achterhalen. Grote voordelen van deze designs zijn dat ze net als panelonderzoeken tegemoet komen aan het tijds criterium voor causaliteit, gemakkelijker zijn om op te zetten en dat de informatie direct beschikbaar is. Belangrijk nadeel is dat de betrouwbaarheid deze methode afhangt van de mate waarin respondenten zich de gebeurtenissen uit het verleden goed kunnen herinneren. Met name het achterhalen van psychologische factoren zoals attitudes, het bepalen van de tijdstippen van een gebeurtenis en reproduceren van dagelijkse routines zoals verplaatsingsgedrag blijkt problematisch (Verhoeven, 2009).

*Vervoersgeografie.* In de afgelopen jaren is een aantal quasi-longitudinale studies uitgevoerd door Handy, Cao & Mokhtarian en enkele medeonderzoekers, zie: Handy et al. (2005, 2006), Cao et al. (2007) en Aditjandra et al. (2012). De opzet van deze onderzoeken is in grote lijnen vergelijkbaar. Met retrospectieve vragen zijn (door de respondenten gepercipieerde) wijzigingen in de mobiliteit en de ruimtelijke context in beeld gebracht. Handy et al. (2005, 2006) concluderen dat veranderingen in de gebouwde omgeving invloed hebben op het vervoermiddelengebruik. Dit is interessant omdat op basis van cross-sectie analyses op basis van dezelfde dataset bleek dat het effect van de gebouwde omgeving erg klein was. Cao et al. (2007) en Aditjandra et al. (2012) vonden eveneens dat wijzigingen in de gebouwde omgeving zoals een toename van de bereikbaarheid en een verbetering van de voetgangersvoorzieningen effect hadden op wijzigingen in het vervoermiddelengebruik. Opvallend was dat deze niet alleen

significant bleken in de longitudinale analyses maar een impact hadden die vergelijkbaar of zelfs groter was als van de sociaaldemografische variabelen. Hiernaast bleek dat attitudes zowel een directe als een indirecte invloed hadden op het autobezit en het vervoermiddelengebruik. De indirecte invloed kwam voort uit de residentiele zelfselectie op basis van attitudes ten aanzien van de mobiliteit bij de keuze van de woonomgeving. Aandachtpunten bij deze onderzoeken zijn de globale wijze waarop veranderingen in het verplaatsingsgedrag en ruimtelijke omgeving zijn geïnventariseerd en het ontbreken van een controlegroep bij de laatste twee onderzoeken. Omdat attitudes alleen voor de huidige situatie zijn meegenomen is hiernaast niet uit te sluiten dat de vorige verhuizing (deels) teweeg is gebracht door een (eerdere) verandering van de attitude.

*Mobiliteitsstudies.* In de afgelopen jaren zijn er verschillende retrospectieve studies verschenen waarbij ontwikkeling van het verplaatsingsgedrag gedurende de levensloop van individuen in beeld wordt gebracht. Dit worden ook wel mobiliteitsbibliografieën genoemd (Scheiner, 2006; Lanzendorf, 2003). Beige & Axhausen (2008) modelleerden de relaties tussen veranderingen in de huishoudensomstandigheden en het bezit van de auto en openbaar vervoer abonnementen en toonden aan dat deze wijzigingen voor een groot deel samen hangen. Een verandering van mobiliteitskeuzes vindt bijvoorbeeld vaak plaats wanneer er een verandering van woon- of werklocatie optreedt. Ook blijken zowel veranderingen in de huishoudensomstandigheden als veranderingen in mobiliteitskeuzes redelijk vroeg in de levensfase (tussen 15 en 35 jaar) plaats te vinden. Daarna is er sprake van een stabilisatie en kan routine en gewoontegedrag optreden.

*Sociale en omgevingspsychologie.* Stanbridge et al. (2004) toonden met retrospectieve kwalitatieve interviews aan dat er veel overwegingen worden gemaakt ten aanzien van het verplaatsingsgedrag tijdens verschillende fases in het verhuisproces. Het gewoontegedrag lijkt hierbij dus (al is het maar tijdelijk) verbroken, ook al hoeft dit niet per definitie te resulteren in een wijziging van het verplaatsingsgedrag. Tevens blijkt dat niet-autobezitters al in een vroeg stadium van hun residentiele keuze nadrukkelijker rekening houden met de bereikbaarheid van bestemmingen en de aantrekkelijkheid van andere vervoerswijzen. Ook vormt de aantrekkelijkheid van deze vervoeralternatieven voor niet-autobezitters een belangrijker beslispunt wanneer verschillende potentiële woonlocaties tegen elkaar moeten worden afgewogen.

## **5. Conclusies en discussie**

Vanuit beleidsoogpunt wordt er veel verwacht van een goede afstemming tussen ruimte en mobiliteit. De wetenschappelijke onderbouwing van dit ruimtelijk mobiliteitsbeleid lijkt echter dun omdat deze grotendeels is gebaseerd op cross-sectie onderzoek. Het doel van dit paper is om inzicht te bieden in de potentiële meerwaarde van toepassing van longitudinale onderzoeksdesigns. Hiervoor hebben we gekeken naar de bevindingen uit cross-sectie studies, naar additionele mogelijkheden en belemmeringen bij de toepassing van longitudinale designs en naar de bevindingen van de toepassingen van longitudinale designs tot op heden.

Met cross-sectie onderzoek is, met correctie voor de invloed van interveniërende sociaal economische en demografische variabelen en attitudes, aangetoond dat hogere dichtheden meer functiemenging en een betere bereikbaarheid van dagelijkse

voorzieningen (in beperkte mate) verband houden met een lager autogebruik en meer gebruik van andere vervoerwijzen. Op basis hiervan kunnen we echter niet met zekerheid zeggen dat beleid dat bijvoorbeeld is gericht op het verhogen van dichtheden er toe leidt dat inwoners minder autokilometers afleggen. Op basis van verschillen in verplaatsingsgedrag op één meetmoment kunnen namelijk geen uitspraken worden gedaan over veranderingen in het verplaatsingsgedrag in de tijd. Met longitudinale onderzoeksdesigns is dit wel mogelijk omdat het verplaatsingsgedrag op minimaal twee momenten wordt gemeten. Hiermee kan de tijdsvolgorde van gebeurtenissen worden bepaald en kunnen oorzaak-gevolg relaties worden gelegd. Wanneer een verandering van het verplaatsingsgedrag (*ceteris paribus*) vooraf wordt gegaan door een verandering van de ruimtelijke context kan causaliteit en de omvang van de effecten in de tijd worden bepaald.

Het meest robuuste *experimentele onderzoeksdesign* blijkt praktisch niet uitvoerbaar op de relatie tussen mobiliteit en ruimte. *Quasi-experimentele designs* en *observationale (panel)designs*, waarbij bijvoorbeeld wordt gekeken naar mensen een 'ruimtelijke interventie' ondergaan door een verhuizing, bieden echter een goed alternatief mits gecorrigeerd wordt voor eventuele zelfselectie en de invloed van invloed van interveniërende variabelen. Wanneer het organisatorisch niet mogelijk of wenselijk is om op meerdere momenten te meten of indien er op korte termijn onderzoeksresultaten beschikbaar moeten zijn kunnen *quasi-longitudinale designs* uitkomst bieden. Omdat op één meetmoment zowel naar de huidige situatie als naar de situatie(s) in het verleden wordt gevraagd is de informatie meteen beschikbaar. Wel worden hiermee concessies gedaan aan de robuustheid en nauwkeurigheid van het onderzoek omdat respondenten uitspraken moeten doen over gebeurtenissen in het verleden en omdat attitudes niet retrospectief kunnen worden gevraagd.

Uit een eerste inventarisatie van de wetenschappelijke literatuur blijkt dat longitudinale designs op de relatie tussen ruimte en mobiliteit nog beperkt worden toegepast. Het meeste bewijs komt van retrospectieve onderzoeksdesigns die, vanwege het ontbreken van attitudes op meerdere momenten in de tijd, niet de sterkste onderbouwing bieden voor causale relaties. Opvallend is dat in deze onderzoeken de rol van de ruimtelijke variabelen in de longitudinale analyses groter is dan bij cross-sectie analyses op basis van dezelfde data. Dit strookt niet met het beeld dat voortkomt uit de toepassing van longitudinale designs in aanpalende vakgebieden waar robuustere onderzoeksdesigns zoals (quasi-) experimenten vaker in kleine of niet significante effecten resulteren. Cross-sectie onderzoeken lijken hier de invloed van ruimtelijke variabelen te overschatten met name wanneer er niet wordt gecorrigeerd voor residentiële zelfselectie. Ook hierbij moet echter een slag om de arm worden genomen omdat de steekproeven (te) klein zijn, controlegroepen ontbreken of er onvoldoende wordt gecorrigeerd voor interveniërende variabelen. Hierdoor wordt de potentie van de sterkere designs vaak niet ten volle benut.

Bieden longitudinale designs nu meerwaarde voor onderzoek op de relatie tussen mobiliteit en ruimte? Gelet op de theoretische mogelijkheden beschreven in de literatuur in combinatie met de onderzoeksresultaten van longitudinale designs tot op heden kan deze vraag zeker met 'ja' worden beantwoord. Uit longitudinale onderzoeken blijkt dat de verschillen in het verplaatsingsgedrag tussen huishoudens groter zijn dan de verschillen binnen huishoudens in de tijd. Sommige mensen zijn mobieler of maken meer

gebruik van het openbaar vervoer dan anderen en deze verschillen blijven bestaan in de tijd, zelf als huishoudenskenmerken of de kwaliteit van de vervoermiddelen verandert. Deze constantheid van (verplaatsings)gedrag komt enerzijds voort uit gewoontevorming waardoor er geen rationele afweging wordt gemaakt tussen alternatieven en anderzijds uit rationele financiële en psychologische barrières die gemoeid zijn met veranderingen van het gedrag.

Dit betekent ook dat het bieden van multimodale keuzemogelijkheden in de mobiliteit door infrastructurele of ruimtelijke ingrepen, zoals de aanleg van nieuwe infrastructuur of het bundelen van verstedelijking, bij individuen vermoedelijk niet zondermeer tot een gewenste verandering van het (verplaatsings)gedrag zal leiden. Hiervoor lijken, naast het bieden van objectief goede alternatieven, extra prikkels benodigd. Uit de longitudinale studies blijkt dat er een selectief aantal momenten is waarop mensen belangrijke beslissingen nemen omtrent hun verplaatsingsgedrag. Met name bij veranderingen van woonomgeving, maar ook bij wijzigingen van werklocatie en ontwikkelingen in de huishoudenssituatie kan eventueel gewoontegedrag worden doorbroken en/of worden rationele afwegingen worden gemaakt over het verplaatsingsgedrag. Dit biedt kansen om de effecten van infrastructurele en ruimtelijke ingrepen te vergroten door op het juiste moment additionele structurele en psychologische interventies in te zetten. Om een langdurige gedragsverandering tot stand te brengen moeten deze interventies gericht zijn op de intrinsieke motivatie van individuen om hun verplaatsingsgedrag te veranderen. Om de inzichten in de causaliteit en de kracht van de verbanden tussen ruimte en mobiliteit en de toegevoegde waarde van deze additionele interventies te vergroten is aanvullend onderzoek met sterke, bij voorkeur (quasi-) experimentele, longitudinale onderzoeksdesigns gewenst.

## Literatuurlijst

- Aditjandra P.T. , X. Cao, C. Mulley, (2012) *Understanding neighbourhood design impact on travel behaviour: An application of structural equations model to a British metropolitan data.* Transportation Research Part A 46 (2012) 22–32
- Ajzen I (1991) *The theory of planned behavior.* Organizational Behavior and Human Decision Processes 50: 179–211.
- Bamberg, S. (2006), *Is a residential relocation a good opportunity to change TB?* Environment and Behavior 2006 38(6): 820-840.
- BEIGE, S & K.W. AXHAUSEN (2008), *Long-term and mid-term mobility decisions during the life course.* IATSS Research Vol.32 No.2, 2008
- Brown, B.B., C. M. Werner (2007), *A New Rail Stop Tracking Moderate Physical Activity Bouts and Ridership.* Am J Prev Med 33(4):306–309.
- Ben-Elia, E., D. Ettema (2011), *Changing commuters' behavior using rewards: A study of rush-hour avoidance.* Transportation Research Part F 14 354–368.
- Bohnet, M & C. Gertz (2010), *Model Event History of Car and License Availability How Accessibility Shapes Acquisition and Disposal of Cars.* Transportation Research Record: No. 2156, Transportation. Washington, D.C., pp. 120–130.
- Bohte, W. (2010), *RSS and travel. The relationship between travel-related attitudes, BE characteristics and TB.* OTB, Delft.
- Cao, X., Mokhtarian, P.L., Handy, S.L., (2007), *Do changes in neighborhood characteristics lead to changes in travel behavior? A SEM approach.* Transportation 34 (5), 535–556.
- Cao, X., Mokhtarian, P.L., Handy, S.L., (2009), *Examining the Impacts of Residential Self-Selection on Travel Behaviour: A Focus on Empirical Findings.* Transport Reviews, Vol. 29, No. 3, 359–395.
- Chen C. & J. Chen (2009) *What is responsible for the response lag of a significant change in discretionary time use: the built environment, family and social obligations, temporal constraints, or a psychological delay factor?* Transportation (2009) 36:27–46.
- Chung, J.H., T. Kim, H. Baik & Y. Choi (2009): *A structural equation model of activity participation and travel behavior using longitudinal data,* Transportation Planning and Technology, 32:2, 163-185.
- Eriksson, L., Garvill, J., Nordlund, A.M., (2008). *Interrupting habitual car use: the importance of car habit strength and moral motivation for personal car use reduction.* Transportation Research Part F 11, 10–23.
- Ewing, R. & R. Cervero (2010), *Travel and the Built Environment,* Journal of the American Planning Association, 76:3, 265-294
- Foxx, R.M., Schaeffer, M.H., (1981). *A company-based lottery to reduce the personal driving of employees.* Journal of Applied Behavior Analysis 14, 273–285.
- Fujii, S., Kitamura, R., 2003. *What does a one month free bus ticket do to habitual drivers?* Transportation 30, 81–95.
- Fujii, S., Taniguchi, A., (2005), *Reducing family car-use by providing travel advice or requesting behavioral plans: an experimental analysis of travel feedback programs.* Transportation Research Part D 10, 385–393.
- Graham-Rowe E., S. Skippon, B. Gardner, C. Abraham (2011), *Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence.* Transportation Research Part A 45 401–418.
- Handy, S., Cao, X., Mokhtarian, P. (2005), *Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California.* Transport. Res. D. 10(6), 427–444.
- Handy, S. X. Cao & P.L. Mokhtarian (2006): *Self-Selection in the Relationship between the Built Environment and Walking: Empirical Evidence from Northern California,* Journal of the American Planning Association, 72:1, 55-74.
- Jakobsson, C., Fujii, S., Gärling, T., 2002. *Effects of economic disincentives on private car use.* Transportation 29, 349–370.

- Kitamura, R. (1990). *Panel analysis in transportation planning: An overview*. Transportation Research Part A 24, 401-415.
- Krizek, K. (2003). *Residential relocation and changes in urban travel: Does neighborhood-scale urban form matter?* Journal of the American Planning Association, 69 (3), 265-281.
- Lanzendorf M. (2003), *Mobility biographies. A new perspective for understanding travel behaviour*. 10th International Conference on Travel Behaviour Research Lucerne, 10-15. August 2003.
- Maat., K. (2012), *Slimme verstedelijking zorgt voor complex mobiliteitsgedrag*. Milieu Jaargang. 18, No 5.
- MacDonald, J.M., R. J. Stokes, D.A. Cohen, A. Kofner, MS, G. K. Ridgeway (2010), *The Effect of Light Rail Transit on Body Mass Index and Physical Activity*. Am J Prev Med 39(2):105–112
- McCormack & Shiell (2011), *In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment and physical activity among adults*. Ijbnpa, 8:125.
- Meurs, H. (2007). *Longitudinal data in transport research*. MuConsult, Amersfoort.
- Meurs H.J. (1991), *A panel data analysis of travel demand*. Proefschrift. Economische wetenschappen. Rijksuniversiteit Groningen.
- Meurs, H. and Haaijer, R. (2001). *Spatial structure and mobility*. Transportation Research D, 6 (6), 429-446.meurs
- Möser, G., Bamberg, S., 2008. *The effectiveness of soft transport policy measures: a critical assessment and meta-analysis of empirical evidence*. Journal of Environmental Psychology 28, 10–26.
- Newman, P and J Kenworthy (1999), *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*, Island Press, Washington DC.
- Newman, P and J Kenworthy (1989), *Cities and Automobile Dependence*, Gower, Aldershot.
- Nolan, A. (2010), *A dynamic analysis of household car ownership*. Transportation Research Part A 44, 446–455.
- Ortúzar, J. De Dios, J. Armoogum, J. Madre & F. Potier (2011): *Continuous Mobility Surveys: The State of Practice*, Transport Reviews, 31:3, 293-312
- Rashidi, T.H., A. Mohammadian, F.S. Koppelman (2011), *Modeling interdependencies between vehicle transaction, residential relocation and job change*. Transportation 38:909–932.
- Saleh, W., 2007. *Success and failure of travel demand management: is congestion charging the way forward?* Special Issue of Journal of Transportation Research Part A. (Guest Editor). 41 (7), 611–614
- Salon, D., M.G. Boarnet, S. Handy, S. Spears, and G. Tal (2011), *How do local actions affect VMT? A critical review of the empirical evidence*. TRB Meeting 2012.
- Scheiner, J. (2006): *Housing mobility and travel behaviour: a process-oriented approach to spatial mobility. Evidence from a new research field in Germany*. JTG, 14(4), pp. 287-298.
- Singleton Jr., R.A., Straits, B.C., 2005. *Approaches to Social Research*, fourth ed. Oxford University Press, New York.
- Snellen, D., H. Hilbers (2009), *Mobiliteit beïnvloeden met ruimtelijk beleid, openbaarvervoeraanbod of prijsbeleid. Doen of niet doen?* Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. Antwerpen.
- Stanbridge, K.; Lyons, G. a. Farthing, S. (2004): *Travel behaviour change and residential relocation*. Paper presented at the 3rd International Conference of Traffic and Transport Psychology, Nottingham, 5th–9th September 2004.
- Thøgersen J. (2011) *Understanding repetitive travel mode choices in a stable context: A panel study approach*. Transportation Research Part A 40 (2006) 621–638.
- TRB, (2009), *SPECIAL REPORT 298: Driving and the Built Environment The Effects of Compact Development on Motorized Travel, Energy Use, and CO2 Emissions*. Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Verhoeven, M. T. Arentze, H. Timmermans & P. van der Waerden *Retrospective Surveys: Some Experiences in the Context of Measuring Lifecycle Events*. Paper for the 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington.
- Wee, B. van & C. Maat (2004) *Land-Use and Transport: a Review and Discussion of Dutch Research*. EJTIR, 3, no. 2 (2003), pp. 199-218.