

## Vervoerwijzekeuze in woon-werkverkeer. Eerste analyses met het nieuwe Mobiliteitspanel Nederland

**Marie-José Olde Kalter**

Goudappel Coffeng en Universiteit Twente<sup>1</sup>

**Karst Geurs**

Universiteit Twente<sup>2</sup>

**Sascha Hoogendoorn-Lanser**

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid<sup>3</sup>

---

In dit artikel presenteren we de resultaten van een aantal vervoerwijzekeuzemodellen die zijn geschat met data van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN). Het MPN is erop gericht het inzicht te vergroten in factoren die een rol spelen bij veranderingen in het mobiliteitsgedrag. Het gaat daarbij om veranderingen op zowel individueel- als huishoudniveau. Omdat op moment van schrijven nog geen data van meerdere waves beschikbaar zijn, zijn panelanalyses nog niet mogelijk. Voor dit artikel is gebruik gemaakt van een ander belangrijk kenmerk van het MPN om het inzicht in de vervoerwijzekeuze te vergroten: de grote rijkheid van de data. De opzet van het MPN maakt het mogelijk om verschillende typen verklarende factoren mee te nemen in de analyses: individuele en huishoudkarakteristieken, attitudes en voorkeuren, ruimtelijke factoren en ritkenmerken. Het MPN heeft verder een aantal unieke kenmerken die zijn gebruikt om de variatie in de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer te verklaren. Gekeken is naar de invloed van wel of niet met iemand samen reizen, de invloed van life-events en het effect van ICT-gebruik. Het wel of niet samen reizen heeft een kleine, maar significante invloed op de vervoerwijzekeuze: personen die met iemand uit hetzelfde huishouden samen reizen gebruiken vaker de auto in het woon-werkverkeer. Personen die van baan zijn veranderd gebruiken vaker de auto in plaats van het OV en personen met andere werktijden gebruiken vaker de auto in plaats van de fiets. De variabelen die ICT-gebruik representeren laten geen significant effect zien op de vervoerwijzekeuze. Het opnemen van verschillende typen verklarende factoren en een aantal unieke MPN kenmerken leidt tot significant betere modelschattingen. De analyses zijn in verschillende richtingen uit te breiden en met het beschikbaar komen van meerdere waves in de komende jaren kan in de toekomst de dynamiek in vervoerwijzekeuze worden meegenomen.

*Trefwoorden:* mobiliteitspanel, mobiliteitsgedrag, vervoerwijzekeuze, woon-werkverkeer

---

<sup>1</sup> Goudappel Coffeng, Postbus 161, 7400 AD Deventer, E: [moldekalter@goudappel.nl](mailto:moldekalter@goudappel.nl)

<sup>2</sup> Universiteit Twente, Postbus 217, 7500 AE Enschede, E: [k.t.geurs@utwente.nl](mailto:k.t.geurs@utwente.nl)

<sup>3</sup> Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Postbus 20901, 2500 EX Den Haag, E: [sascha.hoogendoorn@minienm.nl](mailto:sascha.hoogendoorn@minienm.nl)

## 1. Inleiding

In de meeste landen is onderzoek naar mobiliteitsgedrag gebaseerd op *cross-sectie onderzoek*. Dit geldt ook voor Nederland, waar voor de analyse van mobiliteitsontwikkelingen veelvuldig gebruik wordt gemaakt van het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN). Het OViN is een jaarlijks onderzoek naar het verplaatsingsgedrag van Nederlanders dat wordt uitgevoerd door het CBS en sinds 1978 bestaat (CBS, 2013). Bij cross-sectie onderzoek wordt ieder jaar opnieuw een aselecte steekproef getrokken die representatief is voor de onderzoekspopulatie. Op basis van herhaald cross-sectie onderzoek kunnen trends in de mobiliteit worden afgeleid voor bepaalde segmenten uit de samenleving, bijvoorbeeld jongeren, inwoners van stedelijke gebieden of gezinnen met kinderen. Gegevens uit herhaald cross-sectie onderzoek zijn echter onvoldoende om de dynamiek in verplaatsingsgedrag op individueel niveau te begrijpen en te verklaren (Ortuzar et al., 2011). Analyses die worden verricht of modellen die worden geschat op basis van herhaalde cross-sectie data veronderstellen veelal impliciet dat mensen perfecte informatie hebben en onmiddellijk hun gedrag aanpassen als er een wijziging in de omstandigheden plaatsvindt. In de literatuur zijn vele redenen aangedragen waarom dit vaak niet het geval is (zie bijvoorbeeld Kitamura, 1990; Meurs, 2007; Fuji, 2010).

De tegenhanger van herhaald cross-sectie onderzoek is *panelonderzoek*. Bij panelonderzoek worden dezelfde mensen gedurende langere tijd gevolgd. Het belangrijkste voordeel van panelonderzoek ten opzichte van cross-sectie onderzoek is dat veranderingen op individueel niveau direct worden gemeten (Tourangeau, 1997). Paneldata geeft daarmee niet alleen de mogelijkheid om te achterhalen of en in welke mate sprake is van veranderingen in mobiliteitsgedrag door de tijd en welke factoren daarbij een rol spelen, maar ook hoe en op welke termijn mensen reageren op bepaalde gebeurtenissen. Dit kunnen zowel persoonlijke gebeurtenissen zijn als maatschappelijke ontwikkelingen of beleidsmaatregelen.

Het enige bestaande, langlopende nationale mobiliteitspanel is het Duitse Mobiliteitspanel (Zumkeller en Chlond, 2009). Het Duitse Mobiliteitspanel bestaat sinds 1994 en jaarlijks worden van 1.500 huishoudens gegevens over het mobiliteitsgedrag verzameld. In het verleden zijn er meerdere mobiliteitspanels geweest, zoals het Puget Sound Transportation Panel (PSTP) uit de Verenigde Staten (zie bijvoorbeeld Goulias, 1994; Goulias et al., 2003) en het Santiago Panel uit Chili (Yáñez et al., 2010). Eind jaren tachtig was Nederland één van de eerste landen met een mobiliteitspanel, het Longitudinaal Verplaatsingsonderzoek (LVO). In de periode 1985-1989 zijn van 1.500 huishoudens tweejaarlijks de verplaatsingsgegevens verzameld (Meurs et al., 1989). Voor analyses van de dynamiek in verplaatsingsgedrag wordt soms nog steeds gebruik gemaakt van de data uit het LVO (zie bijvoorbeeld van Meerkerk et al., 2012; Kroesen, 2014).

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, de Universiteit Twente en Goudappel Coffeng zijn in 2013 gestart met het Mobiliteitspanel Nederland (MPN). Voor een uitgebreide beschrijving van het doel, de opzet en karakteristieken van het MPN wordt verwezen naar Hoogendoorn-Lanser et al. (2014). In dit artikel presenteren we de resultaten van een aantal vervoerwijzekeuzemodellen die op basis van de data van de eerste wave van het MPN zijn geschat. De 'rijke' data van het MPN laten het toe om meerdere typen factoren op te nemen in de modellen. We hebben daarbij onder meer gebruik gemaakt van de volgende unieke kenmerken van het MPN:

- Het MPN is een *huishoudpanel*. Dit betekent dat elk huishoudlid van 12 jaar en ouder gevraagd is de persoonsvragenlijst en het verplaatsingsdagboekje in te vullen. Analyses naar afhankelijkheden binnen huishoudens en de invloed daarvan op het mobiliteitsgedrag zijn daardoor mogelijk. De meeste onderzoeken naar mobiliteitsgedrag verzamelen gegevens op individueel niveau en niet van alle huishoudleden.
- Het verplaatsingsdagboekje is een *meerdaags* dagboekje. Alle respondenten houden voor 3 opeenvolgende dagen hun verplaatsingen bij. De meeste onderzoeken naar mobiliteitsgedrag verzamelen van 1 dag het verplaatsingspatroon.
- Het MPN registreert niet alleen het werkelijke gedrag, maar respondenten is ook gevraagd naar hun *voorkeur voor vervoerwijze* voor verschillende motieven.
- Elk jaar worden een aantal retrospectieve vragen gesteld over zogenaamde *life-events* en de invloed van deze gebeurtenissen op het mobiliteitsgedrag. De data van de eerste wave geeft daardoor ook al inzicht in de mogelijke invloed van life-events op het mobiliteitsgedrag.
- Elk jaar krijgen de panelleden een aantal aanvullende vragen over een bijzonder onderwerp. In 2013 en 2015 is het bijzonder onderwerp de relatie tussen *ICT-gebruik* en mobiliteitsgedrag. In 2014 en 2016 is het bijzonder onderwerp attitudes en voorkeuren ten aanzien van verschillende vervoermiddelen.

Dit artikel is als volgt opgebouwd. Sectie 2 geeft een overzicht van de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de vervoerwijzekeuze op basis van bestaande literatuur. De volgende sectie geeft een beschrijving van de data die is gebruikt voor de analyses. De gebruikte methode voor het schatten van de vervoerwijzekeuzemodellen en de modelresultaten zijn terug te vinden in sectie 4. In sectie 5 sluiten we af met de belangrijkste conclusies en een aantal aanbevelingen voor verder onderzoek.

## 2. Bestaand onderzoek naar vervoerwijzekeuze

In de meeste landen is het verkeer- en vervoerbeleid gericht op het verbeteren van de bereikbaarheid en tegelijkertijd het minimaliseren van externe effecten veroorzaakt door het verkeer, zoals de CO<sub>2</sub>-uitstoot van auto's. Het stimuleren van duurzaam vervoer (OV, fietsen en lopen) als alternatief voor de auto past binnen dit beleid. Kennis en inzicht in de factoren die de keuze voor een vervoermiddel beïnvloeden zijn daarbij essentieel en de afgelopen decennia is hier veel onderzoek naar gedaan. De meeste onderzoeken richten zich op de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer (bijvoorbeeld Kuppam et al., 2001; Asensio, 2002; Palma en Rochat, 2000; Kingham et al. 2001; Schwanen en Mokhtarian, 2005; Abrahamse et al., 2009; Feng et al., 2014). Dit volgt logischerwijs uit het feit dat verplaatsingen van en naar het werk het grootste aandeel hebben in de dagelijkse mobiliteit: de data van het MPN laten bijvoorbeeld zien dat 19% van alle verplaatsingen een woon-werk verplaatsing is en samen zijn deze verplaatsingen goed voor 30% van het totaal aantal afgelegde kilometers in Nederland. Ook worden regelmatig studies gedaan naar de vervoerwijzekeuze voor winkelverplaatsingen (bijvoorbeeld Domencich en McFadden, 1975; Feng et al., 2014), voor familie- en vriendenbezoek (bijvoorbeeld Cohen en Harris, 1998) en voor verplaatsingen van en naar school (bijvoorbeeld Muller et al., 2008; Ewing et al., 2004).

In Appendix 1 is een overzicht gegeven van een aantal onderzoeken naar de vervoerwijzekeuze en welke verklarende factoren worden onderscheiden. De verschillende factoren die van invloed zijn op de vervoerwijzekeuze kunnen worden ingedeeld in vier categorieën:

- *Huishoud- en persoonskenmerken*, zoals huishoudgrootte, autobezit, leeftijd, geslacht en opleidingsniveau.
- *Attitudes en voorkeuren*, zoals de houding ten opzichte van de auto, milieubewustzijn en persoonlijke voorkeuren.
- *Ruimtelijke kenmerken* van de infrastructuur en omgeving, ook wel omschreven als de 5 D's: 'density', 'diversity', 'design', 'distance to public transport' en 'destination accessibility' (voor een overzicht zie bijvoorbeeld Ewing, 2010).
- *Verplaatsingskenmerken*, zoals afstand, reistijd en reiskosten.

De invloed van ICT-gebruik op de vervoerwijzekeuze ontbreekt in dit overzicht. Gezien de razendsnelle ontwikkeling op het gebied van ICT, lijkt het niet onlogisch ICT-gebruik als vijfde categorie toe te voegen. Verondersteld wordt bijvoorbeeld dat door toenemend ICT-gebruik de reistijd efficiënter benut kan worden. Dit is mogelijk van invloed op de vervoerwijzekeuze. Er zijn een aantal studies waar de relatie tussen ICT en mobiliteit is onderzocht, maar deze richten zich voornamelijk op de relatie tussen ICT-gebruik en het aantal verplaatsingen of aantal afgelegde kilometers (zie bijvoorbeeld Bhat et al., 2003; Corpuz en Peachman, 2003; Ferrel, 2004; Oliver, 2014). Golob en Regan hebben al in 2001 aangetoond dat door het gebruik van smart phones en tablets met internet verbinding de efficiëntie en het plezier van werken onderweg is toegenomen. Vooral voor het lange afstandsverkeer zou dit kunnen leiden tot een overstap van de auto naar het openbaar vervoer. Line et al. (2011) vinden echter geen significant effect van het gebruik van ICT onderweg op de vervoerwijzekeuze, terwijl Zijlstra (2015) op basis van data uit het MPN een klein, maar wel significant effect vindt: forenzen met een tablet met internetverbinding kiezen vaker voor de trein dan voor de auto bij afstanden boven de 10 kilometer. Mede vanwege het feit dat geschikte databronnen ontbreken, is het aantal studies naar de relatie tussen ICT-gebruik en vervoerwijzekeuze echter zeer beperkt.

Hoewel het overzicht in Appendix 1 niet uitputtend is, geeft het een goed beeld van verschillende data en methoden die worden gebruikt voor dit type onderzoek. In de meeste studies is gebruik gemaakt van cross-sectie data uit één specifiek jaar. Uitzonderingen zijn Scheiner en Holz-Rau (2013), die meerdere jaren van het Duitse Mobiliteitspanel hebben gebruikt, en Vij et al. (2013), die gebruik hebben gemaakt van een zesdaags verplaatsingsdagboekje. Verder zijn in de meeste studies 'Multinomial Logit Models' geschat. Andere technieken die zijn toegepast, zijn 'Nested Logit Models', 'Multilevel Analysis' en 'Latent Choice Models'.

Op basis van de bestaande literatuur zijn twee belangrijke conclusies getrokken. In de eerste plaats focussen de meeste studies zich op één of twee typen verklarende factoren. Welke dit zijn is vaak afhankelijk van de context waarbinnen het onderzoek plaats vindt. Sociaal geografen richten zich vooral op ruimtelijke kenmerken van de omgeving als verklaring voor de vervoerwijzekeuze, verkeerskundigen op kenmerken van de verplaatsing, terwijl sociologen en psychologen weer meer geïnteresseerd zijn in de invloed van bijvoorbeeld attitudes en voorkeuren. Het onderzoek van Paulsen et al. (2014) is een van de weinige studies waarin de verschillende typen factoren (huishoud- en persoonskenmerken, attitudes en voorkeuren, ruimtelijke factoren en verplaatsingskenmerken) allemaal zijn meegenomen. Het onderzoek van Paulsen et al. was vooral bedoeld om aan te tonen dat rekening moet worden gehouden met

attitudes en voorkeuren bij de verklaring van mobiliteitsgedrag. De resultaten laten zien dat attitudes en voorkeuren inderdaad van invloed zijn op de vervoerwijzekeuze en in het gepresenteerde model zelfs meer variatie verklaren dan bijvoorbeeld reistijd.

De belangrijkste reden waarom onderzoekers zich beperken tot één of twee typen factoren is dat de beschikbare data meestal geen informatie over meerdere typen factoren bevatten. Vaak worden alleen gegevens verzameld over het verplaatsingsgedrag en een aantal huishoud- en persoonskenmerken. Ruimtelijke kenmerken kunnen worden toegevoegd, mits het detailniveau van de verzamelde gegevens dit toelaat. De laatste jaren is wel een trend zichtbaar dat steeds vaker data worden verzameld over attitudes en voorkeuren. In de tweede plaats hebben bijna alle studies als uitgangspunt dat de keuze voor een vervoermiddel op individueel niveau plaatsvindt. Hoewel sinds de jaren tachtig het belang van afstemming en afhankelijkheden binnen huishoudens en de invloed daarvan op mobiliteitsgedrag wordt onderkend, zijn er nog steeds weinig studies die dit aspect meenemen (Timmermans en Zhang, 2009). Ho en Mulley (2012; 2013) hebben recentelijk een aantal interessante artikelen over de invloed van huishoudinteracties op de mobiliteit geschreven. Ook voor dit punt geldt echter dat de data aan specifieke eisen moeten voldoen om iets te kunnen zeggen over huishoudinteracties. De belangrijkste eis is dat de gegevens van alle huishoudleden moeten worden verzameld.

Samengevat laten de bestaande studies naar vervoerwijzekeuze een aantal omissies zien. De meeste studies richten zich op één of twee typen factoren om de vervoerwijzekeuze te verklaren, terwijl meerdere typen factoren van invloed zijn. De relatie tussen ICT-gebruik en vervoerwijzekeuze is nog nauwelijks onderzocht en de meeste vervoerwijzekeuzemodellen zijn gebaseerd op het individuele keuzeproces. Omdat voor de meeste studies gebruik wordt gemaakt van cross-sectie data uit één specifiek jaar, kan het effect van life-events zoals een nieuwe baan of verhuizing niet worden meegenomen. Met het MPN kunnen deze omissies allemaal worden ingevuld. De rijkheid van het MPN maakt het namelijk mogelijk om:

- de verschillende typen factoren die van invloed zijn op de vervoerwijzekeuze mee te nemen;
- de invloed van ICT-gebruik op de vervoerwijzekeuze te onderzoeken
- de invloed van huishoudinteracties op de vervoerwijzekeuze te onderzoeken
- de invloed van life-events op de vervoerwijzekeuze te onderzoeken

In dit artikel zijn bovenstaande kenmerken van het MPN gebruikt om een aantal vervoerwijzekeuzemodellen te schatten. Getoetst is in hoeverre deze kenmerken wel of geen invloed hebben op de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer en een significante bijdrage leveren aan de verklaring van de variatie in de vervoerwijzekeuze.

### **3. Data**

#### **3.1 Selectie data**

Voor het schatten van de vervoerwijzekeuzemodellen is gebruik gemaakt van de data van de eerste wave van het MPN. De dataverzameling voor de eerste wave heeft plaatsgevonden in het najaar van 2013. Via een huishoud- en persoonsvragenlijst zijn achtergrondkenmerken van het huishouden en alle individuele huishoudleden verzameld. De deelnemers met een compleet ingevulde vragenlijst zijn benaderd om gedurende drie opeenvolgende dagen alle verplaatsingen

te registreren in een verplaatsingsdagboekje. De netto-steekproef voor wave 1 bestaat uit 1.978 huishoudens (3.320 personen), waarvan elk huishoudlid van 12 jaar en ouder het verplaatsingsdagboekje volledig heeft ingevuld.

In dit artikel richten we ons op de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer. Daarvoor hebben we een selectie gemaakt van alle personen met een betaalde baan, en minstens 1 woon-werkverplaatsing vanaf het woonadres. Alleen personen die gebruik hebben gemaakt van de auto, het OV of de fiets voor hun woon-werkverplaatsing zijn in de analyses meegenomen. De overige vervoerwijzen, waaronder lopen, zijn vanwege kleine aantallen uit de selectie gelaten. Wanneer sprake was van een multimodale verplaatsing (7% van het totaal), is de hoofdvervoerwijze als uitgangspunt genomen. De hoofdvervoerwijze is volgens een vaste prioriteiten volgorde aan multimodale verplaatsingen toegekend conform de methodiek die voor het OViN wordt gehanteerd (CBS, 2013). Daarnaast zijn alleen personen geselecteerd van 18 jaar en ouder (de leeftijd waarop iemand een rijbewijs kan bezitten in Nederland). Als een persoon meerdere woon-werkverplaatsingen vanuit huis heeft gemaakt, is alleen de eerste verplaatsing in de analyses meegenomen.

### 3.1 Beschrijving data

De dataset waarmee de vervoerwijzekeuzemodellen zijn geschat bestaat na selectie uit 1.112 personen. De auto wordt door meer dan 60% van de geselecteerde personen gebruikt in het woon-werkverkeer (tabel 1). De gemiddelde woon-werkafstand is 24,8 kilometer en gemiddeld duurt het ongeveer een half uur om met de auto naar het werk te reizen. De reistijd met het OV is gemiddeld twee tot drie keer zo hoog in vergelijking tot de auto en de fiets. Reizigers die gebruik maken van het OV vertrekken 's ochtends voor 8 uur, fietsers vertrekken bijna 50 minuten later en automobilisten rond half 9. Combinatie van de reis- en vertrektijden laat voor alle modaliteiten dezelfde aankomsttijd op het werk zien, namelijk rond 9 uur.

Tabel 1: Verplaatsingskenmerken woon-werkverkeer (N=1.112)

vervoerwijze	aandeel (%)	afstand (km)	reistijd (min)	vertrektijd (uur:min)
auto	63,9	24,8	29,4	8:22
openbaar vervoer	13,3	34,5	59,7	7:52
fiets	22,8	4,6	20,7	8:38

In tabel 2 staat de verdeling naar vervoerwijze voor verschillende achtergrondkenmerken zoals geslacht, leeftijd en stedelijkheidsgraad van de woonomgeving. Mannen gebruiken vaker de auto in het woon-werkverkeer en vrouwen pakken vaker de fiets. Jongvolwassenen maken naar verhouding het meeste gebruik van het OV, terwijl 50-plussers relatief vaker op de fiets zitten. Het fietsgebruik verschilt nauwelijks tussen laag en hoog opgeleiden, maar het OV wordt relatief vaker door hoog opgeleiden gebruikt. Allochtonen zitten minder vaak op de fiets en meer in het OV. Verder is het niet vreemd dat werkenden zonder rijbewijs frequenter gebruik maken van het OV en de fiets. Hetzelfde geldt voor personen uit een huishouden zonder auto. Inwoners van de meer stedelijke gebieden gebruiken ook minder vaak de auto in het woon-werkverkeer.

Verklaringen hiervoor zijn dat in stedelijke gebieden de OV faciliteiten vaak beter zijn (meer buslijnen, hogere frequentie) en de gemiddelde woon-werkafstand korter is en daardoor beter fietsbaar.

Tabel 2: Verdeling vervoerwijze woon-werkverkeer (%) naar respondent kenmerken (N=1.112)

kenmerk	categorieën	totaal (N=1.112)	auto (N=711)	OV (N=148)	fiets (N=253)
geslacht	man	50	62	14	25
	vrouw	50	66	13	21
leeftijd	18-29 jaar	21	58	22	20
	30-39 jaar	28	65	13	22
	40-49 jaar	24	70	11	19
	>49 jaar	28	62	8	29
opleiding	geen of laag	11	68	8	24
	medium	44	67	10	23
	hoog	45	60	18	23
herkomst	autochtoon	92	64	12	23
	allochtoon	8	59	26	15
rijbewijs auto	nee	6	11	49	40
	ja	94	68	11	22
aantal auto's in hh	geen	13	3	45	52
	1 auto	41	60	13	28
	>1 auto	46	85	5	10
aantal werkenden in hh	1 persoon	39	54	18	28
	>1 persoon	61	70	11	19
stedelijkheid woonlocatie	stedelijk	53	55	19	26
	landelijk	47	74	7	19

De auto wordt door 93% van de personen met een voorkeur voor de auto ook daadwerkelijk gebruikt (tabel 3). Voor het OV en de fiets zijn deze percentages respectievelijk 87% en 62%. Dit betekent dat 38% van de personen met een voorkeur voor de fiets, toch gebruik maakt van een ander vervoermiddel. Meestal is dit de auto.

Tabel 3: Verdeling vervoerwijze woon-werkverkeer naar voorkeur vervoermiddel

voorkeur	categorieën	totaal (N=1.112)	auto (N=711)	OV (N=148)	fiets (N=253)
auto	nee	41	23	26	51
	ja	59	93	4	3
OV	nee	89	70	5	25
	ja	11	11	87	3
fiets	nee	66	81	16	3
	ja	34	30	8	62

Voor alle woon-werkverplaatsingen is bepaald of de verplaatsing alleen is gemaakt of samen is gereisd met iemand uit het eigen huishouden of iemand anders (tabel 4). Het samen reizen met iemand uit het eigen huishouden is een eerste indicatie voor huishoudinteracties. Het merendeel van de woon-werkverplaatsingen wordt alleen gemaakt (89%), terwijl voor 3% van de woon-werkverplaatsingen is samen gereisd met iemand uit het eigen huishouden. Voor verplaatsingen met een huisgenoot wordt vaker de auto gebruikt, terwijl voor individuele verplaatsingen vaker de fiets wordt gebruikt. Verplaatsingen met iemand anders zijn juist vaker met het OV.

Tabel 4: Verdeling vervoerwijze woon-werkverkeer naar wel of niet samen reizen

type verplaatsing	totaal (N=1.112)	auto (N=711)	OV (N=148)	fiets (N=253)
individuele verplaatsing	89	64	12	24
verplaatsing met iemand uit het huishouden	3	82	9	9
verplaatsing met iemand anders	8	56	27	17

Om ook iets te kunnen zeggen over de invloed van life-events op het mobiliteitsgedrag, zijn de life-events die het vaakst hebben plaatsgevonden in de analyses meegenomen: een andere baan, andere werktijden en verhuizing (tabel 5). Respondenten die van baan zijn veranderd maken naar verhouding meer gebruik van het OV dan respondenten die niet van baan zijn veranderd. Respondenten met andere werktijden fietsen juist vaker en gebruiken minder vaak de auto in vergelijking tot respondenten met dezelfde werktijden. Of iemand wel of niet verhuisd is, laat geen groot verschil zien in de verdeling naar vervoerwijze: het OV-gebruik is iets hoger voor mensen die onlangs van woning zijn veranderd.



Tabel 5: Verdeling vervoerwijze woon-werkverkeer naar life-events

life-event	categorieën	totaal (N=1.112)	auto (N=711)	OV (N=148)	fiets (N=253)
andere baan	nee	82	66	11	23
	ja	19	57	22	20
andere werktijden	nee	80	66	13	22
	ja	20	57	15	28
verhuizing	nee	91	64	13	23
	ja	9	61	17	22

In tabel 6 staat voor een aantal ICT-kenmerken de verdeling naar vervoerwijze in het woon-werkverkeer. Een ruime meerderheid (78%) maakt wekelijks gebruik van email op het werk. Er zijn geen grote verschillen in vervoerwijzekeuze naar frequentie van email gebruik op het werk. Internet wordt door een kleine groep wekelijks gebruikt voor teleconferenties of werken op afstand (5 à 6%). Met op afstand werken wordt bedoeld het delen van documenten met collega's of zakelijke contacten via een cloud, of het op afstand inloggen op het netwerk van de werkgever. Dit kan bijvoorbeeld vanuit huis of vanuit de trein. De auto wordt vaker gebruikt voor woon-werkverplaatsingen door personen die wekelijks gebruik maken van internet voor teleconferenties, terwijl het OV vaker wordt gebruikt door personen die wekelijks op afstand werken. Vaker op afstand werken en een grotere woon-werkafstand lijken daarmee met elkaar samen te hangen, aangezien OV-gebruikers in het algemeen een grotere woon-werkafstand hebben.

Tabel 6: Verdeling vervoerwijze woon-werkverkeer naar ICT-gebruik

ICT-gebruik	categorieën	totaal (N=1.112)	auto (N=711)	OV (N=148)	fiets (N=253)
email op het werk	wekelijks	78	64	14	22
	niet wekelijks	22	65	11	24
teleconferenties	wekelijks	5	71	17	12
	niet-wekelijks	95	64	13	23
op afstand werken	wekelijks	6	57	19	25
	niet-wekelijks	94	64	13	23

## 4. Resultaten

### 4.1 Multinomial Logit Model

De vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer bestaat in onze dataset uit drie alternatieven: auto, OV en fiets. Voor het modelleren van de vervoerwijzekeuze hebben wij gebruik gemaakt van een Multinomial Logit Model (MNL). Dit model heeft als uitgangspunt dat personen de vervoerwijze kiezen die voor hen het grootste nut heeft. Volgens het MNL-model is de kans dat een persoon kiest voor een alternatief gelijk aan:

$$P_n(i) = \frac{e^{U_{in}}}{\sum_{j=1}^k e^{U_{jn}}} \quad (1)$$

waarin:

$P_n(i)$  = de kans dat persoon  $n$  kiest voor vervoerwijze  $i$

$U_{jn}$  = nut van vervoerwijze  $j$  voor persoon  $n$

$k$  = aantal alternatieve vervoerwijzen

Het nut  $U_{jn}$  kan worden gemodelleerd als een lineaire functie van een aantal verklarende variabelen:

$$U_{jn} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1n} + \beta_{2j}X_{2n} + \dots + \beta_{qj}X_{qn} \quad (2)$$

waarin

$B_{0j}$  = constante parameter voor vervoerwijze  $j$

$B_{1j}, B_{2j}, \dots, B_{qj}$  = coëfficiënten van de verklarende variabelen

$X_{1n}, X_{2n}, \dots, X_{qn}$  = verklarende variabelen voor person  $n$

$q$  = aantal verklarende variabelen in het model

MNL-modellen worden veelvuldig toegepast in verkeers- en vervoersmodellering. Deze modellen worden onder andere gebruikt om het effect van maatregelen zoals prijsverhoging van brandstof of openbaar vervoer op de keuze voor een vervoerswijze te voorspellen. Een uitgebreide beschrijving van de theorie, toepassing en voorbeelden van MNL-modellen is te vinden in Ben-Akiva en Lerman (1985) en Koppelman en Bhat (2006). Het MNL-model heeft wel een aantal nadelen waarvan de belangrijkste de zogenaamde IAA (Independence of Irrelevant Alternatives) eigenschap is. Dit houdt in dat verondersteld wordt dat de verhouding tussen de kansen op het kiezen van alternatief  $i$  en  $j$  onafhankelijk is van het nut van alle andere alternatieven. Verder wordt in het MNL-model aangenomen dat sprake is van homogeniteit in de voorkeuren van de populatie. Aan beide veronderstellingen wordt in de praktijk vaak niet voldaan. Meer geavanceerde discrete keuze modellen kennen deze veronderstellingen niet, zoals het Mixed Multinomial Logit Model (MMNL). Een MMNL-model stelt echter hogere eisen aan de kwaliteit van de data (Hensher en Greene, 2003) en het schattingsproces is arbeidsintensiever (Hess et al., 2007). In dit artikel hebben we ervoor gekozen om gebruik te maken van een eenvoudig MNL-model omdat het ons vooral gaat om te toetsen in hoeverre specifieke MPN kenmerken leiden tot een betere verklaring van de variatie in vervoerwijzekeuze en niet om het testen van geavanceerde modeltechnieken. In toekomstige analyses, wanneer ook data van meerdere waves beschikbaar zijn, worden wel meer geavanceerde modeltechnieken getest.

## 4.2 Model specificatie

Op basis van de data van de eerste wave van het MPN zijn verschillende vervoerwijzekeuzemodellen geschat (tabel 7). In Model I zijn alleen variabelen opgenomen die ook kunnen worden afgeleid uit het OViN. Dit model laat daarmee de maximale potentie zien van 'standaard' cross-sectie onderzoeken. De volgende modellen tonen aan hoeveel variatie in de vervoerwijzekeuze wordt verklaard door de parkeersituatie van de woonomgeving (Model II), samen reizen met één of meerdere personen (Model III), ICT-gebruik (Model IV) en life-events (Model V). Model VI is geschat om te bepalen in hoeverre de voorkeur voor een bepaald vervoermiddel de werkelijke vervoerwijzekeuze verklaart. Het laatste model, Model VII, is het meest optimale model met alle typen verklarende factoren.

Tabel 7: Overzicht vervoerwijzekeuzemodellen

Model	Type	Verklarende variabelen
I	-	alle variabelen die ook uit het OViN zijn af te leiden
II	ruimtelijke kenmerken	parkeersituatie woonomgeving
III	huishoudinteractie	samen reizen met één of meerdere personen
IV	ICT-gebruik	gebruik email, teleconferenties, telewerken
V	life-events	andere baan, andere werktijden, verhuizing
VI	houding en gedrag	voorkeur vervoermiddel
VII	-	meest optimale combinatie

## 4.3 Modelresultaten

De afhankelijke variabele is de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer, die bestaat uit drie categorieën: auto, OV en fiets. De auto is in alle modellen de referentie categorie. In tabel 8 staan de modelresultaten. Model I laat zien in welke mate 'standaard' variabelen de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer verklaren. Wanneer de woon-werkafstand toeneemt, kiezen mensen vaker voor het OV. Als de woon-werkafstand afneemt kiezen mensen juist vaker voor de fiets. Geslacht, leeftijd of opleidingsniveau hebben geen significant effect op de keuze tussen de auto en het OV. Vrouwen en ouderen fietsen vaker van huis naar het werk, terwijl allochtonen minder vaak fietsen en frequenter gebruik maken van het OV. Het aantal auto's in een huishouden heeft een grote invloed op het autogebruik in het woon-werkverkeer. In vergelijking tot paren met kinderen, gebruiken alleenstaanden en paren zonder kinderen vaker het OV. Alleenstaanden fietsen ook vaker naar het werk. Inwoners van sterk stedelijke gebieden zijn vaker OV-gebruikers. De stedelijkheidsgraad heeft geen significante invloed op wel of niet fietsen naar het werk. De Nagelkerke's  $R^2$  voor Model I is 0,658. De in het model opgenomen variabelen verklaren dus 65,8% van de variatie in de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer.

Gratis parkeergelegenheid bij de woning heeft een significante invloed op het autogebruik (Model II). De waarde voor Nagelkerke's  $R^2$  laat zien dat 8,1% van de variatie in vervoerwijzekeuze kan worden verklaard door de parkeersituatie. Samen reizen, ICT-gebruik en life-events hebben een minder grote invloed. Het autogebruik neemt significant toe als twee mensen uit hetzelfde huishouden samen naar het werk reizen, hoewel slechts 2% van de totale

variatie wordt verklaard door deze variabele (Model III). ICT-gebruik laat geen significant effect zien op de vervoerwijzekeuze (Model IV). De life-events die in Model V zijn opgenomen hebben wel een significante invloed, hoewel Nagelkerke's  $R^2$  erg klein is.

Persoonlijke voorkeur voor een vervoerwijze in het woon-werkverkeer lijkt een goede voorspeller van de werkelijke keuze. Meer dan 70% van de variatie in vervoerwijzekeuze wordt verklaard door persoonlijke voorkeuren (Model IV). Zoals verwacht, wordt minder vaak gebruik gemaakt van het OV en de fiets bij een persoonlijke voorkeur voor de auto. De vraag die hierbij naar boven komt is of de respondenten hun werkelijke voorkeur hebben opgegeven of dat zij hun voorkeur hebben gebaseerd op hun werkelijke gedrag. Dit kan mede een gevolg zijn van de vrij directe manier van bevragen die is toegepast. In het bijzondere onderwerp van 2014 hebben we op een meer indirecte manier naar voorkeuren gevraagd. Deze data komen binnenkort beschikbaar en worden gebruikt om een beter onderscheid te maken tussen attitudes, voorkeuren en het werkelijke gedrag.

Om de verschillende modellen met elkaar te vergelijken, maken we gebruik van de likelihood ratio  $\chi^2$ . De likelihood ratio  $\chi^2$  wordt als volgt berekend:

$$\chi^2 = 2[LL(\text{new}) - LL(\text{baseline})] \quad (3)$$

Wanneer we Model I (basismodel) vergelijken met Model VII (de meest optimale combinatie van alle typen variabelen) dan bedraagt de likelihood ratio  $\chi^2$  482,153 met 12 vrijheidsgraden. De kritieke waarde ( $p < 0,01$ ) van  $\chi^2$  met 12 vrijheidsgraden is 26,22. Het toevoegen van voorkeuren, samen reizen en life-events heeft dus een significante invloed op de voorspellingskracht van het model.

Tabel 8: Modelresultaten (Multinomial Logit Model)

		Model I	Model II	Model III	Model IV	Model V	Model VI	Model VII
	variabelen	B	B	B		B	B	B
<b>OV vs. auto</b>	afstand	0.017***						0.013**
	geslacht: vrouw vs. man	-0.001						-0.308
	leeftijd: 18-29 jaar vs. >50 jaar	0.040						0.869
	leeftijd: 30-39 jaar vs. >50 jaar	-0.551						0.058
	leeftijd: 40-49 jaar vs. >50 jaar	-0.271						-0.202
	opleiding: geen of laag vs. hoog	-0.744						-0.745
	opleiding: middel vs. hoog	-0.344						-0.411
	herkomst: autochtoon vs. allochtoon	-0.719**						
	autobezit: geen auto vs. >1 auto in hh	5.995***						5.310***
	autobezit: 1 auto vs. >1 auto in hh	1.857***						1.385**
	hh type: alleenstaand vs. paar met kinderen	-1.010**						-1.135**
	hh type: paar zonder vs. paar met kinderen	-0.518*						-1.343**
	woonlocatie: stad vs. platteland	0.854**						1.348**
	parkeersituatie woning: gratis vs. betaald		2.078***					1.194**
	samen reizen: solo vs. met persoon in hh			-0.937**				0.156
	samen reizen: met persoon buiten vs. in hh			-1.519**				-1.313
	ICT: gebruik email wekelijks vs niet wks				0.298			
	ICT: teleconferenties wekelijks vs. niet wks				0.148			
	ICT: telewerken wekelijks vs. niet wks				-0.127			
	voorkeur auto: nee vs. ja						2.414***	2.168***
voorkeur OV: nee vs. ja						-3.533***	-4.029***	
voorkeur fiets: nee vs. ja						0.651	0.703	
life-event 'andere baan': nee vs. ja						-0.792***		
life-event 'andere werktijden': nee vs. ja						-0.030		
life-event 'verhuizing': nee vs. ja						-0.138	1.810**	
<b>Fiets vs. auto</b>	afstand	-0.271***						-0.245***
	geslacht: vrouw vs. man	-0.557**						-0.791**
	leeftijd: 18-29 jaar vs. >50 jaar	-0.768**						-0.828*
	leeftijd: 30-39 jaar vs. >50 jaar	-0.582**						0.122
	leeftijd: 40-49 jaar vs. >50 jaar	-0.253						-0.574
	opleiding: geen of laag vs. hoog	-1.022**						-1.109**
	opleiding: middel vs. hoog	-0.456*						-0.155
	herkomst: autochtoon vs. allochtoon	0.700*						
	autobezit: geen auto vs. >1 auto in hh	5.602***						5.056***
	autobezit: 1 auto vs. >1 auto in hh	1.357***						0.515
	hh type: alleenstaand vs. paar met kinderen	-0.877**						-0.686
	hh type: paar zonder vs. paar met kinderen	-0.163						-0.163
	woonlocatie: stad vs. platteland	0.082						
	parkeersituatie woning: gratis vs. betaald		1.231***					
	samen reizen: solo vs. met persoon in hh			0.220				0.255
	samen reizen: met persoon buiten vs. in hh			-1.023				-3.294**
	ICT: gebruik email wekelijks vs niet wks				0.088			
	ICT: teleconferenties wekelijks vs. niet wks				-0.634			
	ICT: telewerken wekelijks vs. niet wks				-0.378**			
	voorkeur auto: nee vs. ja						2.548***	2.168***
voorkeur OV: nee vs. ja						0.708	-0.497	
voorkeur fiets: nee vs. ja						-2.206***	-2.208***	
life-event 'andere baan': nee vs. ja					0.119			
life-event 'andere werktijden': nee vs. ja					-0.426**			
life-event 'verhuizing': nee vs. ja					-0.019		0.735	
-2LL Intercept only	1964.623	100.928	47.376	67.065	93.102	1045.899	1979.297	
-2LL Final	1082.892	23.315	28.180	56.602	71.544	48.050	600.639	
Nagelkerke's R <sup>2</sup>	0.658	0.081	0.021	0.011	0.023	0.712	0.854	
Cases	1,112	1,112	1,112	1,112	1,112	1,112	1,112	

Notes: \*= $\alpha < 0.10$ , \*\*= $\alpha < 0.05$ , \*\*\*= $\alpha < 0.001$

## Conclusies en vervolgonderzoek

In de literatuur worden vier typen factoren onderscheiden die een belangrijke invloed hebben op de vervoerwijzekeuze: huishoud- en persoonskarakteristieken, houding en gedrag, ruimtelijke factoren en kenmerken van de verplaatsing. Sinds de snelle ontwikkeling van ICT kan ICT-gebruik als vijfde factor worden toegevoegd. Het opnemen van al deze typen factoren in een vervoerwijzekeuzemodel stelt hoge eisen aan de data. Mede daarom richten de meeste studies zich op één of twee typen factoren. Verder maken de meeste modellen geen onderscheid tussen individuele verplaatsingen en verplaatsingen die samen met anderen worden gemaakt. Inzicht in de mate waarin en voor welk soort verplaatsingen wordt samen gereisd, kan gebruikt worden om de invloed van huishoudinteracties op de vervoerwijzekeuze te bepalen. Ook dit stelt echter hoge eisen aan de data: van alle huishoudleden moeten data worden verzameld. De rijkheid van de MPN data maakt het mogelijk om al deze typen variabelen in een model op te nemen en ook om te kijken naar de invloed van samen reizen op de vervoerwijzekeuze. Hoewel nog geen data beschikbaar zijn van meerdere waves, weten we wel of en welke gebeurtenissen hebben plaatsgevonden. Op die manier is het ook mogelijk de invloed van life-events mee te nemen.

Voor dit artikel zijn data van de eerste wave van het MPN gebruikt om verschillende vervoerwijzekeuzemodellen voor woon-werkverkeer te schatten. Zowel het samen reizen als life-events hebben een significante invloed op de vervoerwijzekeuze in het woon-werkverkeer. Samen reizen naar het werk met iemand uit hetzelfde huishouden leidt tot meer autogebruik. Hoewel sprake is van een significant effect, heeft samen reizen vermoedelijk een grotere invloed als gekeken wordt naar andere motieven zoals winkelen of het bezoeken van vrienden en familie. Een andere baan zorgt ervoor dat vaker van de auto gebruik wordt gemaakt en minder vaak van het OV, terwijl andere werktijden leidt tot meer woon-werkverplaatsingen met de auto in plaats van de fiets. Kanttekening hierbij is dat voor dit artikel gebeurtenissen zijn meegenomen als verklarende variabele. Wanneer data van meerdere waves beschikbaar komen, worden in plaats van gebeurtenissen de daadwerkelijke veranderingen in mobiliteitsgedrag meegenomen als verklarende variabele.

Het opnemen van alle typen verklarende factoren in een vervoerwijzekeuzemodel heeft een significante invloed op de voorspellende kracht van het model. Vooral de persoonlijke voorkeur heeft een grote invloed op de verklaringskracht van het model. Zoals eerder benoemd, moet hierbij wel de kanttekening worden geplaatst dat respondenten mogelijk in plaats van hun voorkeur hun werkelijke gedrag hebben ingevuld. In wave 2 (uitgevoerd in het najaar van 2014) is een extra vragenlijst opgenomen over mobiliteitsvoorkeuren, attitudes en gedrag. Op basis van deze dataset kunnen geavanceerdere statistische technieken (zoals Structural Equation Modelling) worden toegepast om verschillende onafhankelijke, latente en afhankelijke variabelen te modelleren.

Er zijn verschillende richtingen voor vervolgonderzoek. Een eerste richting is om in de analyses te focussen op specifieke doelgroepen. Het zou bijvoorbeeld interessant zijn om verschillende modellen te schatten voor verschillende afstandsklassen om te zien of auto en OV meer concurrerend zijn op de lange afstanden en de auto en de fiets meer concurrerend zijn op de korte afstanden. Ook kan het zinvol zijn om interactie-effecten aan het model toe te voegen. De herkomst van iemand (allochtoon of autochtoon) kan bijvoorbeeld voor mannen of vrouwen een verschillend effect hebben op de vervoerwijzekeuze. Ook is het interessant om te kijken naar andere verplaatsingsmotieven, zoals verplaatsingen van en naar school, winkelen en vrijetijdsbesteding. In vervolg analyses met het MPN wordt in ieder geval nader ingezoomd op

de invloed van huishoudinteracties op de vervoerwijzekeuze. Voor dit artikel is alleen gekeken of iemand wel of niet heeft samen gereisd voor een verplaatsing vanuit huis naar het werk. Iemand die eerst zijn kind naar de kinderopvang heeft gebracht en daarna naar het werk is gegaan, valt hierbuiten. Het is daarom goed om niet alleen te kijken naar een specifieke woon-werkverplaatsing maar naar de totale reis die iemand maakt met de woning als herkomst en bestemming. Bovendien kan door gebruik te maken van meer geavanceerde modeltechnieken, zoals multilevel analyse, ook rekening worden gehouden met afhankelijkheden tussen individuen uit hetzelfde huishouden of tussen huishoudens met dezelfde stedelijkheidsgraad. Nu zijn alle huishoudkenmerken als persoonskenmerk in de analyses meegenomen, terwijl het beter is om rekening te houden met de verschillende niveaus (levels) in de data.

Een tweede richting voor vervolgonderzoek is het onderzoeken van de dynamiek in de vervoerwijzekeuze. Panel analyses, zoals latente klasse of latente transitie modellen (Goulias, 1999; Kroesen, 2014) kunnen toegepast worden zodra data van meerdere jaren beschikbaar komen. In aanvulling daarop, kan op basis van het 3-daags verplaatsingsdagboek ook de variatie in de vervoerwijzekeuze over meerdere dagen onderzocht worden.

Een derde richting voor toekomstig onderzoek is het verrijken van de dataset met bijvoorbeeld aanvullende ruimtelijke en ICT-kenmerken. Denk hierbij aan de afstand tot OV-voorzieningen, de afstand tot een treinstation, of de dichtheid van het aantal arbeidsplaatsen op de bestemming. Het is ook interessant om kenmerken van de niet gekozen alternatieven, zoals de reistijd, toe te voegen.

Kortom, het MPN biedt vele mogelijkheden voor vervolgonderzoek. Vooral wanneer de data van meerdere waves beschikbaar komen, kunnen uitgebreide analyses worden gedaan naar de dynamiek in het mobiliteitsgedrag over een langere periode. Met deze data is het niet alleen mogelijk om te achterhalen of en in welke mate sprake is van veranderingen in het mobiliteitsgedrag door de tijd en welke factoren daarbij een rol spelen, maar ook hoe en op welke termijn mensen reageren op bepaalde gebeurtenissen.

## Referenties

Abrahamse, W., Steg, L., Gifford, R. & Vlek, C. 2009. Factors influencing car use for commuting and the intention to reduce it: A question of self-interest or morality? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12, 317-324.

Asensio, J. 2002. Transport Mode Choice by Commuters to Barcelona's CBD. *Urban Studies*, 39, 1881-1895.

Ben-Akiva, M. & Lerman S.R. 1985. Discrete choice analysis. Cambridge: MIT Press.

Baht, C., Sivakumar, A. & Axhausen K.W. 2003. An analysis of the impact of information and communication technologies on non-maintenance shopping activities. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37 (10), 857-881.

CBS (2013). Onderzoek Verplaatsingen in Nederland, 2013. Onderzoeksbeschrijving. Centraal Bureau voor de Statistiek.

Commins, N. & Nolan, A. 2011. The determinants of mode of transport to work in the Greater Dublin Area. *Transport Policy*, 18, 259-268.

Corpuz, G. & Peachman, J. 2003. Measuring the impacts of internet usage on travel behaviour in the Sidney Household Travel Survey. Paper presented at the 26<sup>th</sup> Australian Transport Research Forum Conference, Wellington, New Zealand.

Domencich, T. & Mc Fadden, D. 1975. Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis. North Holland. Amsterdam.

Ewing, R., Schroeder, W. & Greene, W. 2004. School Location and Student Travel Analysis of Factors Affecting Mode Choice. *Transportation Research Board*, 1895, 55-63.

Ewing, R. & Cervero, R. 2010. Travel and the Built Environment. A meta analysis. *Journal of the American Planning Association* 76, 265-294.

Feng, J., Dijst, M., Wissink, B. & Prillwitz, J. 2014. Understanding mode choice in the Chinese context: The case of Nanjing metropolitan area. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 105, 315-330.

Ferrell, C.E. 2004. Home-based tele shoppers and shopping travel: do tele shoppers travel less? *Transportation research record*, 1894, 241-248.

Fujii, S. 2010. Editorial: Introduction to the special issue on behavior modification for sustainable transportation. *International Journal of Sustainable Transportation*, 4, 249-252.

Golob, T.F. & Regan, A.C. 2001. Impacts of Technology on Personal Travel and Commercial Vehicle Operations: Research Challenges and Opportunities. UC Berkely: University of California Transportation Center. Retrieved from: <https://escholarship.org/uc/item/95r7j7vk>

Goulias, K. G. 1994. Analysis of the First Two Waves of the Puget Sound Transportation Panel: Panel Attrition, Residential Location, Mode Switching, and Panel-based Forecasting: Final Report: Task D,



Latent Demand Estimation Using Panel Observations. University Park, PA: Pennsylvania State University.

Goulias, K. G. 1999. Longitudinal analysis of activity and travel pattern dynamics using generalized mixed Markov latent class models. *Transportation Research Part B: Methodological*, 33, 535-558.

Goulias, K. G., Kilgren, N. & Kim, T. 2003. A decade of longitudinal travel behavior observation in the Puget Sound region: sample composition, summary statistics, and a selection of first order findings. *10th International Conference on Travel Behaviour Research*. Lucerne.

Hensher, D. & Greene, W. 2003. The Mixed Logit model: The state of practice. *Transportation*, 30, 133-176.

Hess, S., Daly, A., Rohr, R. & Hyman, G. 2007. On the development of time period and mode choice models for use in large scale modelling forecasting systems. *Transportation Research A* 41, 802-826.

Ho, C. & Mulley, C. 2012. Incorporating intra-household interactions into a tour-based model of public transport use in car-negotiating households. *Australian Transport Research Forum*. Perth, Australia.

Ho, C. & Mulley, C. 2013. Tour-based mode choice of joint household travel patterns on weekend and weekday. *Transportation*, 40, 789-811.

Hoogendoorn-Lanser, S., Schaap, N. & Olde Kalter, M.J. 2014. The Netherlands Mobility Panel: An innovative design approach for web-based longitudinal travel data collection. *International Conference on Survey Methods in Transport*. Leura, Australia.

Kingham, S., Dickinson, J. & Copsey, S. 2001. Travelling to work: will people move out of their cars. *Transport Policy*, 8, 151-160.

Kitamura, R. 1990. Panel analysis in transportation planning: An overview. *Transportation Research Part A*, 24, 401-415.

Koppelman, F. S. & Bhat, C. 2006. A self instructing course in mode choice modelling. Multinomial and nested logit models.

Kroesen, M. 2014. Modeling the behavioral determinants of travel behavior: An application of latent transition analysis. *Transportation Research Part A*, 56-67.

Kuppam, A. & Pendyala, R. 2001. A structural equations analysis of commuters' activity and travel patterns. *Transportation*, 28, 33-54.

Line, T., Jain, J. & Lyons, G. 2011. The role of ICTs in everyday mobile lives. *Journal of Transport Geography* 19, 1490-1499.

Meerkerk, J. V., Brink, R. van de. & Geilenkirchen, G. 2012. De elektrische auto: wie kan ermee uit de voeten? Onderzoek naar het vervangingspotentieel van elektrische auto's. CVS, Antwerpen.

Meurs, H., Wissen, van L. & Visser, J. 1989. Measurement biased in panel data. *Transportation* 16(2): 175-194.

Meurs, H. 2007. Longitudinal data in transport research. Amersfoort: MuConsult.

- Müller, S., Tscharaktschiew, S. & Haase, K. 2008. Travel-to-school mode choice modelling and patterns of school choice in urban areas. *Journal of Transport Geography*, 16, 342-357.
- Oliver, A.S. 2014. Information technology and transportation - substitutes or complements. <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/52896/>
- Ortúzar, J. D. D., Armoogum, J., Madre, J.-L. & Potier, F. 2011. Continuous Mobility Surveys: The State of Practice. *Transport Reviews*, 31, 293 - 312.
- Palma, A. D. & Rochat, D. 2000. Mode choices for trips to work in Geneva: an empirical analysis. *Journal of Transport Geography*, 8, 43-51.
- Paulssen, M., Temme, D., Vij, A. & Walker, J. 2014. Values, attitudes and travel behavior: a hierarchical latent variable mixed logit model of travel mode choice. *Transportation*, 41, 873-888.
- Scheiner, J. & Holz-Rau, C. 2012. Gendered travel mode choice: a focus on car deficient households. *Journal of Transport Geography*, 24, 250-261.
- Scheiner, J. & Holz-Rau, C. 2013. A comprehensive study of life course, cohort, and period effects on changes in travel mode use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 47, 167-181.
- Schwanen, T. & Moktharian, P. L. 2005. What affects commute mode choice: neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods? *Journal of Transport Geography*, 13, 83-99.
- Timmermans, H. J. P. & Zhang, J. 2009. Modeling household activity travel behavior: Examples of state of the art modeling approaches and research agenda. *Transportation Research Part B: Methodological*, 43, 187-190.
- Tourangeau, R., Zimowski, M. & Ghadialy, R. 1997. An introduction to panel surveys in transportation studies. Chicago: Federal Highway Administration.
- Van Wissen, L. J. G. & Meurs, H. J. 1989. The Dutch mobility panel: Experiences and evaluation. *Transportation*, 16, 99-119.
- Vij, A., Carrel, A. & Walker, J. L. 2013. Incorporating the influence of latent modal preferences on travel mode choice behavior. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 54, 164-178.
- Yáñez, M. F., Mansilla, P. & De Dios Ortúzar, J. 2010. The Santiago Panel: Measuring the effects of implementing Transantiago. *Transportation*, 37, 125-149.
- Zumkeller, D. & Chlond, B. 2009. Dynamics of Change: Fifteen-Year German Mobility Panel. 88th Transportation Research Board Annual Meeting Compendium of Papers DVD, Washington. 121-128.

**Appendix 1: Overzicht bestand onderzoek naar vervoerwijzekeuze**

Onderzoek	Verplaatsings motief	Gebruikte data	Model-techniek	Verklarende factoren			
				persoons- en huishoudkenmerken	attitudes en voorkeuren	ruimtelijke kenmerken	rit kenmerken
Commins and Nolan (2011)	woon-werk	POWCAR, 2006	Conditional Logit Model (CL)	leeftijd, geslacht, huishoudtype, opleidingsniveau, beroep, aantal auto's		woon- en werklocatie, level of service OV, parkeerfaciliteiten	reistijd
Kuppam et al. (1999)	totaal	Puget Sound Transportation Panel (PSTP), 1991	Multinomial Logit Model (MNL)	leeftijd, huishoudinkomen, levenscyclus, voertuigbezit, beroep, aantal volwassenen	gemak en prestatie van vervoermiddel		
Feng et al. (2014)	woon-werk en sociaal-recreatief	Nanjing Residents Travel Survey, 2008	Multinomial Logit Model (MNL)	leeftijd, geslacht, opleiding, beroep, uren werkzaam, autobezit huishouden, huishoudinkomen, huishoudtype		inwonersdichtheid, bereikbaarheid, afstand tot metrostation, woonmilieu	
Muller et al. (2008)	onderwijs	Survey among students in Dresden, 2004	Multinomial Logit Model (MNL)	autobeschikbaarheid			afstand, weer
De Palma and Rochat (2000)	woon-werk	Survey Geneva, 1994	Nested Multinomial Logit Model (NMNL)	geslacht, kinderen <12 jaar, leeftijd, beroep, opleiding, inkomen, huishoudgrootte, flexibele werktijd	comfort		reistijd, reiskosten
Schwanen and Mokhtarian (2005)	woon-werk	Survey San Francisco Bay Area, 1998	Multinomial Logit Model (MNL)	autobeschikbaarheid, huishoudinkomen, leeftijd, huishoudtype, beroep	avonturier, frustratie, status, vrijheid, milieubewust, beleidsgevoelig	woonlocatie	

Onderzoek	Verplaatsings motief	Gebruikte data	Model-techniek	Verklarende factoren			
				persoons- en huishoudkenmerken	attitudes en voorkeuren	ruimtelijke kenmerken	rit kenmerken
Ewing et al. (2004)	onderwijs		Multinomial Logit Model (MNL)	autobezit, huishoudinkomen, rijbewijsbezit		gemiddelde loopafstand, gemiddelde bereikbaarheid vanuit woning	reistijd
Schwanen et al. (2004)	woon-werk	OVG, 1998	Multilevel Regression Analysis	autobeschikbaarheid, persoonlijk inkomen, opleiding, leeftijd, geslacht, huishoudtype		dichtheid inwoners, werkgelegenheid, gebiedstype, groeikern	
Vij et al. (2013)	woon-werk	Six-week travel diary survey Karlsruhe/Halle, 1999	Latent Class Choice Model (LCCM)	geslacht, inkomen, wel of geen baan, huishoudgrootte, burgerlijke staat, wel of geen kinderen, aantal auto's, OV-abonnement			reistijd
Scheiner and Holz-Rau (2012)	totaal	German Mobility Panel, 2004-2008	Cluster Robust Regression	geslacht, leeftijd, opleiding, aantal kinderen, autobeschikbaarheid		gemeentegrootte, woonlocatie, OV-kwaliteit woonomgeving en werk/school locatie, faciliteiten in de woonomgeving	afstand naar werk/school, aantal verplaatsingen per week
Miskeen et al. (2013)	binnenstedelijke verplaatsingen	Transportation Survey Libya, 2010	Multinomial Logit Model (MNL)	geslacht, leeftijd, nationaliteit, inkomen, autobeschikbaarheid	privacy, gemak		reiskosten, reismotief, afstand
Paulssen et al. (2014)	totaal	Survey among German consumers	Hierarchical Latent Variable Mixed Logit Model	leeftijd, geslacht, inkomen	attitudes ten opzichte van flexibiliteit, gemak en comfort	afstand tot OV-voorziening	reistijd

				Verklarende factoren			
Onderzoek	Verplaatsings motief	Gebruikte data	Model-techniek	persoons- en huishoudkenmerken	attitudes en voorkeuren	ruimtelijke kenmerken	rit kenmerken
Ho and Mulley (2013)	weekend en werkdagen	Sydney Household Travel Survey, 2010	Nested Logit Model	autobeschikbaarheid, inkomen, dagelijkse activiteit, rijbewijsbezit, werkuren, huishoudinteractie		parkeer faciliteiten	reiskosten, in-voertuigtijd, wachttijd, looptijd, reiskosten-vergoeding
Klöckner and Friedrichsmeier (2011)	onderwijs, sociaal-recreatief, werk en winkelen	Online travel survey Ruhr University Bochum, 2007	Multilevel Model	autobeschikbaarheid	intentie, gewoonte in autogebruik, sociale normen, persoonlijke normen, attitude, bewustzijn verminderen autogebruik, bewustzijn consequenties autogebruik		dag van de week, reiskosten, reismotief, weer
McKibben (2011)	woon-werk	Census data Sydney, 2006	Multivariate Analysis	weekinkomen, autobezit, aandeel woon-werkverplaatsingen binnen het huishouden		dichtheid inwoners, werkgelegenheid, nabijheid van lokale winkels, aanbod banen/huizen, aantal banen bereikbaar bij auto en OV binnen 30 minuten, afstand tot IC-station	