

# De (toe)komst van elektrische auto's in Nederland: voorkeuren van consumenten door het adoptieproces heen

**Marija Bočkarjova**

Vrije Universiteit Amsterdam, Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde,  
Afdeling Ruimtelijke Economie

**Jasper Knockaert**

Vrije Universiteit Amsterdam, Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde,  
Afdeling Ruimtelijke Economie

**Piet Rietveld**

Vrije Universiteit Amsterdam, Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde,  
Afdeling Ruimtelijke Economie

**Linda Steg**

Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen,  
Afdeling Sociale Psychologie

---

Dit paper modelleert de adoptie van elektrische auto's in Nederland aan de hand van de innovatietheorie van Rogers (Rogers, 2003). Hierbij verdelen we de potentiële consumenten onder in vijf adoptiesegmenten die systematisch verschillen in psychologische en demografische kenmerken. Met behulp van een *stated preference*-onderzoek hebben we de individuele voorkeuren voor conventionele, hybride en elektrische auto's achterhaald tijdens de drie belangrijkste adoptiefases: de introductie-, groei- en volwassenheidsfase van de innovatieverspreiding.

Onze resultaten laten zien dat voorkeuren van consumenten in verschillende adoptiefases verschillen van elkaar. Bijvoorbeeld kortere oplaadtijden vergroten de kans op de adoptie van elektrische auto's. Het belang van laadtijden vermindert echter niet gedurende de adoptiefasen maar wordt juist sterker. Daarnaast is het sleepvermogen een belangrijke eigenschap die consumentenvoorkeuren voor elektrische auto's op de Nederlandse markt bepaalt in de groei- en volwassenheidsfasen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot is een van bepalende factoren voor de voertuigkeuze in de introductie- en volwassenheidsfasen, maar verrassend genoeg niet in de groeifase. Het huidige belasting- en subsidiesysteem lijkt ongunstig uit te pakken voor elektrische auto's ten gunste van hybride auto's vooral tijdens de groeifase. Onze bevindingen impliceren dat beleid gericht op de grootschalige adoptie van elektrische auto's moet inzetten op financiële voordelen

<sup>1</sup> Vrije Universiteit Amsterdam, Department of Spatial Economics, De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam,  
T: +31(0)205986142, F: +31(0)205986004, E: [m.bockarjova@vu.nl](mailto:m.bockarjova@vu.nl) (corresponding author)

Tijdschrift Vervoerswetenschap 51 (2), april 2015, 40 - 67

M. Bočkarjova, J. Knockaert, P. Rietveld en L. Steg

De (toe)komst van elektrische auto's in Nederland: voorkeuren van consumenten door het adoptieproces heen

(groeifase), de ontwikkeling van oplaadinfrastructuur (groe- en volwassenheidsfases), de verbetering van de voertuigfunctionaliteit (groe- en volwassenheidsfases) en het verstrekken van informatie over de kritieke auto-eigenschappen (alle fases).

*Trefwoorden:* adoptiefase, consumentensegmenten, elektrische auto, innovatie, stated preference

---

## 1. Inleiding

Elektrisch vervoer zit in de beginfase van zijn marktintroductie. Elektrische auto's vormen een alternatief voor auto's die op conventionele brandstoffen (benzine, diesel) rijden. Zoals de naam al zegt, gebruiken (volledig) elektrische auto's uitsluitend een elektromotor, waarvan de accu moet worden opgeladen. Gegeven dat energie op een duurzame manier wordt geproduceerd, stoten elektrische auto's gedurende hun levenscyclus minder kooldioxyde uit dan conventionele auto's. Daarnaast bieden ze ook andere milieuvoordelen: ze produceren minder geluid, en geen fijnstof, NO<sub>x</sub> of andere broeikasgassen. Bijkomstige voordelen zijn een verminderde afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en lage operationele kosten. Deskundigen en wetenschappers wijzen echter op de inferieure technische eigenschappen van de huidige generatie elektrische auto's, zoals een kleine actieradius en een beperkt sleepvermogen. Daarnaast liggen de aanschafkosten van elektrische auto's gemiddeld ongeveer 50% hoger dan die van vergelijkbare conventionele auto's. Hierdoor legt een elektrische auto het op functionaliteit en prijs af tegen een conventionele auto (Dimitropoulos et al. 2013).

Ondanks de stimuleringsmaatregelen van de overheid om de hoge aanschafkosten te verminderen, heeft de meerderheid van de consumenten elektrische auto's tot nu toe nog niet aangeschaft als een alternatief voor conventionele auto's. Dit roept de vraag op waarom de stimulansen voorsnog weinig hebben uitgehaald om elektrische auto's op grote schaal op de markt te brengen. Wij zijn van mening dat analyses die uitgaan van een "gemiddelde" of een "representatieve" consument vaak niet inzichtelijk genoeg zijn voor doeltreffend beleid. Zoals we zullen betogen, missen de beschikbare onderzoeken vaak de dynamiek in keuzeheterogeniteit, waardoor ze mogelijkwijs leiden tot ineffektieve beslissingen inzake de stimulering van de adoptie van auto's die op alternatieve brandstoffen rijden. Ons onderzoek richt zich op het aanpakken van deze kloof, zoals hieronder wordt uitgelegd.

Elektrische auto's kunnen als innovaties worden gezien, en om die reden kan de adoptie van elektrische auto's worden beschreven aan de hand van de *innovatiediffusietheorie van Rogers* (Rogers, 2003). De theorie erkent de tijdsdimensie van het adoptieproces en gaat uit van consumentensegmenten waarvan wordt verondersteld dat ze verschillende eigenschappen en verschillende motieven hebben voor het al dan niet aanschaffen van een innovatief product in een bepaalde fase. We betogen dat de innovatietheorie van Rogers ons een beter inzicht kan geven in de dynamiek en heterogeniteit van preferenties van consumenten gedurende het adoptieproces. Het doel van dit paper is om de consumentenvoorkeuren in verschillende adoptiefases voor elektrische auto's in Nederland te achterhalen door middel van een *stated preference-experiment* dat volgens de principes van de innovatietheorie van Rogers is ontworpen.

Dit paper presenteert een model dat meer inzicht verschaft in de heterogeniteit in voorkeuren van consumenten voor elektrische auto's. We gebruiken de enquêtegegevens van een representatieve steekproef van Nederlanders met een rijbewijs. De hier gepresenteerde aanpak vangt de dynamiek van de adoptie van elektrische auto's op drie manieren. Allereerst houdt het rekening met de *dynamiek van consumenten* door op voorhand vijf consumentensegmenten te onderscheiden die op verschillende momenten overgaan tot adoptie van een elektrische auto. Hierbij gaan we uit van een theoretische veronderstelling van Rogers dat consumenten in verschillende segmenten verschillende eigenschappen hebben. Ten tweede houden we rekening met *dynamiek van het product zelf*, door aan te nemen dat de eigenschappen van zowel het innovatieve product (de elektrische auto) als de rivaliserende producten (de conventionele en hybride auto's) zullen verbeteren tijdens verschillende fases in het adoptieproces. Ten derde houdt het model rekening met de *dynamiek van de markt* door drie verschillende marktomstandigheden met verschillende marktaandelen van elektrische auto's te

onderscheiden: introductie-, groei- en volwassenheidsfase. Deze punten worden in sectie 2 toegelicht. De bijdrage van deze paper is driedig. Allereerst onderscheiden we consumentensegmenten naar persoonskenmerken zoals verondersteld in de innovatietheorie van Rogers, en gaan we na of deze groepen inderdaad verschillen in voorkeuren voor elektrische auto's. Ten tweede ontwikkelen we keuzeprofielen die relevant zijn voor elk consumentensegment, d.w.z. een situatie reproduceren waarin een consument in realiteit voor de keuze staat. Ten derde waarderen we een aantal nog niet eerder geteste eigenschappen van elektrische auto's op de Nederlandse markt, te weten: onzekerheid in de actieradius, langzaam en snel opladen, en sleepvermogen.

Het gebruik van de *stated preference* methodologie voor de studie van voorkeuren voor hypothetische producten heeft als inherente beperking dat de geanalyseerde keuzes steeds fictief zijn, zowel wat betreft de bestudeerde context (hoe zal het innovatieve product in de markt geplaatst worden?) als de voorkeuren van de respondent (zal deze op dezelfde manier een keuze maken in de realiteit?). Men heeft bijgevolg nooit zekerheid over de mate waarin bevindingen uit een *stated preference* experiment ook van toepassing zijn op reële keuzesituaties. Daarnaast is het bij keuze-experimenten steeds de kunst om de invloed van onafhankelijke variabelen (eigenschappen van de respondent en eigenschappen van de bestudeerde keuzealternatieven) afzonderlijk te identificeren. Wanneer reële keuzes voorhanden zijn is dit een prominent probleem, omdat in deze keuzes de verschillende alternatieven erg gecorreleerd zijn in hun eigenschappen (bijvoorbeeld een hogere prijs gaat dikwijls samen met hogere kwaliteit). In een *stated preference* kan de onderzoeker de eigenschappen van de alternatieven voor de fictieve keuze dusdanig manipuleren dat deze correlaties (deels) vermeden worden. Er zijn echter overwegingen, zoals het voldoende realistisch maken (contextualiseren) van de voorgestelde keuzesituaties, die grenzen stellen aan deze vrijheidsgraad. Ook wat betreft de eigenschappen van de respondent zijn de controlemogelijkheden beperkt. In onze studie (sectie 3.3) geven we aan hoe we omgaan met deze beperkingen van de gekozen methodologie van het *stated preference* keuze-experiment, en welke afwegingen we daarbij maken. Dit paper is als volgt gestructureerd: we beschrijven de dynamiek van een verspreidingsproces van een innovatie in sectie 2. Sectie 3 introduceert de *stated preference*-methodologie en het keuze-experiment. Sectie 4 beschrijft de data en de resultaten van de modelschattingen. Sectie 5 sluit het paper af met de conclusies en beleidsimplicaties.

## 2. Dynamiek van verspreiding

Er komt steeds meer literatuur beschikbaar over het marktpotentieel van auto's die op alternatieve brandstoffen rijden ("alternatieve auto's"), in het bijzonder van volledig elektrische auto's. Veel studies proberen de consumentenvoorkeuren voor eigenschappen van auto's, zoals actieradius en oplaadtijd, in geld uit te drukken (o.a. Hoen en Koetse, 2014; Dimitropoulos et al., 2013). Deze *stated preference*-onderzoeken leiden doorgaans echter tot een "gemiddeld" keuzepatroon van de steekproef, hetgeen voor beleidsmakers en -uitvoerders minder informatief is, omdat ze voorbijgaan aan verschillen in voorkeuren tussen individuen. De onderzoeken die nadrukkelijker naar verschillen in voorkeuren kijken (bijvoorbeeld Hidrue et al., 2011), onderscheiden verschillende consumentengroepen, die allen een eigen keuzepatroon hebben. Dergelijke onderzoeken veronderstellen (impliciet) dat de adoptie van alternatieve auto's een homogeen proces is, waarbij sommige consumentengroepen "altijd" en andere groepen "nooit" alternatieve auto's kopen. Dergelijke benaderingen missen de tijdsdimensie die bij het verspreidingsproces hoort.

Een veelgebruikte theorie die verschillen in adoptie van een innovatief product in de tijd beschrijft, is de innovatietheorie van Rogers (Rogers, 2003). In deze theorie is de tijdsdimensie cruciaal voor het adoptieproces. De theorie gaat uit van dynamiek in alle elementen die bij het

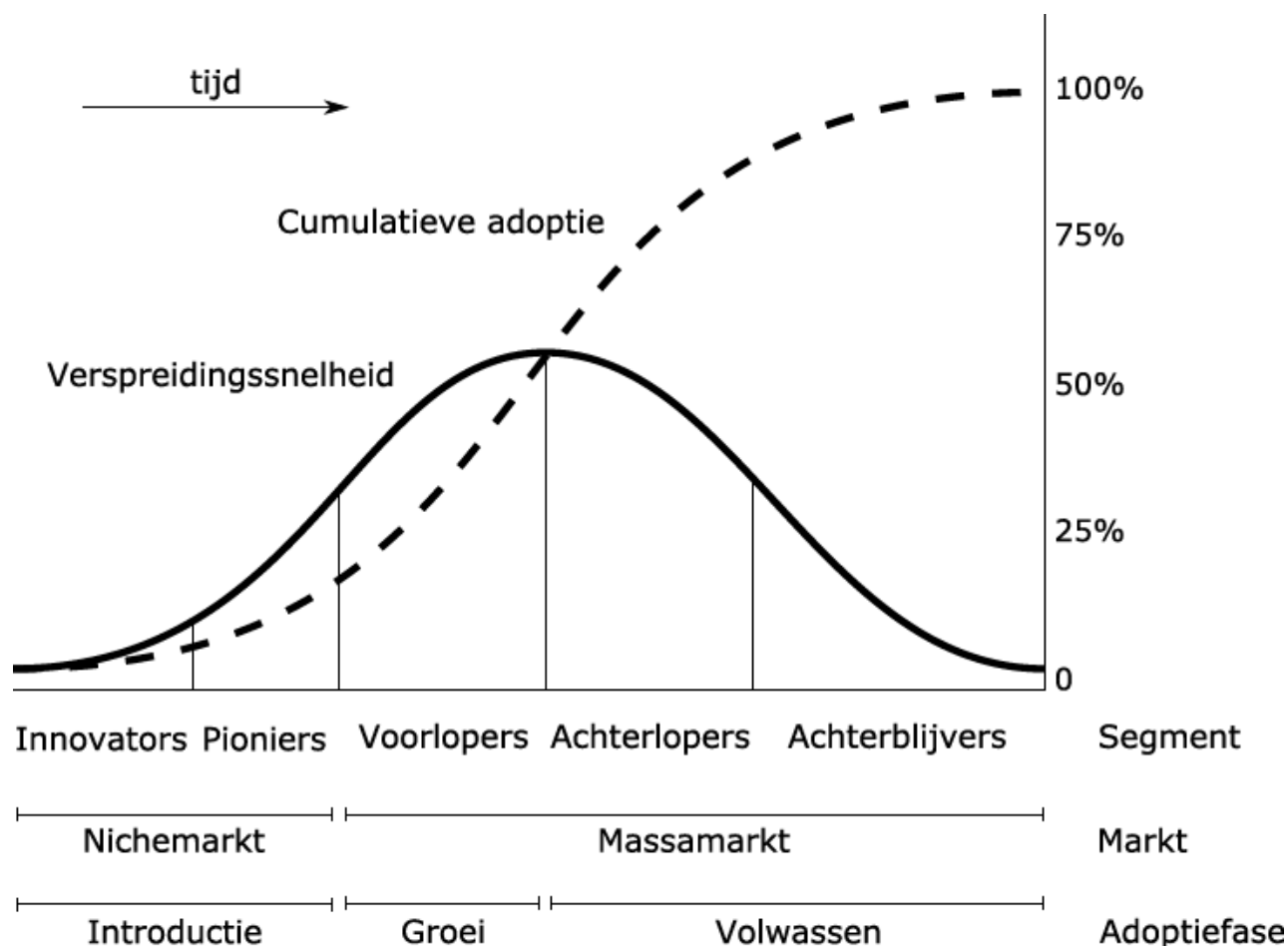
adoptieproces horen: het innovatieve product, de sociale context, de consumenten en de communicatie. Een dergelijke benadering met een expliciete tijdsdimensie onderkent dat: 1) het adoptieproces geen gebeurtenis is die zich op één moment in tijd afspeelt, en 2) het adoptieproces heterogeen is voor consumenten, markten en het product. Binnen deze context veronderstelt de tijdsdynamiek dat verschillende consumenten op verschillende momenten overgaan tot adoptie van een innovatie, waardoor ze onderhevig zijn aan verschillende marktomstandigheden, en waardoor ze een in de regel alsmaar verbeterende versie van het innovatieve product aangeboden krijgen. Daarom kan een identificatie van de consumentensegmenten behulpzaam zijn om de consumentendynamiek van het adoptieproces, die we willen onderzoeken, te achterhalen. De innovatietheorie van Rogers onderscheidt vijf consumentensegmenten die verschillen in de timing van adoptie van een innovatie, met de volgende eigenschappen:

- **Innovators (Innovators)** – avontuurlijke en goed geïnformeerde consumenten. Beschikken over voldoende middelen en durven risico's te nemen door als allereersten een innovatief product te adopteren;
- **Pioniers (Early Adopters)** – hoog opgeleide opiniemakers; zien belangrijke toekomstige toepassingen van de nieuwe technologie voor ogen en willen de eersten zijn die ervan profiteren; worden door latere adopters beschouwd als succesvolle en discrete gebruikers van innovaties;
- **Voorlopers (Early Majority)** – praktisch ingestelde consumenten die de nieuwe technologie begrijpen, maar moeten overtuigd zijn van de voordelen voordat ze overgaan tot adoptie: ze vertrouwen vooral op aanbevelingen van andere gebruikers;
- **Achterlopers (Late Majority)** – sceptische consumenten die een gevestigd product aanschaffen nadat het gemeengoed is geworden; moeten overduidelijke voordelen zien;
- **Achterblijvers (Traditionalists)** – conservatieve consumenten die wantrouwig staan tegenover nieuwe technologie; vermijden veranderingen en kiezen pas voor een nieuw product als het echt moet, of wanneer de traditionele alternatieven niet meer beschikbaar zijn.

Volgens de innovatietheorie van Rogers hebben de consumentensegmenten verschillende sociaal-economische profielen (Rogers, 2003): vroegere adopters zijn over het algemeen innovatiever en hebben een hogere mate van opinieleiderschap dan latere consumenten, waardoor ze meer invloed uitoefenen op andere consumenten dan latere adopters. Ook hebben ze meer kennis over het innovatieve product, meer financiële middelen en een hoger opleidingsniveau.

Belangrijk voor de dynamiek van het adoptieproces is het S-vormige verloop van de cumulatieve adoptie over de tijd (zie figuur 1) (Rogers, 2003). Om dit aan te duiden, gebruiken we de terminologie uit het marketingonderzoek dat in de product-levensfaseliteratuur (b.v. Mahajan et al., 1990; Stremersch & Tellis, 2004), het S-vormige adoptieproces in drie fases indeelt: introductie, groei en volwassenheid. Tijdens de *introductiefase* van een innovatie gaan relatief weinig consumenten over tot adoptie, overeenkomstig het onderste vlakke gedeelte van de S-vormige adoptiefunctie in de grafiek (figuur 1). Deze fase staat ook bekend als de nichemarkt waar het innovatief product door de innovators en pioniers wordt "getest". Als het product een succes wordt en de voorlopers overgaan tot adoptie, volgt een hoge verspreidingsnelheid (de *groeifase*) en betreedt het product de massamarkt, waarin de omzet blijft stijgen tot aan de komst van het achterloperssegment. Daarna vlakkt de adoptie af als de kleine groep achterblijvers eindelijk in actie komt (de *volwassenheidsfase*). In de groeifase, als het product de massamarkt betreedt, realiseert de productie schaalvoordelen, waardoor de prijzen per eenheid dalen. Tegelijkertijd ondergaat het product vaak een kwaliteitsontwikkeling tijdens het verspreidingsproces: in latere verspreidingsstadia zijn innovatieve producten technisch gezien vaak geavanceerder vergeleken met de introductiefase (typische voorbeelden hiervan zijn

computers, mobiele telefoons, camera's, huishoudelijke apparaten en auto's). Naast het innovatieve product kunnen de conventionele producten ook nog verbeteren door zogenaamde technologische overloopeffecten (spillovers) in de loop van het verspreidingsproces (Cowan and Hultén, 1996).



Figuur 1: Adoptie van innovaties over de tijd (klokvormige curve) en de cumulatieve adoptie (de S-vormige curve), naar: Rogers, 2003).

Gedurende de overgang van de nichemarkt naar de massamarkt en volwassenheidsfase neemt de adoptie van het innovatieve product sterk toe, waardoor het in een ander licht komt te staan. De innovatietheorie van Rogers (Rogers, 2003) suggereert twee mechanismen die de effecten van de context, of omgeving, op het verspreidingsproces verklaren. Het eerste mechanisme is de *sociale druk* om de innovators en pioniers te volgen innovatieve producten te kopen, die consumenten naar het voor- en achterloperssegment motiveert ook tot adoptie over te gaan. Een ander mechanisme is gerelateerd aan een verdere verspreiding van het innovatieve product, waardoor er meer ervaring en vaardigheden worden opgedaan, wat de *onzekerheid* van de innovatie vermindert. Het laatstgenoemde aspect is vooral van belang voor de latere adopters. Dit betekent dat latere adoptiesegmenten pas tot aanschaf van een innovatief product zullen overgaan als het onzekerheidsniveau laag genoeg is. Dat hangt weer af van de context en de snelheid van diffusie van innovaties, die worden besproken in sectie 3.

### 3. Methodologie

#### 3.1 *Het stated choice-experiment*

De *stated preference*-methode (SP) is geschikt om de voorkeuren te achterhalen voor diensten of goederen die (nog) niet op de markt gebracht zijn of niet verhandelbaar zijn (zie Hensher et al., 2000). De methode maakt het mogelijk om de latente, ofwel (gedeeltelijk) onwaarneembare voorkeuren voor echte of hypothetische producten experimenteel te onderzoeken. Volledig elektrische auto's bevinden zich in de introductiefase van het diffusieproces op de Nederlandse markt met een aandeel van 0,2% van alle verkochte personenauto's in 2011 en een aandeel van 0,02% van alle personenauto's in Nederland eind 2011 (BOVAG-RAI 2012; RVO 2011). Dit betekent dat weinig consumenten de technologie goed kennen, laat staan er persoonlijke ervaringen mee hebben. Hierdoor is *stated preference* de aangewezen methode om de voorkeuren voor elektrische auto's en hun eigenschappen<sup>1</sup> te achterhalen met behulp van een zogenaamd keuze-experiment.

We hebben een *stated preference*-experiment ontworpen om de marktdynamiek te vangen en om de consumentenvoorkeuren gedurende het verspreidingsproces van elektrische auto's te achterhalen (zie sectie 2). Het experiment maakt onderscheid tussen verschillende consumentengroepen op basis van het moment waarop ze adoptie van een elektrische auto zouden overwegen (adoptiefase) en houdt rekening met de verwachte ontwikkelingen van het innovatieve product en de verwachte marktomstandigheden. Het experiment beschrijft een bekende situatie voor de respondenten, de aanschaf van een auto, waarbij verondersteld wordt dat de keuze voor het merk en het model al is gemaakt. Dus blijft over de keuze tussen verschillende motortypes: een verbrandingsmotor, hybridemotor of een elektromotor. Verder veronderstellen we dat alle overige attributen van de auto's (die niet op de keuzekaart stonden) hetzelfde waren. De in het keuze-experiment gevarieerde attributen zijn beschreven in sectie 3.2. Het statistische ontwerp van het experiment was gebaseerd op een orthogonaal fractioneel factorieel ontwerp met in totaal 72 keuzekaarten ingedeeld in 12 blokken van 6 kaarten (zie ook Bockarjova et al., 2013).

#### 3.1 *Auto-eigenschappen in de keuze-experiment*

Vergelijkbaar met andere *stated preference*-onderzoeken naar auto's met verschillende motortypes (voor een samenvatting, zie bijvoorbeeld Hoen en Koetse, 2014), hebben we in ons experiment de volgende eigenschappen systematisch gevarieerd: de aanschafprijs (investeringskosten), de verwachte verkoopprijs over vijf jaar, gemiddelde kosten van brandstof/opladen per 100 km (operationele kosten), maximale actieradius (afstand tussen twee tankbeurten onder normale omstandigheden) en de gemiddelde CO<sub>2</sub>-uitstoot (milieuvriendelijkheid van een auto). Daarnaast hebben we een aantal eigenschappen gevarieerd die specifiek van belang kunnen zijn voor elektrische auto's: de benodigde oplaadtijd vanuit het stopcontact (thuis of op het werk; langzaam opladen) en bij een oplaadpunt (snel opladen); de minimale actieradius (onder ongunstige omstandigheden), wat de onzekerheid in actieradius weerspiegelt; de omrijtijd om naar een oplaadpunt te rijden, in vergelijking met de tijd om naar een tankstation te rijden (brandstofbeschikbaarheid); en tot slot de mogelijkheid om een trekhaak te monteren.

Opmerkelijk is dat eerder onderzoek het bezit van een trekhaak of het sleepvermogen van een auto nog niet in equivalente geldwaarde heeft uitgedrukt. Tijdens de pilotfase van de enquête bleek dat Nederlandse respondenten dit een belangrijke eigenschap vonden bij het maken van een keuze tussen verschillende autotechnologieën. Daarom is de mogelijkheid tot montage van een trekhaak als eigenschap aan het experiment toegevoegd. Alle attributen zijn op de

---

<sup>1</sup> In de *stated preference*-methode worden ze attributen genoemd.

voorbeeldkaart te zien (figuur 2) als ook zijn in appendix A te vinden.

<b>Met wat voor motor zou u de auto het liefst hebben?</b>			
	<b>Elektromotor</b>	<b>Hybridemotor</b>	<b>Verbrandingsmotor</b>
Aanschafprijs	€ 15.000	€ 11.000	€ 10.000
Verwachte verkoopprijs over 5 jaar	€ 7.500	€ 5.500	€ 5.000
Kosten van brandstof/ opladen (per 100 km)	€ 2,00	€ 6,00	€ 8,00
(kosten per 5 jaar gebaseerd op 10.000 km/jr)	(€ 1.000)	(€3.000)	(€ 4.000)
Maximale actieradius*	300 km	900 km	800 km
Minimale actieradius*	210 km	720 km	720 km
* Afstand (in km) af te leggen zonder opladen			
Oplaadtijd - thuis / op het werk (per 100 km)	3 uur	-	-
Oplaadtijd - laadstation**	15 min	-	-
Gemiddelde omwegtijd**	10 min	-	-
** Boven op de tijd om brandstofauto bij te tanken			
Mogelijkheid van een trekhaak	ja	nee	ja
Gemiddelde CO <sub>2</sub> -uitstoot (gram per km)	0 g/km	80 g/km	200 g/km
Uw keuze (één hokje a.u.b.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figuur 2: Voorbeeld van een keuzekaart.

### 3.2 Stadia van de innovatie en proefopzet

Zoals besproken in sectie 2, hebben we de innovatietheorie van Rogers gebruikt om de tijdsdynamiek in het *stated choice*-onderzoek op te nemen. Daarom hebben we op basis van Rogers' innovatietheorie een aantal aannames gemaakt. Allereerst hebben we aangenomen dat de consumenten op de markt in *ideaaltypische segmenten* onderverdeeld kunnen worden, overeenkomstig met de door Rogers (2003) voorgestelde indeling naar adoptiefase (innovators, pioniers, voorlopers, achterlopers en achterblijvers; zie appendix B), zodat we na kunnen gaan of voorkeuren verschillen voor de verschillende adoptiefases. We testen of deze indeling in adoptiefases valide is door na te gaan of consumenten in verschillende fases inderdaad verschillen in de theoretisch veronderstelde eigenschappen die we eerder bespraken: innovativiteit, opinieleiderschap, kennis, opleidingsniveau en inkomen (zie sectie 2). Ten tweede hebben we aangenomen dat de *marktomstandigheden zich ontwikkelen* tijdens het adoptieproces, zoals een groeiend aantal mensen dat een elektrische auto heeft, maar ook een lagere prijs van het product gedurende het diffusieproces, waardoor de kenmerken van de keuzeopties voor consumenten in verschillende adoptiestadia verschillen. Daarom verschilt de proefopzet (experimental treatment) voor autokeuzes in ons experiment voor consumenten in de verschillende adoptiefases door variatie in marktomstandigheden, met name in het marktaandeel van elektrische auto's, de beschikbaarheid van laadstations en de invulling van de auto-eigenschappen. We onderscheiden drie verschillende 'treatments', respectievelijk de introductiefase, groeifase en volwassenheidsfase. Ten derde, zoals in sectie 2 al werd betoogd, hebben we aangenomen dat de consumentensegmenten en de marktomstandigheden *op elkaar afgestemd* moeten worden omdat verschillende typen consumenten in verschillende adoptiefases elkaar opvolgen in de loop van diffusieproces. Daarom beoordeelden innovators en pioniers keuzesituaties zoals die zich in de introductiefase voordoen, voorlopers beoordeelden keuzesituaties zoals die zich in de groeifase voordoen, terwijl achterlopers en achterblijvers keuzesituaties beoordeelden zoals die zich voordoen in de volwassenheidsfase. Hierdoor



beoordelen respondenten in verschillende adoptiefases keuzes die realistisch voor hen zijn, oftewel die passen bij het stadium waarin zij overwegen om over te gaan tot adoptie.

In de SP literatuur wordt veel aandacht besteed aan de waarheidsgetrouwheid van de aan de respondent voorgelegde keuzes in verband met het waarborgen van de externe validiteit van de data verzameld in een keuze-experiment. Recent onderzoek richt zich op de waarheidsgetrouwheid van fictieve keuzes, oftewel de mate waarin keuze-experimenten in staat zijn om daadwerkelijke keuzesituaties te reproduceren zoals die zich voordoen (Collins et al., 2013). Rose and Hensher (2006) geven aan dat een keuze-experiment waarheidsgetrouwer wordt naarmate de alternatieven, attributen en attribuutniveaus de omstandigheden waarin respondenten keuzes maken beter benaderen. Het maken van een realistische keuze is namelijk onmogelijk voor een respondent als de voorgelegde alternatieven voor hem/haar niet relevant zijn, oftewel buiten het bereik liggen waarbinnen de respondent zijn/haar keuzes maakt. Om dit te voorkomen betekent dit in ons geval dat consumenten in verschillende adoptiefases verschillende keuzesituaties aangeboden krijgen, die aansluiten bij het moment waarop zij adoptie van een elektrische auto overwegen. In het hier gepresenteerde experiment kan men daarbij denken aan de achterblijvers die gehecht zijn aan traditionele, bewezen producten, en in beginsel tegen innovatieve producten zijn omdat die te veel onzekerheid impliceren, wat voor deze groep consumenten te hoge risico's met zich brengt (Rogers, 2003). Aan het begin van verspreidingsproces bevinden innovatieve producten zich daarom zeer waarschijnlijk buiten het bereik van producten die een achterblijver überhaupt in overweging zou nemen bij het maken van een keuze voor een nieuwe aankoop. Daarom hebben we aan respondenten keuzes voorgelegd die aansluiten bij de adoptiefase waarin een potentiële adopter een aankoop zou overwegen; de marktomstandigheden en de eigenschappen van de elektrische auto verschillen in elke adoptiefase van het innovatieve product. Het afstemmen van de keuzeopties op de segmenten zorgt ervoor dat de voorkeuren van de "juiste" consumenten onder de "juiste" marktomstandigheden worden gewaardeerd.<sup>2</sup>

Op basis van de theoretische veronderstellingen van de innovatietheorie van Rogers hebben we een vraag opgenomen om respondenten aan een bepaalde adoptiefase toe te kennen (zie appendix A). Van respondenten die zichzelf identificeren als *innovators* of *pioniers* werd verondersteld dat ze tot de aankoop van een innovatief product overgaan vanwege de nieuwheid ervan, en dat ze bereid zijn risico's te nemen. Deze respondenten beoordelen keuzeprofielen zoals die zich in de introductiefase voordoen. In dit experiment veronderstellen we dat deze fase een klein marktaandeel van elektrische auto's kent (0,1% van het totale wagenpark)<sup>3</sup> en een klein netwerk van oplaadpunten, dat vooral in stedelijke gebieden te vinden is.<sup>4</sup> Van de consumenten in het volgende segment, de *voorlopers*, wordt verondersteld dat ze pragmatischer zijn, hoewel ze de pioniers wel willen volgen. Respondenten die zichzelf identificeren als voorlopers, beoordelen keuzeprofielen zoals die zich in de groeifase voordoen, met daarbij een groter marktaandeel van elektrische auto's (5% van het wagenpark) en een uitgebreider netwerk van oplaadpunten. Tot slot werd van de consumenten in de laatste twee segmenten, de *achterlopers* en de *achterliggers*, verondersteld dat ze sceptisch jegens innovatieve

---

2 In het opzet van ons keuze-experiment is gezorgd voor overlap in het bereik van auto-eigenschappen tussen de drie verspreidingsstadia, wat de vergelijking van waarderingen van deze eigenschappen tussen de verspreidingsstadia mogelijk maakt.

3 De getoonde marktaandelen van volledig elektrische auto's voor elke adoptiefase in het keuze-experiment zijn afgeleid van de streefwaarden voor het aandeel van elektrische voertuigen in het Nederlandse wagenpark (volgens Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO 2012) en zijn aangepast aan het te verwachten aantal volledig elektrische personenauto's.

4 Voor elke adoptiefase zijn de waarden van de getoonde auto-eigenschappen aangepast om overeen te stemmen met de heersende (verwachte) marktomstandigheden om zodoende de keuzerelevantie in de consumentensegmenten te vergroten zoals beschreven in het vervolg van deze sectie. De in het experiment toegepaste waarden van de eigenschappen zijn volledig gedocumenteerd in appendix A.

auto's staan. Daardoor stellen ze hun aankoop tot een latere fase uit, als het product al uitgeprobeerd is, de eigenschappen zijn verbeterd en de schaalvoordelen zich voordoen. Deze respondenten beoordelen keuzeprofielen zoals die zich in de volwassenheidsfase voordoen, met daarbij een groot marktaandeel van elektrische auto's (10% van het wagenpark) en een dicht landdekkend netwerk van oplaadpunten.

Auto-eigenschappen die in ons keuze-experiment worden getoond veranderen samen met de fases van de diffusie van elektrische auto's (een overzicht van attribuutniveaus en -waardes zijn in appendix A te vinden). Wij veronderstellen dat de introductiefase ongeveer de marktsituatie op het moment van dataverzameling weerspiegelt, waarbij de "conventionele" brandstof auto de laagste aanschafprijs heeft, terwijl de elektrische auto in aanschaf het duurst is. De aanschafprijs is aangepast aan wat de respondenten verwachtten te betalen voor een volgende brandstofauto (de gegevens hierover zijn beschikbaar vanuit de vragenlijst). De verkoopprijs over vijf jaar – de gemiddelde tijd voordat men een gekochte auto in Nederland weer verkoopt – wordt berekend als een percentage van de aanschafprijs, dat systematisch gevarieerd wordt. Qua brandstofverbruik veronderstellen we dat de elektrische auto de laagste operationele kosten heeft, gevolgd door de hybride auto, terwijl de operationele kosten van de brandstofauto per gereden kilometer het hoogst zijn. Wij veronderstellen verder dat een elektrische auto in de introductiefase een relatief kleine actieradius, en een relatief lange oplaad- en omrijtijd heeft. Ook wordt aangenomen dat aan hybride en elektrische auto's door hun geringe sleepvermogen geen trekhaak bevestigd kan worden, in tegenstelling tot brandstofauto's. In de volgende twee verspreidingsfases, de groei- en volwassenheidsfases, hebben we aangenomen dat de functionele eigenschappen van elektrische auto's verbeteren ten opzichte van de introductiefase. We veronderstellen een verbetering van de actieradius en oplaadprestaties, alsmede de vergroting van het netwerk van oplaadpunten, wat voor kleinere omrijtijden zorgt. Vanwege technologische overloopeffecten (Cowan and Hultén, 1996) nemen we aan dat hybride en conventionele motoren ook zuiniger worden, wat resulteert in lagere operationele kosten voor deze voertuigtypen in de groei- en volwassenheidsfases.

### *3.4 Statistisch model*

We hebben gebruikgemaakt van een discretekeuzemodel met probabilistische nutsfunctie (random utility model) dat ervan uitgaat dat de respondenten hun nut maximaliseren. De nutsfunctie bestaat hierbij uit twee delen: een deterministisch gedeelte, de systematische component die alle in het experiment getoonde auto-eigenschappen omvat; en een toevalscomponent, ofwel het stochastische gedeelte, die alle andere aspecten van keuze meeneemt die buiten het experiment vallen (Louviere et al., 2000). We hebben nutsfuncties gespecificeerd met auto-eigenschappen die variëren tussen de alternatieven, om zodoende een multinomialelogitmodel te schatten. Door de geschatte coëfficiënten te delen door de monetaire coëfficiënt (als maat voor het marginale nut van inkomen) verkrijgen we de impliciete betalingsbereidheid voor auto-eigenschappen (Louviere et al., 2000). Deze betalingsbereidheid geeft de in geld uitgedrukte waardering weer van auto-eigenschappen die een rol spelen bij autokeuzes.

## 4. Resultaten

De data zijn in juni 2012 verzameld met behulp van een internetpanel van een marktonderzoekbureau (Panel Inzicht). Het invullen van de enquête duurde gemiddeld een half uur. In totaal hebben 2977 respondenten de enquête ingevuld. De steekproef is redelijk representatief voor de volwassen Nederlandse bevolking en voor rijbewijshouders als het gaat om leeftijd, geslacht, opleiding en inkomen (beschrijvende statistieken staan in tabel 1). De enquête bevatte naast het experiment ook vragen over demografische gegevens, autobezit, en houdingen en opvattingen. Vragen die voor de huidige studie van belang zijn, zijn te vinden in appendix B.

### 4.1 Consumentensegmenten

De gegevensanalyse in deze sectie omvat de indeling van respondenten in consumentensegmenten en validatie ervan. De consumenten kregen een beschrijving van elk segment te zien gebaseerd op de beschrijving van adoptiesegmenten door Rogers aangepast aan de context van innovatieve auto's. Respondenten werden gevraagd tot welk van deze segmenten ze behoren als autokoper (zie appendix B). Onze steekproef was als volgt onderverdeeld: 1,9% behoorde tot de *innovators*, 8,0% tot de *pioniers*, 42,2% tot de *voorlopers*, 38,1% tot de *achterlopers* en 9,8% tot de *achterblijvers*, wat komt overeen met de theoretische verwachting van de verdeling van consumentensegmenten volgens Rogers (2003) (zie ook figuur 1). Vervolgens hebben we de validiteit van deze indeling getoetst door na te gaan of deze groepen verschillen in psychologische en demografische variabelen, zoals theoretisch verondersteld in de innovatietheorie. De gemiddelde scores op innovativiteit, kennis van alternatieve voertuigtechnologie en opinieleiderschap nemen geleidelijk af van de eerdere naar de latere adoptiesegmenten; deze verschillen zijn statistisch significant voor alle segmenten (tabel 2). Trends zijn te zien bij opleiding, inkomen en leeftijd, waarbij opleidingsniveau en inkomen dalen, en leeftijd stijgt met de progressie over de consumentensegmenten. Meer achtergrondinformatie is te vinden in Bočkarjova en Steg (2013). Resultaten in tabel 2 laten zien dat de vijf consumentensegmenten inderdaad systematisch verschillen in de psychologische en demografische kenmerken conform de theoretische voorspellingen van de innovatiediffusietheorie.

Tabel 1: Demografische gegevens

	Nederlandse bevolking <sup>a</sup>	Steekproef
<b>Geslacht (man)</b>	49,5%	49,6%
<b>Leeftijd<sup>b</sup></b>		
19-25	6,7%	6,4%
26-35	15,0%	15,6%
36-45	21,5%	25,9%
46-55	22,9%	22,3%
56-65	18,4%	15,9%
65 en ouder	15,5%	14,0%
<b>Opleiding</b>		
Basisschool of lager	5,1%	8,1%
Voortgezet en beroepsonderwijs	60,3%	56,6%
Hogeschool of universiteit	33,6%	35,3%
<b>Huishoudinkomen</b>		
Minder dan €15.900	20%	9,9%
€15.900 - €22.400	20%	14,9%
€22.400 - €30.400	20%	17,4%
€30.400 - €41.000	10%	11,0%

€41.000 - €51.000	20%	14,6%
Meer dan €51.000	10%	7,3%
Onbekend	---	24,9%

<sup>a</sup> Gegevens van geslacht, opleiding en inkomen van de Nederlandse bevolking zijn afkomstig van het CBS (2011).

<sup>b</sup> De aandelen gelden voor de Nederlandse bevolking van 18 jaar en ouder. (BOVAG-RAI, 2012).

Tabel 2: Demografisch en psychologisch profiel van de steekproef en per adoptiesegment (de standaarddeviaties van continue variabelen staan tussen haakjes).

	Innovators en pioniers <sup>d</sup>	Voorlopers	Achterlopers	Achterblijvers	Totale steekproef
<b>Algemene innovativiteit</b>	**3,78 (0,99)	**2,75 (0,97)	**2,09 (0,88)	**1,89 (0,84)	2,52 (1,07)
<b>Opinieleiderschap</b>	**3,29 (1,11)	**2,36 (1,02)	**1,90 (0,85)	**1,84 (0,85)	2,23 (1,04)
<b>Kennis</b>	**4,08 (1,06)	**3,22 (1,18)	**2,63 (1,23)	**2,20 (1,24)	2,98 (1,29)
<b>Leeftijd</b>	**43,89 (14,36)	**46,25 (13,85)	**48,49 (13,79)	**52,12 (13,84)	47,45 (14,03)
<b>Man<sup>a</sup></b>	**0,69	**0,51	**0,43	<sup>a</sup> 0,48	0,50
<b>Universitair onderwijs<sup>b</sup></b>	<sup>b</sup> **0,46	<sup>b</sup> **0,43	**0,29	**0,18	0,35
<b>Bovenmodaal inkomen<sup>c</sup></b>	<sup>c</sup> **0,74	<sup>c</sup> **0,73	**0,61	**0,52	0,67
<b>Geen inkomensinformatie</b>	**0,17	0,24	0,27	0,30	0,25
<b>Resp. dat inkomen opgeeft</b>	245	953	832	203	2233
<b>Aantal respondenten</b>	294	1256	1132	292	2974
<b>Relatieve segmentgrootte (% van de steekproef)</b>	9,89%	42,23%	38,06%	9,82%	100%

\*\* Alle groepen verschillen statistisch significant ( $p < .05$ , ANOVA)

<sup>a</sup> Gemiddeld aandeel mannen verschilt tussen alle groepen, behalve voor de achterblijvers, die alleen verschillen van de innovators en de pioniers.

<sup>b</sup> Gemiddeld aandeel van respondenten dat universitair onderwijs heeft genoten verschilt tussen alle groepen, behalve voor de innovators en de pioniers, die niet afwijken van de voorlopers.

<sup>c</sup> Gemiddeld aandeel van respondenten met een bovenmodaal inkomen verschilt tussen alle groepen, behalve voor de innovators en pioniers, die niet afwijken van de voorlopers.

<sup>d</sup> De segmenten innovatoren en pioniers zijn samengevoegd om de statistische kracht van de analyse te vergroten.

#### 4.2 Schatting van het model

In deze sectie rapporteren we de schattingsresultaten van de keuzemodellen om na te gaan of de voorkeuren van consumenten in verschillende adoptiefases verschillen, zoals verondersteld in de innovatietheorie van Rogers. We hebben voor elk van de drie marktstandigheden (of adoptiefases) een model geschat: de introductiefase (innovators en pioniers), de groeifase (voorlopers) en de volwassenheidsfase (achterlopers en achterblijvers). Ter illustratie rapporteren we ook de modelschattingen voor de volledige steekproef. Alle geschatte coëfficiënten zijn weergegeven in tabel 3 en hebben het verwachte teken: een hogere aanschafprijs, operationele kosten en laadtijd leiden bijvoorbeeld tot een lager nut, of wenselijkheid, en daarmee tot een lagere kans op adoptie, terwijl hogere actieradius en de aanwezigheid van een trekhaak leiden tot een hoger nut en daarmee tot een hogere kans op adoptie. De statistisch significante coëfficiënten verklaren de voorkeur van consumenten. De resultaten van het keuzemodel laten zien dat de voorkeuren voor auto's en de waardering van auto-eigenschappen van de consumenten in de verschillende adoptiefases verschillen. De voorkeuren van innovators en pioniers worden vooral bepaald door de minimale actieradius en de CO<sub>2</sub>-uitstoot per gereden kilometer. De voorkeuren van de voorlopers worden vooral bepaald door de minimale actieradius, oplaadtijden (van zowel langzaam als snel opladen) en de

aanwezigheid van een trekhaak. Voor de achterlopers en achterblijvers zijn vooral de oplaadtijden van belang, alsmede CO<sub>2</sub>-uitstoot en de aanwezigheid van een trekhaak. Deze consumenten vinden ook zowel de maximale actieradius (voor alle voertuigtypes) als de minimale actieradius (voor elektrische auto's) van belang bij het maken van een autokeuze. De resultaten van de schattingen laten zien dat laadtijden de autokeuzes in de introductiefase niet bepalen, maar wel belangrijk worden in de groei- en volwassenheidsfasen. De hoogte van de CO<sub>2</sub>-uitstoot beïnvloedt consumentenvoorkeuren in de introductie- en volwassenheidsfase, maar verrassend genoeg niet in de groeifase. Verder zijn de voorlopers (groeifase) het enige segment dat een hybride auto preferereert boven een conventionele brandstofauto.

Tabel 3: Schattingen van het multinomialelogitmodel – voor de gehele steekproef (geschatte coëfficiënten met standaardfouten tussen de haakjes).

	Totale steekproef	Innovators en pioniers	Voorlopers	Achterlopers en achterblijvers
	1	2	3	4
Hybride auto (constante)	0,1450 *** (0,0376)	-0,0022 (0,1730)	0,6840 *** (0,0720)	0,0276 (0,0499)
EV (constante)	-1,0300 *** (0,1400)	-1,9500 *** (0,6120)	-1,1000 *** (0,2320)	-0,4750 *** (0,1940)
Aanschaf- en verkoopprijs (x €1,000)	-0,0861 *** (0,0054)	-0,0586 *** (0,0137)	-0,0902 *** (0,0080)	-0,1030 *** (0,0087)
Operationele kosten (€/100km)	-0,1250 *** (0,0047)	-0,0962 *** (0,0126)	-0,1470 *** (0,0079)	-0,1200 *** (0,0069)
Maximale actieradius (km)	0,0006 *** (0,0002)	0,0001 (0,0006)	0,0003 (0,0003)	0,0009 *** (0,0003)
Minimale actieradius (km) (hybride en conventioneel)	0,0003 * (0,0002)	0,0005 (0,0006)	0,0003 (0,0003)	0,0003 (0,0002)
Minimale actieradius (km) (elektrisch)	0,0020 *** (0,0003)	0,0053 *** (0,0021)	0,0041 *** (0,0006)	0,0010 ** (0,0005)
Langzaam opladen (uren)	-0,0816 *** (0,0149)	-0,0903 (0,0544)	-0,0541 *** (0,0235)	-0,1050 *** (0,0216)
Snel opladen & omrijtijd (minuten)	-0,0065 *** (0,0015)	-0,0028 (0,0058)	-0,0058 *** (0,0025)	-0,0106 *** (0,0023)
CO <sub>2</sub> -uitstoot (g/km)	-0,0038 *** (0,0004)	-0,0038 *** (0,0013)	-0,0009 (0,0007)	-0,0018 *** (0,0006)
Trekhaak	0,2470 *** (0,0241)	--	0,2380 *** (0,0358)	0,2630 *** (0,0341)
<i>Aantal parameters:</i>	8	7	8	8
<i>Steekproefgrootte:</i>	17.862	1.770	7.536	8.556
<i>Uiteindelijke log-likelihood:</i>	-17.910	-1.663	-2.873	-8.815

\*\*\*, \*\*, \* Parameters zijn statistisch significant, met een significantieniveau van minimaal 1%, 5% en 10%, respectievelijk.

Tabel 4: Betalingsbereidheid in euro's afgeleid van het multinomialelogitmodel.<sup>a</sup>

	Totale steekproef	Innovators en pioniers	Voorlopers	Achterlopers en achterblijvers
Hybride auto	€ 1.684 **	€ 37	€ 7.583 **	€ 268
Elektrische auto	-€ 11.963 **	-€ 33.276 **	-€ 12.195 **	-€ 4.612 **
Brandstofverbruik (€/100km)	-€1.452 **	-€1.642 **	-€1.630 **	-€1.165 **
Maximale actieradius (km)	€ 6 **	€ 2	€ 3	€ 8 **
Minimale actieradius (km) (hybride en conventioneel)	€ 4	€ 9	€ 3	€ 3
Minimale actieradius (km) (elektrisch)	€ 24 **	€ 90 **	€ 46 **	€ 10 **
Langzaam opladen (uren)	-€ 948 **	-€ 1.541	-€ 600 **	-€ 1.019 **
Snel opladen & omrijtijd (minuten)	-€ 75 **	-€ 47	-€ 65 **	-€ 103 **
CO <sub>2</sub> -uitstoot (g/km) <sup>a</sup>	€ 44 **	€ 64 **	€ 10	€ 17 **
Trekhaak	€ 2.869 **	---	€ 2.639 **	€ 2.553 **

\*\* Afgeleide betalingsbereidheid is statistisch significant ( $p < .05$ ).

<sup>a</sup> Hoewel het marginale nut van een extra eenheid CO<sub>2</sub>-uitstoot negatief is (zie tabel 3), rapporteren we hier positieve waarderingen voor CO<sub>2</sub>-uitstoot als maat voor de voorkeur voor elektrische auto's t.o.v. conventionele auto's op het vlak van impact op de leefomgeving.

#### 4.3 Proefopzet en schattingsresultaten

In deze sectie bespreken we de resultaten van onze schattingen met betrekking tot het ontwerp van het keuze-experiment. We zullen dat doen aan de hand van de betalingsbereidheid die de in geld uitgedrukte waardering van auto-eigenschappen weergeeft (tabel 4). Zoals besproken in sectie 3.3 zijn in ons experiment verschillen in proefopzet gerelateerd aan de segmenten om te garanderen dat iedereen realistische keuzesituaties kreeg voorgelegd. Om een juiste interpretatie te geven aan onze resultaten moeten we controleren of de verschillen in waarderingen voor de segmenten verband houden met het feit dat verschillende adoptiesegmenten i) auto's met verschillende eigenschappen beoordeelden en ii) keuzesituaties met verschillende marktaandeelen van elektrische auto's voorgelegd kregen. Wat betreft het laatste punt, geven Mau et al. (2008) aan dat de geschatte voertuigtypeconstanten, als ook de coëfficiënten van brandstofkosten en actieradius kleiner worden als het marktaandeel van elektrische auto's gedurende het verspreidingsproces toeneemt; dit is het zogenaamde meedoen-effect (wat Mau et al., 2008 ook "neighbour effect" noemen) wat algemene acceptatie van innovatieve producten reflecteert naarmate het adoptieproces vordert ("ik zou ook een auto willen zoals die van mijn buurman"). Anders gezegd: de waardering van de eigenschappen van innovatieve auto's wordt gunstiger naarmate hun marktaandeel toeneemt. We zouden daarom verwachten dat de waardering van alle auto-eigenschappen gunstiger worden in opeenvolgende adoptiefases. Gelijk aan Mau et al. (2008), vinden we dit effect ook in de waarderingen van de elektrische auto en van de minimale actieradius van de elektrische auto tussen onze segmenten, maar niet in de waardering van brandstofkosten (in ons geval operationele kosten) of van andere eigenschappen (tabel 4). Daarnaast zou dit effect van de proefopzet op de geschatte coëfficiënten nog versterkt moeten worden vanwege het afnemende marginale nut van steeds gunstigere eigenschappen van de elektrische auto die aan de respondenten in de latere adoptiefases werd voorgelegd (Dimitropoulos et al., 2013). We zouden daarom ook hier verwachten dat de waardering van alle auto-eigenschappen gunstiger worden in opeenvolgende adoptiefases. We vinden voor dit effect echter geen bewijs in onze data (geen verwachte patronen voor de waardering van de maximale actieradius, brandstofverbruik, snel en langzaam opladen, CO<sub>2</sub>-uitstoot). Dat geeft ons voldoende vertrouwen dat we de resultaten van het model en verschillen in waarderingpatronen kunnen relateren aan de verschillen in persoonlijke kenmerken tussen de consumentensegmenten.

#### 4.4 Analyse

We nemen een aantal patronen waar in de voorkeuren van de verschillende adoptiesegmenten aan de hand van betalingsbereidheid (tabel 4). Allereerst is de waardering van een hybride auto vergeleken met een conventionele auto in geen enkele adoptiefase negatief, en is deze in het voorloperssegment zelfs significant positief. Dit betekent dat de innovators, pioniers en achterblijvers op de Nederlandse markt geen duidelijke voorkeur hebben voor een hybride of een conventionele auto, terwijl de voorlopers een voorkeur voor hybride auto's hebben. Dit patroon kan niet verklaard worden door de gekozen onderzoeksopzet (zie voorgaande sectie), maar betreft wellicht authentieke voorkeuren van autokopers in de verschillende segmenten. Om de onderliggende redenen voor deze voorkeuren uit te diepen is uitgebreider onderzoek noodzakelijk. Onze huidige bevinding impliceert echter dat hybride auto's eigenlijk niet meer gesubsidieerd hoeven te worden op de massamarkt (en met name bij het voorloperssegment) – wat overigens wel het geval is ten tijde van het onderzoek. Subsidies zouden de kopers van hybride auto's dus niet over de streep halen om de zo'n auto te gaan aanschaffen maar alleen geld opleveren voor de keuze die ze zonder subsidie al lijken te gaan maken (het geschatte voordeel van hybride auto's ten aanzien van een brandstofauto is €7.583 voor het voorloperssegment, zie tabel 4).

Ten tweede is de waardering van een elektrische auto vergeleken met een conventionele auto negatief, maar het verschil loopt gedurende het verspreidingsproces terug (van €33.276 in de introductiefase naar €4.612 in de volwassenheidsfase). Dit patroon is waarschijnlijk te danken aan het verspreidingsniveau van de elektrische auto (het meedoen-effect) besproken in sectie 4.3. Niettemin betekent dat dat Nederlandse automobilisten conventionele brandstofauto's prefereren boven elektrische auto's, zelfs bij een groeiende aandeel elektrische auto's op de weg door alle adoptiefases heen, en dat monetaire prikkels nodig kunnen zijn om consumenten voor een elektrische auto te laten kiezen. Deze bevindingen suggereren dat elektrische auto's zonder externe interventies tijdens het hele verspreidingsproces op de Nederlandse markt niet op grote schaal zullen worden aangeschaft.

Verder is de maximale actieradius van een elektrische auto (net als een hybride of conventionele auto) geen significante voorspeller van voertuigkeuze in de introductie- en groeifase van het verspreidingsproces (tabel 3, kolommen 2 en 3). Merkwaardig is dat de maximale actieradius een significante, maar in absolute zin geringe, invloed heeft op de keuze van de achterlopers en achterblijvers met een waarde van €8 per km (tabel 4). De waardering van de minimale actieradius van een elektrische auto is echter tijdens alle adoptiefases positief, maar varieert in hoogte tussen €90 (innovators en pioniers) en €10 (achterlopers en achterblijvers) per extra kilometer. Dit resultaat suggereert dat wanneer informatie over deze auto-eigenschappen beschikbaar komt, individuele beslissingen eerder op basis van de minimale actieradius dan op de maximale actieradius worden gebaseerd. Dit kan het geval zijn doordat informatie over minimale prestatie-indicatoren sterker de onzekerheid gerelateerd aan het innovatieve product vermindert, hetgeen inherent is aan het adoptieproces (sectie 2 van dit artikel en Rogers, 2003). Hoewel informatie over de minimale actieradius de mogelijkheden van een elektrische auto lijkt te onderschatten, zou het juist consumenten helpen leren anticiperen op de beperkte actieradius en een deel van de onzekerheid wegnemen, waardoor ze makkelijker zouden overgaan tot adoptie.

Een andere interessante bevinding is dat de gemiddelde CO<sub>2</sub>-uitstoot per gereden kilometer een belangrijke voorspeller is van voertuigkeuzes tijdens de introductiefase en de volwassenheidsfase, maar niet tijdens de groeifase. Innovators en pioniers zijn bereid €64 te betalen voor 1g minder CO<sub>2</sub>-uitstoot per gereden km, en achterlopers en achterblijvers zijn bereid daarvoor €17 te betalen. Het niet significante resultaat van de CO<sub>2</sub>-parameter in het voorloperssegment is onverwacht. Wij hebben geen directe verklaring voor deze bevinding; we

kunnen hier alleen over speculeren. Enerzijds kan dat betekenen dat het milieuaspect in de vorm van CO<sub>2</sub>-uitstoot voor deze groep consumenten simpelweg niet belangrijk is bij het maken van autokeuzes. Anderzijds kan het suggereren dat consumenten mogelijk een eigen interpretatie geven aan de technische informatie van autoproducenten over de uitlaat uitstoot van CO<sub>2</sub>, waardoor de autokeuzes van deze respondenten niet zouden afhangen van de getoonde waarden van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in onze experiment. Het argument hierbij is dat daadwerkelijke CO<sub>2</sub>-uitstoot niet beperkt blijft tot uitlaatemissies, maar dat ook CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten bij de productie van de energie die wordt gebruikt om een elektrische auto aan te drijven. Deze uitleg werd genoemd door sommige respondenten tijdens de pilotstudie. De opzet van ons onderzoek maakt het niet mogelijk om hier hardere uitspraken over te doen; dit is een belangrijke vraag voor vervolgonderzoek.

De volgende bevinding heeft betrekking op de Nederlandse massamarkt, d.w.z. de voorlopers, achterlopers en achterblijvers. In deze segmenten worden de voorkeuren van consumenten bepaald door de benodigde oplaadtijd (zowel langzaam als snel laden) van een elektrische auto. Dit is anders dan bij de introductiefase, waar de waardering van deze eigenschappen niet significant is. Verder is de waardering van oplaadtijden hoger bij de achterlopers en achterblijvers dan bij de voorlopers (respectievelijk €103 en €65 per minuut snellaadtijd, en €1.019 en €600 per uur langzaam laden, zie tabel 4). In overeenstemming met onder anderen Hoen en Koetse (2014), vinden we een toenemend negatief nut bij afnemende oplaadtijden van het snel opladen. Dit is opvallend, omdat de waardering van auto-eigenschappen met het groeiende marktaandeel van elektrische auto's naar verwachting gunstiger zou worden omwille van het *meedoen*-effect, zie Mau et al. (2008) en sectie 4.3. Ons model maakt het echter mogelijk om deze resultaten op grond van verschillen tussen consumenten naar segment te interpreteren. De oplaadinfrastructuur is volgens onze resultaten dus van groter belang voor de potentiële kopers op de Nederlandse massamarkt, d.w.z. voorlopers, achterlopers en achterblijvers, omdat deze consumenten meer waarde hechten aan deze eigenschappen dan de pioniers. Eerder onderzoek wees al uit dat de dichtheid van de oplaadinfrastructuur sterk gerelateerd is aan het marktaandeel van elektrische auto's (Sierzchula et al., 2014), waarbij een aanmerkelijk hoger marktaandeel van elektrische auto's is gevonden in landen met een dicht vertakt netwerk van oplaadpunten. Hiervoor zijn mogelijk twee redenen: kleinere omrijtijden en grotere betrouwbaarheid, wat gerelateerd is aan de aanwezigheid van snellaadstations (Anegawa, 2010).

Tot slot beschouwen autorijders op de massamarkt de mogelijkheid van een trekhaak als een belangrijke eigenschap en hechten ze er een aanzienlijke monetaire waarde aan. Dit impliceert dat sleepvermogen een positieve invloed heeft op de verspreiding van elektrische auto's. Wellicht heeft dat bijgedragen aan de verkoopcijfers van de eerste hybride auto's met sleepvermogen, zoals de Mitsubishi Outlander en de Volvo V60. In de tweede helft van 2013, net nadat ze op de markt waren gekomen, werden er van deze twee modellen 14.300 exemplaren verkocht, dat is 71% van het totale aantal verkochte stekkerhybrides in het jaar 2013 (RVO 2012, 2013 en 2014). Interessant genoeg bleven de verkoopcijfers van de Toyota Prius plug-in, die al in 2012 op de markt kwam en goedkoper is dan de Volvo V60 plug-in, maar geen sleepvermogen heeft, met 12% van het totale aantal verkochte stekkerhybrides in 2013 daar ver bij achter (idem).<sup>5</sup> Mogelijk heeft dit te maken met de hoge dichtheid van aanhangwagens in Nederland: met ca. 62 aanhangwagens per 1.000 passagiersvoertuigen (naar schatting 500.000 in totaal in 2013) heeft Nederland de hoogste dichtheid van aanhangwagens in Europa (BOVAG, 2014). De consumenten die overgaan tot adoptie op de massamarkt (de voorlopers, achterlopers en achterblijvers) waarderen het sleepvermogen van een auto op ongeveer hetzelfde niveau van ongeveer €2.600 (tabel 4). Dit is onafhankelijk van het marktaandeel van de elektrische auto's en de verbeterde prestaties van elektrische auto's tijdens deze verspreidingsstadia. Het dient

<sup>5</sup> Voor de volledigheid merken we op dat subsidieregelingen voor de Toyota Prius plug-in en de Volvo V60 plug-in hetzelfde zijn.



opgemerkt te worden dat deze waardering nog los staat van de installatiekosten van een trekhaak, die ongeveer rond €1.000 liggen.

## 5. Samenvatting, conclusies en implicaties

Het dynamische karakter van de verspreiding van een innovatie, zoals beschreven in de innovatietheorie van Rogers, kan ons helpen consumentenvoorkeuren te begrijpen en factoren te identificeren die de verspreiding bepalen van een innovatief product voor verschillende groepen consumenten gedurende het adoptieproces. De innovatietheorie van Rogers stelt in het bijzonder dat de verspreiding van innovaties een dynamisch proces is, op verschillende dimensies. De dimensies die in ons onderzoek zijn meegenomen zijn het innovatieve product, de consumenten en de marktomstandigheden, die alle drie veranderen in de loop van het adoptieproces. Marktdynamiek houdt in dat de marktomstandigheden verschillen tijdens de verschillende adoptiestadia, wat invloed heeft op consumenten in alle volgende adoptiestadia. Productdynamiek betekent dat het innovatieve product tijdens het verspreidingsproces verbetert, net als de concurrerende producten (door technologische overloopeffecten). Deze twee aspecten hebben we systematisch gevarieerd in het keuze-experiment dat is ontwikkeld om de voorkeuren voor elektrische auto's voor verschillende adoptiesegmenten te achterhalen. Consumentendynamiek houdt in dat groepen consumenten in verschillende adoptiefases verschillen in persoonlijke kenmerken en voorkeuren voor een innovatief product. Omdat consumentensegmenten op verschillende momenten overwegen over te gaan tot adoptie van innovatieve auto's, hebben we de marktomstandigheden in het keuze-experiment op het type consumentensegment afgestemd om te garanderen dat alle respondenten realistische keuzesituatie krijgen voorgelegd. Onze resultaten suggereren dat de consumenten in verschillende adoptiesegmenten verschillende preferentiepatronen tonen en dat hun waarderingen van specifieke eigenschappen van het innovatieve product verschillen per adoptiefase. En hoewel de toegepaste proefopzet een zekere mate van endogeniteit met zich meebrengt, zijn de gevonden verschillen in voorkeurspatronen groter dan mogelijke trends gerelateerd aan de proefopzet.

Onze resultaten laten zien dat instrumentele eigenschappen een belangrijkere voorspeller worden voor de adoptie van elektrische auto's in de latere adoptiefases. D.w.z. dat consumenten in de latere adoptiefases deze auto-eigenschappen hoger waarderen dan potentiële vroegere adopters. Hierbij zijn vooral zaken gerelateerd aan het opladen belangrijk voor mogelijke toekomstige kopers van elektrische auto's in de groei en volwassenheidsfasen. De duur van zowel het snel als langzaam opladen wordt als een aanzienlijke belemmering gezien voor de verspreiding van elektrische auto's, zelfs als de oplaadtijden dalen en de actieradius toeneemt in latere adoptiefases. Daarom zou een dichter laadnetwerk, met als gevolg een vermindering van de omrij- en oplaadtijden, de drempel om voor een elektrische auto te kiezen aanzienlijk kunnen verlagen gedurende het hele verspreidingsproces. Interessant genoeg vinden we verder dat niet de maximale, maar de minimale actieradius van een elektrische auto een grote rol speelt bij de verspreiding ervan. Een verbetering van de actieradius onder ongunstige omstandigheden kan mogelijk de onzekerheid bij de consument verminderen, wat kan leiden tot meer adoptie bij consumenten uit alle segmenten (deze informatie wordt soms al verstrekt b.v. bij de eigenschappen van de volledig elektrische BMW i3). De mogelijkheid tot installeren van een trekhaak is een ander belangrijk aspect voor de verspreiding van elektrische auto's op de massamarkt. Merkwaardig genoeg heeft de CO<sub>2</sub>-uitstoot alleen tijdens de introductie- en volwassenheidsfase een positieve invloed op de verspreiding van elektrische auto's, en niet in de groeifase. De redenen hiervoor, mogelijk gerelateerd aan verschillen in interpretatie onder consumenten van CO<sub>2</sub>-uitstoot met betrekking tot milieuvriendelijkheid, moeten verder onderzocht worden.

Onze resultaten wijzen verder uit dat het verstrekken van informatie over de toereikendheid van elektrische actieradius onder ongunstige omstandigheden en over de milieuvoordelen van een elektrische auto vergeleken met een brandstofauto in de vorm van CO<sub>2</sub> uitstoot kansrijke maatregelen zijn voor promotie van elektrische auto's in de introductiefase. Het verstrekken van informatie over de actieradius blijft een belangrijke ondersteunende maatregel door alle adoptiefases heen.

Het is verder van belang om aandacht te schenken aan de rol van financiële maatregelen in de groeifase van het verspreidingsproces. Onze modelschattingen wijzen uit dat een hybride auto door voorlopers wordt geprefereerd boven een brandstofauto, daarom dienen ondersteunende financiële (of fiscale) maatregelen voordeel te bieden in de eerste plaats voor elektrische auto's eerder dan hybride auto's. Denk hierbij bv. aan een aankoopsubsidie die gebaseerd is op strengere uitstootregels. Hiervoor pleiten ook andere onderzoekers (zie bv. Sierzchula et al., 2014 en Dimitropoulos et al. 2014). Dit zou het verschil tussen de volledig elektrische en hybride auto's kleiner maken, waardoor hogere (relatieve) adoptieniveaus bereikt kunnen worden door volledig elektrische auto's. Een voorbeeld hiervan is Noorwegen, waar het aantal van volledig elektrische auto's 45.000 heeft bereikt, terwijl het aantal hybrides slechts 3.000 bedraagt (stand van zaken begin 2015, Grønn Bil 2015). Andere aspecten die adoptie van elektrische auto's kunnen versnellen zijn de ontwikkeling van laadinfrastructuur voor zowel snel- als traagladen en de ontwikkeling van het vermogen van een elektrische auto noodzakelijk om een trekhaak te installeren. Deze lijken de meest relevante maatregelen te zijn voor de voorlopers in de groeifase.

In de laatste fase van het verspreidingsproces, de volwassenheidsfase, lijken alle maatregelen uit voorgaande fases van belang te zijn voor het promoten van een volledig elektrische auto bij de achterlopers en achterblijvers. De maatregelen die voortgezet moeten zijn in deze fase zijn verdere ontwikkeling van laadinfrastructuur, verbetering van sleepvermogen en verstrekking van informatie inzake CO<sub>2</sub>-uitstoot. Verder zou ook het vergroten van maximale actieradius van een elektrische auto extra voordeel opleveren voor de potentiële kopers onder de achterlopers en achterblijvers. In lijn met Struben en Sterman (2008) pleiten onze bevindingen voor een langetermijnvisie op adoptie waarbij ondersteunende maatregelen voor een langere periode worden ingezet om zo te komen tot een succesvolle diffusie van volledig elektrische auto's op de Nederlandse markt.

Het is belangrijk om een aantal kanttekeningen te maken met betrekking tot onze schattingen. Onze proefopzet van het keuze-experiment waarbij de keuzesets aangepast zijn op kenmerken van respondenten en de adoptiefase wijkt af van de traditionele opzet waar de twee onafhankelijk van elkaar zijn. Dit brengt een zekere mate van endogeniteit met zich mee waardoor men met alle voorzichtigheid met de interpretatie van de schattingsresultaten moet omgaan. Een vergelijking van schattingen o.b.v. een traditionele en een adoptiefase-specifieke opzet zou moeten uitwijzen welke methode geprefereerd moet worden. Terwijl we in dit experiment hoge waarheidsgetrouwheid trachtten te bereiken en daarmee een hogere betrouwbaarheid van de verkregen schattingen, kunnen onze resultaten hierin ook op andere manieren tekortschieten, b.v. doordat consumenten een afweging maken op basis van andere auto-eigenschappen dan in ons keuze-experiment werden voorgelegd. Daarnaast kunnen door persoonlijke perceptie sommige auto-eigenschappen overschat of juist ondergewaardeerd zijn, waardoor daadwerkelijk keuzegedrag van de modelschattingen kan afwijken.

Voor het verkrijgen van een vollediger beeld van het adoptieproces is het tevens raadzaam om een vervolg te geven aan het huidige onderzoek. Autoleasers liggen buiten de scope van dit onderzoek; een studie naar voorkeuren van leaserijders in verschillende adoptiefases zou een belangrijke aanvulling vormen bij het in kaart brengen van het adoptieproces van volledig elektrische auto's op de Nederlandse markt. Leasers lijken vooral in het begin van de verspreiding een belangrijke rol te spelen (Koetse en Hoen, 2012). Een systematische vergelijking van voorkeuren tussen auto-eigenaren en -leasers in de verschillende adoptiefases vormt een onderwerp voor verder onderzoek.

## Dankwoord

Op 1 november 2013 is Piet Rietveld overleden. Hij heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het onderzoek dat ten grondslag ligt aan deze paper. Natuurlijk zijn de auteurs verantwoordelijk voor mogelijke fouten of onvolledigheden in dit artikel. De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), wordt hartelijk bedankt voor de financiële steun voor het project "The feasibility and impact of the transition to electric mobility in the Randstad" binnen het wetenschappelijke onderzoeksprogramma Duurzame Bereikbaarheid van de Randstad. We bedanken ook twee anonieme recensenten en de redactie voor hun constructieve commentaar.

## Referenties

- Anegawa, T. (2010) Characteristics of CHAdeMO Quick Charging System. *World Electric Vehicle Journal*, 4, 818-822.
- Bockarjova M., Rietveld, P., Knockaert, J.S.A., Steg L. (2013) Preferences of Dutch Drivers for Alternative Vehicles: a Stated Choice Experiment. TI Discussion Paper 2013-100/VIII. Tinbergen Institute, Amsterdam.
- Bockarjova, M., Steg, L. (2013) Modelling diffusion of innovations: various consumers in electric vehicle adoption. Paper presented at the *10th Biennial Conference on Environmental Psychology*. Magdeburg, 22-25 September 2013.
- Bockarjova, M., Steg, L. (2014) Can Protection Motivation Theory predict pro-environmental behavior? Explaining the adoption of electric vehicles in the Netherlands. *Global Environmental Change*, 28, 309-321.
- BOVAG (2014). BOVAG website: meest gestelde vragen, <http://www.bovag.nl/faq/?faqID=330> (13 aug.2014)
- BOVAG-RAI (2012). Mobiliteit in Cijfers. Auto's 2011-12, Amsterdam.
- CBS (2011) Statistics Netherlands, <http://statline.cbs.nl/StatWeb/dome/?LA=NL>.
- Collins, A.T., Hess, S., Rose, J.M. (2012) Interactive stated choice surveys: a study of air travel behavior. *Transportation*, 39(1), 55-79.
- Cowan R., Hultén S. (1996) Escaping Lock-In: The Case of the Electric Vehicle. *Technological Forecasting and Social Change*, 53, 61-79.
- Dimitropoulos, A., Rietveld, P. and van Ommeren, J.N. (2013) Consumer valuation of changes in driving range: A meta-analysis. *Transportation Research Part A*, 55, 27-45.
- Dimitropoulos, A., Rietveld, P. and van Ommeren, J.N. (2014) Welfare effects of distortionary tax incentives under preference heterogeneity: an application to employer-provided electric cars. *TI discussion paper TI 2014-064/VIII*. Tinbergen Institute, The Netherlands.
- Grønn Bil (2015). <http://www.gronnbil.no/statistikk/?lang=en> US (accessed on 13 maart 2015)
- Hensher, D.A., Rose, J.M. and Greene, W.H. (2005) *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hidrué M.K., Parsons G.R., Kempton W., Gardner M.P. (2011) Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics*, 33(3): 686-705.
- Hoen, A., Koetse, M. (2014) A choice experiment on alternative fuel vehicle preferences of private car owners in the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, 199-215.
- Koetse M.J., Hoen A. (2012) Preferences for Alternative Fuel Vehicles of Lease Car Drivers in The Netherlands. PBL working paper 4, April 2012.
- Louvière J.J., Hensher D.A. and Swait J.D. (2000) Stated choice methods: analysis and application, Cambridge University Press.
- Mahajan, V., Muller, E., and Bass, F. (1995). "Diffusion of new products: Empirical generalizations and managerial uses". *Marketing Science*, 14 (3),: G79-G88.
- Mau, P., Eyzaguirre, J., Jaccard, M., Collins-Dodd, C. and Tiedemann, K. (2008) The 'neighbor effect': Simulating dynamics in consumer preferences for new vehicle technologies. *Ecological Economics*, 68(1), 504-516.
- Rogers E. (2003) *Diffusion of Innovation*, (5th ed.). New York: Free Press.

Tijdschrift Vervoerswetenschap 51 (2), april 2015, 40 - 67

M. Bočkarjova, J. Knockaert, P. Rietveld en L. Steg

De (toe)komst van elektrische auto's in Nederland: voorkeuren van consumenten door het adoptieproces heen

Rose, J.M., Hensher, D. (2006) Accounting for individual-specific non-availability of alternatives in respondent's choice sets in the construction of stated choice experiments. In: Stpher P.R. & Stecker C. (eds.) *Survey Methods*. Oxford: Elsevier Science.

RVO (2011) Cijfers Elektrisch Vervoer. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, december 2011.

RVO (2012) Cijfers Elektrisch Vervoer. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, december 2012.

RVO (2013) Cijfers Elektrisch Vervoer. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, december 2013.

RVO (2014) Cijfers Elektrisch Vervoer. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, december 2014.

Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., van Wee, B. (2014) The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183-194.

Stremersch, S., Tellis, G.J. (2004) Understanding and managing international growth of new products. *Intern. J. of Research in Marketing*, 21, 421-438.

Struben, J., Sterman, J.D. (2008) Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35, 1070-1097.

## Appendix A.

### Uitleg van het experiment:

**In de nu volgende vragen willen wij u verzoeken om voor verschillende situaties aan te geven welke keuze u zou maken.**

Voor alle vragen is het van belang dat u zich probeert voor te stellen dat u inderdaad voor de keuze in kwestie geplaatst wordt, ook als dat op dit moment misschien wat minder waarschijnlijk lijkt.

Let op: Behandel de keuzes die u voorgelegd krijgt als onafhankelijke situaties, d.w.z. denk niet aan het antwoord op de vorige vraag bij het maken van een keuze.

Stelt u zich voor dat u een auto gaat kopen. U hebt al een keuze gemaakt welk merk en welk model het gaat worden.

Op dit moment zijn er verschillende auto's verkrijgbaar op de markt die alternatieve brandstoffen gebruiken, zoals hybride auto's, elektrische auto's, auto's die rijden op waterstof.

Stelt u zich ook voor dat techniek zover ontwikkeld is dat het model dat u op het oog hebt verkrijgbaar is in 3 uitvoeringen:

- als een auto met een brandstof motor (benzine of diesel),
- als een auto met een hybride motor en
- als een auto met een volledig elektrische motor.

*(INTRODUCTIEFASE: Innovators en Pioniers):* Op dit moment zijn er ongeveer 1% van de auto's op de weg hybrides en 0.1% volledig elektrische auto's. Er zijn ook sneloplaadpunten in het land aanwezig (in totaal ca 250), vooral in en rondom de steden.

*(GROEIFASE: Voorlopers):* Stelt u zich verder voor dat elektrisch rijden populair wordt, d.w.z. dat ongeveer 5% van de auto's op de weg volledig elektrische auto's zijn (ter vergelijking, dit is ongeveer het dubbele aantal LPG auto's in Nederland op dit moment). Er zijn ook sneloplaadpunten overal in het land aanwezig (ongeveer vergelijkbaar met aantal LPG stations nu, in totaal 450).

*(VOLWASSENHEIDSFASE: Achterlopers en Achterblijvers):* Stelt u zich verder voor dat elektrisch rijden populair wordt, d.w.z. dat ongeveer 10% van de auto's op de weg volledig elektrische auto's zijn (ter vergelijking, dit is ongeveer 2/3 van het aantal diesel auto's in Nederland op dit moment). Er zijn ook traag- en sneloplaadpunten overal in het land aanwezig: in de parkeergarages, bij supermarkten, grote bedrijven, tankstations.

Zo dadelijk willen wij u een aantal keren vragen om te kiezen tussen de drie uitvoeringen van een gekozen auto. De keuzes die aan u voorgelegd worden, zullen eruitzien zoals op het VOORBEELD op de volgende pagina.

[REPOUDENTEN KRIJGEN EEN VOORBEELD KAART TE ZIEN, zie Figuur 2]

**We vragen u 6 keuzes te maken, waar elke keer een aantal kenmerken van de auto's varieert.**

**Let op: Probeer u bij uw keuze alle getoonde kenmerken mee te nemen.**

**Alle niet getoonde kenmerken van de auto's zijn gelijk (bedenk bijvoorbeeld dat in deze situatie bagageruimte, gewicht van de auto's, te betalen wegenbelasting gelijk zijn voor alle auto's).**

## Uitleg van kenmerken:

**Aanschafprijs**- aanschafprijs van de auto inclusief alle belastingen maar exclusief evt. inruil.

**Kosten van brandstof/laden (per 100km)** - gemiddelde kosten voor brandstof (diesel of benzine) of elektriciteit (voor elektrische auto) bij normaal gebruik van de auto.

**Restwaarde** auto na 5 jaar - verwachte waarde van de auto bij verkoop over 5 jaar.

**Max actieradius**- Het aantal kilometers dat u op een volle tank of op volle accu's/batterijen (in het geval van een elektrische auto) maximaal kunt rijden bij normale omstandigheden.

**Min actieradius**- Het aantal kilometers dat u op een volle tank of op volle accu (in het geval van een elektrische auto) kunt rijden bij ongunstige omstandigheden. Dat zijn bijvoorbeeld tegenwind; opwaarts rijden; extreem warm of koud weer wanneer veel motorenergie wordt gebruikt voor het afkoelen of verwarmen van de auto.

**Oplaadtijd- thuis/werk** (oftewel 'traagladen'). Tijd die nodig is om de accu van de elektrische auto op te laden vanuit een stopcontact. Dat kost tijd (enkele uren), maar kan op de momenten gebeuren wanneer u de auto niet rijdt.

**Oplaadtijd- oplaadpunt** (station) (oftewel 'snelladen'). Tijd die nodig is om de accu van de elektrische auto op te laden vanuit een speciaal snellaadpunt. Dat is snel, maar daarvoor moet u omrijden naar het speciaal laadstation.

**Gemiddelde omrij- en wachttijd** - omdat niet alle tankstations mogelijkheid aanbieden voor elektrisch snelladen kan het zijn dat u verder moet rijden dan normaal om te kunnen laden. De aangegeven tijden (in minuten) zijn bovenop de tijd die u normaal besteedt om een brandstof auto te tanken.

**Gemiddeld CO<sub>2</sub>-uitstoot** (gram per km) - gemiddelde uitstoot van CO<sub>2</sub> per gereden kilometer bij normale omstandigheden.

TABEL A1. Experimenteel ontwerp: attribuutniveaus voor elke motortype en voor elke adoptiefase

	INTRODUCTIEFASE (Innovators en Pioniers)			GROEIFASE (Voorlopers)			VOLWASSENHEIDSFASE: (Achterlopers en Achterblijvers)		
	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor
<b>AANSCHAFPRIJS</b> <sup>a</sup>	140% 150% 160%	110% 115% 120%	Customized (6 niveaus) <sup>a</sup>	130% 140% 150%	110% 115% 120%	Customized (6 niveaus) <sup>a</sup>	120% 130% 140%	110% 115% 120%	Customized (6 niveaus) <sup>a</sup>
<b>RESTWAARDE auto na 5 jaar</b>	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%	40% 50% 60%
<b>KOSTEN van brandstof/laden (per 100km)</b>	€ 2.00 € 3.00 € 4.00	€ 6.00 € 9.00 € 12.00	€ 8.00 € 12.00 € 16.00	€ 2.00 € 3.00 € 4.00	€ 5.00 € 7.50 € 10.00	€ 6.00 € 9.00 € 12.00	€ 2.00 € 3.00 € 4.00	€ 5.00 € 7.50 € 10.00	€ 6.00 € 9.00 € 12.00
<b>KOSTEN van brandstof/laden voor 5 jaar</b> <sup>ab</sup>	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)	Customized (3 niveaus)
<b>MAX actieradius (km)</b>	150 200 250	700 800 900	600 700 800	200 300 400	700 800 900	600 700 800	300 400 500	700 800 900	600 700 800
<b>MIN actieradius (km)</b>	60% 70% 80%	70% 80% 90%	70% 80% 90%	60% 70% 80%	70% 80% 90%	70% 80% 90%	60% 70% 80%	70% 80% 90%	70% 80% 90%
<b>OPLAADTIJD - thuis/werk (uur per 100km)</b>	2 3.5 5	-	-	1 2.5 4	-	-	0.5 2 3.5	-	



TABEL A1. Experimenteel ontwerp: attribuutniveaus voor elke motortype en voor elke adoptiefase (continued)

	INTRODUCTIEFASE (Innovators en Pioniers)			GROEIFASE (Voorlopers)			VOLWASSENHEIDSFASE: (Achterlopers en Achterblijvers)		
	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor
<b>OPLAADTIJD</b> - <b>oplaadpunt (min)</b>	20 30 40	-	-	10 20 30	-	-	5 15 25	-	-
<b>Gemiddelde OMRIJ- EN WACHTTIJD*(min)</b>	10 20 30	-	-	5 15 25	-	-	0 10 20	-	-
<b>Mogelijkheid voor een TREKHAAK</b>	nee	nee	ja	Ja Nee	Ja Nee	ja	Ja Nee	Ja Nee	ja
<b>Gemiddeld CO2-uitstoot (gram per 1km)</b>	0	70 80 90	150 200 250		50 60 70	100 150 200	0	30 40 50	50 100 150

<sup>a</sup> Getoonde waarden van de aanschafprijs waren respondent-specifiek en waren gevarieerd in 6 niveaus volgens het statistisch ontwerp binnen een interval dat door een respondent werd gekozen als een indicatie van een verwachte aanschafprijs van een volgende auto, in stappen van €500 voor tweedehands auto's en in stappen van €1000 voor nieuwe auto's.

<sup>b</sup> Kosten van brandstof/laden voor 5 jaar waren steeds berekend op basis van een door een respondent aangegeven indicatie van een verwachte jaarlijkse kilometrage van een volgende auto, en de kosten van brandstof/laden per 100 km (afhankelijk van waarde getoond in elke keuzekaart).

Tijdschrift Vervoerswetenschap 51 (2), april 2015, 40 - 67

M. Bočkarjova, J. Knockaert, P. Rietveld en L. Steg

De (toe)komst van elektrische auto's in Nederland: voorkeuren van consumenten door het adoptieproces heen

TABEL A2. Gemiddelde attribuutwaardes voor elke motortype en voor elke adoptiefase

	INTRODUCTIEFASE (Innovators en Pioniers)			GROEIFASE (Voorlopers)			VOLWASSENHEIDSFASE: (Achterlopers en Achterblijvers)		
	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor	Volledig elektrische motor	Hybride motor	Brandstof motor
<b>AANSCHAFPRIJS</b>	€ 21,547	€ 16,688	€ 14,406	€ 16,342	€ 13,538	€ 11,741	€ 11,804	€ 10,570	€ 9,155
<b>KOSTEN van brandstof/laden (per 100km)</b>	€ 3	€ 9	€ 12	€ 3	€ 7.5	€ 9	€ 3	€ 7.5	€ 9
<b>KOSTEN van brandstof/laden (per 100km) voor 5 jaar bij 10.000km/jaar</b>	€ 3,010	€ 9,296	€ 12,442	€ 2,721	€ 7,022	€ 8,414	€ 2,435	€ 6,320	€ 7,560
<b>RESTWAARDE auto na 5 jaar</b>	€ 10,825	€ 8,294	€ 7,213	€ 8,220	€ 6,754	€ 5,872	€ 5,950	€ 5,261	€ 4,578
<b>MAX actieradius (km)</b>	200	800	700	300	800	700	400	800	700
<b>MIN actieradius (km)</b>	140	640	560	210	640	560	280	640	560
<b>OPLAADTIJD - thuis/werk (uur per 100km)</b>	3.5	-	-	2.5	-	-	2.0	-	-
<b>OPLAADTIJD - oplaadpunt (min)</b>	30	-	-	20	-	-	15	-	-
<b>Gemiddelde OMRIJ- EN WACHTTIJD*(min)</b>	20	-	-	15	-	-	10	-	-
<b>Mogelijkheid voor een TREKHAAK</b>	no	no	yes	0.50	0.50	1	0.50	0.50	1
<b>Gemiddeld CO<sub>2</sub>-uitstoot (gram per 1km)</b>	0	80	200	0	60	150	0	40	100

## Appendix B. Relevante vragen uit de vragenlijst.

### Indeling in segmenten (met steekproef percentages)

Stelt u zich voor dat u overweegt een nieuwe auto te kopen. Welke van de onderstaande beschrijvingen past het best bij u? (kies één van de 5 mogelijkheden)

- (*Innovators, 1,9%*) Ik ben iemand die nieuwe technologische ontwikkelingen goed in de gaten houdt en die risico's durft te nemen door als eerste innovatieve auto's uit te proberen en aan te schaffen
- (*Pioniers, 8,0%*) Ik ben iemand die potentiële voordelen ziet in een innovatieve auto en die één van de eersten wil zijn die daarvan gebruik maakt en profiteert
- (*Voorlopers, 42,2%*) Ik ben iemand die innovatieve auto's leuk vindt maar toch pragmatisch is. Ik wil eerst tijd nemen om alles te overwegen en overtuigd worden van de voordelen die een innovatieve auto biedt. Ik baseer mijn beslissingen (voornamelijk) op aanbevelingen van bestaande gebruikers
- (*Achterlopers, 38,1%*) Ik ben iemand die niet om innovaties staat te springen, maar het zekere voor het onzekere neemt. Het is pas veilig om een innovatieve auto te gaan aanschaffen als het al een tijdje op de markt is en overduidelijke voordelen heeft
- (*Achterblijvers, 9,8%*) Ik ben iemand die traditioneel is en weinig affiniteit heeft met innovatieve auto's; ik houd niet van veranderingen en ga pas een nieuw type auto aanschaffen als een bestaand model niet meer wordt geproduceerd

### Algemeen innovativiteit

Technologische ontwikkelingen zorgen ervoor dat er steeds nieuwe producten op de markt komen die gebruik maken van innovatieve technologieën (bijvoorbeeld mobiele telefoons, computers of auto's). Zulke producten noemen wij "INNOVATIEVE PRODUCTEN" of "INNOVATIES".

De komende stellingen hebben betrekking op uw mening over innovatieve producten over het algemeen. Wilt u voor elk van de onderstaande stellingen aangeven in welke mate u het er mee eens of oneens bent? (op schaal van 1 tot 6, waar 1 – helemaal niet mee eens en 6 – helemaal mee eens. 8 items; Cronbach's alpha = 0.933)

1. Ik bezit graag een innovatief product dat mij onderscheidt van anderen die dit nieuwe product nog niet hebben.
2. Ik geniet ervan om innovatieve producten te gebruiken.
3. Ik maak graag gebruik van innovatieve producten die indruk maken op anderen.
4. Ik probeer graag innovatieve producten uit waarmee ik anderen kan laten zien wie ik ben.
5. Aanschaffen van innovatieve producten maakt mij gelukkiger.
6. Het geeft mij een goed gevoel om innovatieve producten in bezit te hebben.
7. Ik wil anderen overtreffen door innovatieve producten te kopen die zij nog niet hebben.
8. Innovatieve producten maken mijn leven spannend en prikkelen mij.

### Opinieiderschap

Wilt u voor elk van de onderstaande stellingen aangeven in welke mate u het er mee eens of oneens bent? (op schaal van 1 tot 6, waar 1 – helemaal niet mee eens en 6 – helemaal mee eens. 4 items; Cronbach's alpha = 0.862)

1. Mensen om mij heen worden beïnvloedt door het feit of ik hun aankoop van een innovatief product zou goedkeuren.
2. Mensen om mij heen vragen mij vaak om advies om het beste innovatieve product te kunnen kiezen dat er op de markt beschikbaar is.
3. Mensen om mij heen denken dat het belangrijk is dat ik het innovatieve product dat zij kopen leuk vind.

4. Mensen om mij heen informeren regelmatig bij mij naar innovatieve producten voordat zij iets gaan kopen.

#### **Kennis over innovatieve autotechnologieën**

Geef aan in hoeverre u het eens bent met onderstaande stellingen t.a.v. uw kennis over de alternatieve autotechnologieën (zoals brandstofcelauto's, elektrische of hybride auto's). (op schaal van 1 tot 6, waar 1 – helemaal niet mee eens en 6 – helemaal mee eens. 3 items; Cronbach's alpha = 0.912)

1. Ik heb kennis over alternatieve autotechnologieën.
2. Ik weet welke voordelen en nadelen alternatieve autotechnologieën hebben in vergelijking tot brandstofauto's.
3. Ik kan aan een ander uitleggen welke verschillen er zijn tussen alternatieve autotechnologieën en brandstofauto's (bv. in milieueffecten, functionaliteit).