

2011  
2012

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN  
*master in de verkeerskunde: mobiliteitsmanagement*  
(Interfacultaire opleiding)

Masterproef

*Inschatting van het potentieel gebruik van elektrische voertuigen*

Promotor :  
Prof. dr. Davy JANSSENS

Copromotor :  
Prof. dr. Mario COOLS

Tobias Vyncke

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de verkeerskunde,  
afstudeerrichting mobiliteitsmanagement*

2011  

---

2012

# BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

*master in de verkeerskunde: mobiliteitsmanagement  
(Interfacultaire opleiding)*

## Masterproef

*Inschatting van het potentieel gebruik van elektrische  
voertuigen*

Promotor :  
Prof. dr. Davy JANSSENS

Copromotor :  
Prof. dr. Mario COOLS

Tobias Vyncke

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de verkeerskunde,  
afstudeerrichting mobiliteitsmanagement*



## Woord vooraf

Voor u ligt mijn afsluitende masterproef van de opleiding Verkeerskunde. Deze thesis mag gezien worden als een samenvatting van alle opgedane kennis doorheen de hele opleiding. Zowel het bespreken, bestuderen en analyseren van een onderwerp met een verkeerskundige inslag alsook hierover probleemoplossend kunnen denken behoren tot de essentie er van.

Het onderwerp dat voor deze thesis werd gekozen handelt over elektrische voertuigen. Meer in detail voer ik een inschattingsonderzoek uit naar het potentieel gebruik van het elektrische voertuig in Vlaanderen. De introductie van dit voertuig kan de laatste jaren op meer en meer aandacht rekenen. Toch lijkt het concept voorlopig niet echt vaste voet aan de grond te krijgen. Het hoe en waarom wil ik dan ook graag onderzoeken in deze thesis. Door middel van een kleinschalig Q-onderzoek gevolgd door een groter stated preferenceonderzoek is het mogelijk om op al deze vragen een antwoord te bieden en tot passende conclusies te komen.

Doorheen dit proces werd ik natuurlijk bijgestaan door verschillende mensen. Ik zou deze dan ook graag bedanken voor hun hulp. In de eerste plaats prof. dr Davy Janssens, prof. dr. Mario Cools en dhr. Hans Tormans voor hun begeleiding, inzet, tijd en advies. Ook de steun van Lieve Creemers en mijn ouders werd zeer op prijs gesteld. Verder wil ik ook graag de mensen bedanken die meegewerkt hebben aan mijn enquêtes. Vooral het invullen van een Q-onderzoek is namelijk geen sinecure.

Tobias Vyncke

Wechelderzande, Augustus 2012

## Samenvatting

Van de elektrische voertuigen wordt de komende jaren veel verwacht. Niet alleen worden ze gezien als een oplossing om eindelijk de milieuproblematiek van de huidige modellen aan te pakken. Ze zijn ook uitermate geschikt om de geluidsoverlast van het verkeer terug te dringen en om de afhankelijkheid van de (steeds duurder) benzine en diesel te verminderen. Toch liggen het niveau en de technische prestaties van het elektrisch voertuig nog niet op dezelfde hoogte als de huidige modellen die rijden op benzine en diesel. Dit staat voorlopig allemaal een succesvolle introductie op de automarkt in de weg. Vermoedelijk zijn er echter heel wat factoren die eigenlijk negatief of gebrekkig gezien worden, maar hoeft dit in de praktijk helemaal niet eens zo te zijn.

Om een algemeen beeld te krijgen was het belangrijk om eerst een grondige literatuurstudie uit te voeren. Wat is de geschiedenis van het elektrische voertuig? En hoe kwam de ontwikkeling er van tot stand? Verder zijn er ook verschillende types van elektrische voertuigen. Uiteindelijk werd in deze masterthesis gekozen om enkel te werken met een volledig elektrisch aangedreven voertuig. Hybride voertuigen of andere combinaties komen slechts zijdelings aan bod. Waarna de componenten van het voertuig meer in detail bekeken worden.

De belangrijkste onderdelen van de literatuurstudie zijn echter de hoofdstukken die handelen over de opkomst van elektrische voertuigen en de factoren die hiertoe bijdragen. Het is voornamelijk aan de hand van de informatie die hieruit verkregen werd dat het eerste Q-onderzoek kon worden opgestart. Zaken zoals de praktische bruikbaarheid, de prijs en de veiligheid vormen hier verder de basis van.

De eerste onderzoeksfase bestaat uit een Q-onderzoek dat uitermate geschikt is om te werken met kleinere groepen respondenten. Deze methodiek keert de gebruikelijke factoranalyse om en correleert personen in plaats van items. Hierdoor is het mogelijk om over specifieke onderwerpen snel te achterhalen welke opinies en attitudes er bij de ondervraagde respondenten heersen.

Vanuit de literatuur werden zes categorieën vastgesteld waarbinnen 40 stellingen gepast werden. Deze zes categorieën zijn: bruikbaarheid, betrouwbaarheid, milieu, veiligheid, financiële impact en comfort. Via het online platform Q-assessor werden deze stellingen ondervraagd. De geselecteerde respondenten gaven eerst hun mening waarna gevraagd werd om de stellingen te sorteren en waarderen in een tabel. De twee stellingen waarmee de respondent het meest, dan wel het minst akkoord ging moesten verklaard worden.

De analyse van de bekomen data kon ook worden uitgevoerd in Q-assessor. Omwille van de beperkte mogelijkheden van dit programma en omdat het onmogelijk was de verkregen resultaten te verifiëren werd uiteindelijk echter gekozen voor een analyse door middel van het programma PQ-method. De doeltreffendheid van dit, weliswaar oude, programma is bewezen en ook de procedure kan stap voor stap gevolgd en uitgevoerd worden. Er wordt in het rapport echter wel een korte aanzet gegeven van de analyse in Q-assessor. De uiteindelijke resultaten waarmee gewerkt werd zijn echter afkomstig van PQ-method.

Na de analyse bleken er zes subgroepen over te blijven. Het ging om volgende subgroepen: milieubewust tegen elke prijs, bruikbaar en betrouwbaar, gelijkwaardige overstap, overstap met voordelen, early adaptors en veiligheid primeert. Met deze subgroepen en de andere resultaten kon de volgende stap gezet worden richting het stated preferenceonderzoek.

Dit tweede onderzoek is meer algemeen en vond plaats bij een veel grotere groep respondenten. Hierbinnen werd besloten om drie onderdelen in te passen. Als eerste de basis van het onderzoek verplaatsingsgedrag Vlaanderen (OVG) om een beeld te krijgen van de persoons- en omgevingskenmerken van de respondent. Als tweede en belangrijkste gedeelte werd door middel van drie methodieken bepaald welke de uit het Q-onderzoek bepaalde stellingen relevant waren. Deze selectie werd bepaald door de methodieken van Talbott's Q block, de Brown's standardised factor index score en de Self-categorisation to abbreviated factor descriptions methode. Als laatste en derde onderdeel werd ook nog een stuk toegevoegd over gedrag en attitudes. De theory of plannend behavior was hier uitermate geschikt voor.

Omdat dit onderzoek tamelijk omvangrijk en tijdrovend was zijn de resultaten hiervan nog niet opgenomen in dit document. In een latere fase zullen deze wel bijgevoegd worden als bijlages. Toch konden op basis van de literatuur en het Q-onderzoek al enkele algemenere conclusies en aanbevelingen gemaakt worden. Het is de bedoeling dat deze later ook nog verder uitgebreid worden.

# Inhoudsopgave

<b>Woord vooraf</b> .....	<b>1</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>2</b>
<b>Lijst van figuren</b> .....	<b>7</b>
<b>Lijst van tabellen</b> .....	<b>8</b>
<b>1     <b>Introductie</b></b> .....	<b>11</b>
1.1     Probleemstelling.....	11
1.2     Onderzoeksvragen.....	12
1.3     Aanpak .....	12
1.3.1     Literatuurstudie .....	12
1.3.2     Onderzoekopzet & dataverzameling .....	13
<b>2     <b>Literatuuronderzoek</b></b> .....	<b>15</b>
2.1     Inleiding + definitie .....	15
2.2     Geschiedenis en ontwikkeling .....	16
2.2.1     Jaren 90 en verder .....	19
2.2.2     Conclusie .....	19
2.3     Types elektrische voertuigen .....	20
2.4     Componenten .....	22
2.4.1     Elektromotor .....	22
2.4.2     Batterijen.....	22
2.4.3     Regeneratief remsysteem.....	24
<b>3     <b>Mogelijke invloedsfactoren</b></b> .....	<b>25</b>
3.1.1     Prestatie-kostprijs verhouding accu .....	25
3.1.2     Overheidsstimulering.....	26
3.1.3     Infrastructuur .....	26
3.1.4     Brandstofprijzen en concurrentiekracht van alternatieven.....	27
3.1.5     Aanbodpush en modelaanbod .....	27
3.1.6     Vraagfactor op basis van totale kosten van de levenscyclus.....	28
3.1.7     Vraagfactor op basis van imago- en milieuoverwegingen.....	28
3.2     Bruikbaarheid .....	29
3.3     Milieu.....	29
3.4     Veiligheid .....	30
3.4.1     Ontbreken van motorgeluid .....	30
3.4.2     Hogere massa en andere gewichtsverdeling.....	31
3.4.3     Hogere boordspanning .....	32

3.4.4	Afwezigheid van spanning of lege accu .....	32
3.5	Prijs / kostverhouding .....	32
3.6	Marktpotentieel .....	34
3.7	Toekomstige evoluties .....	35
3.8	Sterktes en zwaktes van elektrische voertuigen .....	37
3.8.1	Sterktes .....	37
3.8.2	Zwaktes .....	37
<b>4</b>	<b>Q-methodologie</b> .....	<b>39</b>
4.1	Wat is Q-Methodologie? .....	39
4.2	Opbouw van het onderzoek .....	39
4.3	Onderzoeksopzet .....	40
4.3.1	Opstellen van de Q-sort .....	40
4.4	Q stellingen .....	40
4.4.1	Categorieën .....	40
4.4.2	Stellingen .....	41
4.5	Onderzoek .....	45
4.5.1	Contact .....	45
4.5.2	Respondenten .....	45
<b>5</b>	<b>Analyse</b> .....	<b>49</b>
5.1	Q-assessor .....	49
5.1.1	Unrotated factors .....	50
5.1.2	Rotated factors .....	51
5.1.3	Korte conclusie .....	55
5.2	PQ-Method .....	56
5.2.1	Configuratie .....	56
5.2.2	Hoofdcomponentenanalyse .....	57
5.2.3	Varimax met 6 factoren .....	57
5.2.4	Correlatie tussen subgroepen .....	58
5.2.5	Gelijkenissen tussen subgroepen .....	58
5.3	Subgroepen .....	60
5.3.1	Subgroep 1: Milieubewust tegen welke prijs .....	60
5.3.2	Subgroep 2: Bruikbaar en betrouwbaar .....	62
5.3.3	Subgroep 3: Gelijkwaardige overstap .....	64
5.3.4	Subgroep 4: Overstap enkel met voordelen .....	65
5.3.5	Subgroep 5: Early adopters .....	67
5.3.6	Subgroep 6: Leefbaarheid primeert in stedelijkheid .....	68
5.4	Verschillen tussen subgroepen .....	71



5.4.1	Subgroep 1 versus de andere subgroepen .....	71
5.4.2	Subgroep 2 versus de andere subgroepen .....	71
5.4.3	Subgroep 3 versus andere subgroepen .....	72
5.4.4	Subgroep 4 versus andere subgroepen .....	72
5.4.5	Subgroep 5 versus andere subgroepen .....	73
5.4.6	Subgroep 6 versus andere subgroepen .....	74
5.5	Overzicht .....	76
5.6	Verbinden van Q en algemene onderzoeken .....	79
5.6.1	Talbott's Q block methode .....	79
5.6.2	Brown's standardised factor index score .....	79
5.6.3	Self-categorisation to abbreviated factor descriptions .....	80
<b>6</b>	<b>Stated preference onderzoek .....</b>	<b>81</b>
6.1	Inleiding & Methodiek .....	81
6.2	OVG Vlaanderen .....	81
6.2.1	Onderdelen in de enquête .....	82
6.3	Q-methodologie .....	82
6.3.1	Talbott's Q-Block methode .....	82
6.3.2	Brown's standardised factor index score .....	84
6.3.3	Self-categorisation to abbreviated factor descriptions .....	85
6.4	Theory of plannend behavior .....	87
6.5	Onderzoek .....	88
6.6	Vervolgstappen analyse .....	88
<b>7</b>	<b>Algemene conclusie .....</b>	<b>89</b>
7.1	Conclusies .....	89
7.2	Aanbevelingen .....	90
7.2.1	Overheid .....	91
7.2.2	Constructeurs .....	91
7.2.3	Verder onderzoek .....	92
<b>8</b>	<b>Bibliografie .....</b>	<b>93</b>
<b>9</b>	<b>Bijlagen .....</b>	<b>97</b>
9.1	Planning .....	97
9.2	Q-onderzoek .....	97
9.2.1	Brief .....	97
9.3	Stated preference onderzoek .....	99
9.3.1	Deel 1 Huishoud- en personenvraaglijst .....	99
9.3.2	Deel 2: Opinions en ervaringen rond elektrische voertuigen .....	103

## Lijst van figuren

Figuur 1: Opbouw elektrische voertuigen (Schoon & Huijskens, 2011) .....	21
Figuur 2: Grafiek energiedichtheid (Väyrynen & Salminen, 2011) .....	23
Figuur 3: Regeneratief remsysteem (Guoqing, Weimin, Kun, & Zhibin, 2011).....	24
Figuur 4: Mogelijke prijsdaling (E. Shafiei et al., 2012) .....	34
Figuur 5: Belangrijke populaire factoren van EV (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012) .....	36
Figuur 6: Grafiek geslacht .....	45
Figuur 7: Grafiek leeftijden .....	46
Figuur 8: Grafiek herkomst.....	46
Figuur 9: Grafiek gereden kilometers .....	47
Figuur 10: Q-sort in PQ-method .....	56
Figuur 11: Grafiek Bruikbaarheid .....	76
Figuur 12: Grafiek Betrouwbaarheid.....	76
Figuur 13: Grafiek milieu .....	77
Figuur 14: Grafiek Verkeersveiligheid.....	77
Figuur 15: Grafiek financiële impact.....	78
Figuur 16: Grafiek comfort .....	78

## Lijst van tabellen

Tabel 1: Actieradius elektrische aandrijving (Schoon & Huijskens, 2011) .....	20
Tabel 2: Categorieën Q-sort.....	40
Tabel 3: Categorie bruikbaarheid .....	41
Tabel 4: Categorie betrouwbaarheid .....	42
Tabel 5: Categorie Milieu .....	43
Tabel 6: Categorie Verkeersveiligheid .....	43
Tabel 7: Categorie financiële impact .....	44
Tabel 8: Categorie Comfort.....	44
Tabel 9: Niet-geroteerde factoren .....	50
Tabel 10: Niet-geroteerde factoren .....	51
Tabel 11: Geroteerde factoren .....	52
Tabel 12: Q-waardes voor elke stelling.....	54
Tabel 13: Overzicht resultaten .....	55
Tabel 14: Eigen waardes .....	57
Tabel 15: Verklaarde variabelen .....	57
Tabel 16: Correlatie tussen subgroepen.....	58
Tabel 17: Antwoordenpatroon subgroep 1 .....	61
Tabel 18: Stellingen akkoord subgroep 1 .....	61
Tabel 19: Stellingen niet akkoord subgroep 1.....	62
Tabel 20: Stellingen verschillend subgroep 1.....	62
Tabel 21: Antwoordenpatroon subgroep 2 .....	62
Tabel 22: Stellingen akkoord subgroep 2 .....	63
Tabel 23: Stellingen niet akkoord subgroep 2.....	63
Tabel 24: Stellingen verschillend subgroep 2.....	63
Tabel 25: Antwoordenpatroon subgroep 3 .....	64
Tabel 26: Stellingen akkoord subgroep 3 .....	64
Tabel 27: Stellingen niet akkoord subgroep 3.....	65
Tabel 28: Antwoordenpatroon subgroep 4 .....	65
Tabel 29: Stellingen akkoord subgroep 4.....	66
Tabel 30: Stellingen niet akkoord subgroep 4.....	66
Tabel 31: Stellingen verschillend subgroep 4.....	66
Tabel 32: Antwoordenpatroon subgroep 5 .....	67
Tabel 33: Stellingen akkoord subgroep 5.....	67
Tabel 34: Stellingen niet akkoord subgroep 5.....	68
Tabel 35: Antwoordenpatroon subgroep 6 .....	68
Tabel 36: Stellingen akkoord subgroep 6.....	69

Tabel 37: Stellingen niet akkoord subgroep 6.....	69
Tabel 38: Stellingen verschillend subgroep 6.....	70
Tabel 39: Verschillen subgroep 1 .....	71
Tabel 40: Verschillen subgroep 2 .....	72
Tabel 41: Verschillen subgroep 3 .....	72
Tabel 42: Verschillen subgroep 4 .....	73
Tabel 43: Verschillen subgroep 5 .....	73
Tabel 44: Verschillen subgroep 6 .....	75
Tabel 45: Positieve stellingen blok 1 .....	83
Tabel 46: Positieve stellingen blok 2 .....	83
Tabel 47: Negatieve stellingen blok 1 .....	83
Tabel 48: Negatieve stellingen blok 2.....	84
Tabel 49: Factor score stellingen .....	85
Tabel 50: Planning .....	97



# 1 Introductie

## 1.1 Probleemstelling

De laatste jaren komen elektrische auto's steeds meer en meer in de aandacht. Door zowel actieve promotie van de overheden als ten gevolge van de snelle ontwikkelingen in de sector zelf. Hoewel het rijden met elektrische aangedreven voertuigen door sommigen al aanzien wordt als gelijkwaardig aan de huidige modellen met een verbrandingsmotor, is niets minder waar. Zo wijken de elektrische auto's technisch zeer sterk af van die met een verbrandingsmotor. Er zijn ondermeer grote verschillen op vlak van de actieradius waarbij de elektrische versie een veel kleinere autonomie heeft dan zijn tegenhanger op brandstof (De Smedt, 2011). Ook de "brandstof", in het geval van het elektrische model natuurlijk elektriciteit, zorgt voor problemen. Het vinden van geschikte laadpunten is vaak een uitdaging. Enerzijds, zijn er momenteel slechts een beperkt aantal laadpunten beschikbaar. Anderzijds, bedraagt de herlaadtijd vaak ettelijke uren. Een elektrische auto beschikt actueel dus nog steeds over heel wat nadelen ten opzichte van een regulier met brandstof aangedreven voertuig.

Toch beschikt een elektrisch aangedreven voertuig over heel wat voordelen. Een van de belangrijkste is het milieuvoordeel. In tegenstelling tot een voertuig op benzine of diesel is er bij de aandrijving van een elektrisch voertuig totaal geen sprake van (schadelijke) uitstoot. Een ander groot voordeel is dat de geluidsproductie een flink stuk lager ligt dan bij de voertuigen die rijden op klassieke brandstof. Vooral in stedelijke of verstedelijkte gebieden zal een verschuiving naar het segment van elektrische voertuigen dus hoogstwaarschijnlijk niet onopgemerkt blijven.

Net omwille van de beperkingen en nadelen die eerder al ter sprake kwamen zou het wel eens kunnen dat de elektrische auto zoals hij vandaag bestaat ideaal is voor het afleggen van verplaatsingen in de steden en verstedelijkte zones. Het aantal afgelegde kilometers ligt hier meestal laag en er kan gemakkelijk voorzien worden in oplaadmogelijkheden.

Vanuit deze beperkingen komen ook enkele andere mogelijke effecten naar voor. Het is op deze effecten dat de uiteindelijke thesis zich zal toespitsen. Zo is het logisch dat bij veranderende eigenschappen van de gangbare vervoersmiddelen dit effect zal hebben op het gedrag van de mensen. Onderzoek in een later stadium moet echter uitwijzen om welke effecten het zal gaan en wat de impact hiervan is. Hieruit is het mogelijk om door middel van deze effecten andere invalshoeken te betrekken om het beeld compleet te maken.

## **1.2 Onderzoeksvragen**

De centrale onderzoeksdoelstelling probeert om een zo volledig mogelijk beeld te geven van de inhoud van de thesis. Hieraan wordt verderop nog een uitgebreidere invulling gegeven onder de vorm van extra deelvragen.

### **Wat is het mogelijk potentieel gebruik van elektrisch voertuigen?**

Deelvragen zullen vooral gezocht worden in de aspecten die samenhangen met de elektrische voertuigen, maar die niet expliciet ter sprake komen.

- Welke aspecten en eigenschappen van elektrische voertuigen dragen bij tot een succes dan wel een mislukking van het gebruik van elektrische voertuigen?
- Wat zijn de zwakke en sterke punten van elektrische voertuigen?
- Wat is het beeld dat de Vlaming heeft van elektrische voertuigen en hoe denkt hij/zij er over?
- Welke persoons- en omgevingskenmerken van de respondent zijn bepalend voor een mogelijk snelle (of net niet) aanschaf van een elektrisch voertuig?
- Welke aanbevelingen kunnen gedaan worden naar zowel de overheid als de constructeurs om de populariteit van elektrisch voertuigen te vergroten?

## **1.3 Aanpak**

### **1.3.1 Literatuurstudie**

Omdat het onderwerp enigszins afwijkt van de al ingediende Case-studie is het noodzakelijk om alvast gedeeltelijk een nieuwe literatuurstudie uit te voeren. Hiermee wordt vooral het gedeelte over de elektrische voertuigen bedoeld. De gedeeltes over de Q-methodologie werden wel behandeld in de Case-studie en kunnen in deze masterproef verder vervolledigd worden. Dit literatuuronderzoek vormt dan ook de basis voor de latere onderzoeksfases en het ontwerp daarvan. De literatuur werd gezocht in functie van de eerder opgestelde onderzoeks- en deelvragen.

### **1.3.2 Onderzoekopzet & dataverzameling**

Het onderzoek zelf bestaat uit twee fases. In eerste instantie is het de bedoeling een Q-methodologie te ontwikkelen. Het voornaamste doel hierbij is het vaststellen van de verschillende focusgroepen. Met de informatie die verkregen werd uit dit Q-onderzoek kan dan verdergegaan worden en is het de bedoeling om een grootschaliger onderzoek uit te werken.

Wat betreft de Q-methodologie is het de bedoeling een tabel uit te werken waaronder de verschillende statements geplaatst en gesorteerd moeten worden. Dit kan dan verwerkt worden in een online-tool die tegelijk ook gebruikt zal worden voor de afnamen van de enquêtes.

Belangrijk is dat de ondervraagden moeten beschikken over een rijbewijs. Later kunnen dan uitsplitsingen gemaakt worden naar leeftijd, geslacht en het jaarlijks afgelegd aantal kilometer.

De uitwerking van het grotere vervolgonderzoek is grotendeels gebaseerd op de resultaten van het eerste Q-onderzoek. Significante stellingen en onderdelen werden aan de hand van enkele theorieën herwerkt en overgebracht naar het stated preferenceonderzoek. Verder wordt in dit tweede onderzoek ook een algemeen onderdeel van het Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen over de persoons- en omgevingskenmerken meegenomen. Als laatste speelt ook de attitude en het gedragsaspect een rol. Hiervoor wordt een beroep gedaan op de Theory of Plannend Behavior.





## 2 Literatuuronderzoek

In onderstaand hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de relevante literatuur en achtergrondinformatie. Deze informatie zal dan later dienen als onderzoeksbasis voor zowel het Q- als het stated preferenceonderzoek.

### 2.1 Inleiding + definitie

Een elektrisch voertuig wordt in de Nederlandse wetgeving als volgt omschreven:

*"Een elektrisch aangedreven voertuig is een motorvoertuig, uitsluitend aangedreven door een elektromotor waarvan de tractie-energie wordt geleverd door een in het motorvoertuig geïnstalleerde tractiebatterij."*

Volgende aspecten maken er deel van uit:

- *De tractiebatterij*
- *De elektronische omzetters*
- *De tractiemotoren*
- *Het laadcircuit*
- *De kabelset en de connectoren*
- *De elektronische hulpapparatuur*

Een hybride voertuig krijgt volgende omschrijving mee:

*"Een hybride voertuig is een motorvoertuig met ten minste twee verschillende energie-omzetters en ten minste twee verschillende energie-opslagsystemen aan boord ten behoeve van de mechanische aandrijving van het voertuig, waarbij in ieder geval energie wordt geput uit een opslagvoorziening voor elektrische energie of kracht."*

## 2.2 Geschiedenis en ontwikkeling

De geschiedenis van elektrische voertuigen is nauw gerelateerd aan die van de batterij. Er kan dus gesteld worden dat de ontwikkeling van de elektrische auto van start ging met de Italiaan Alessandro Volta die in 1800 aantoonde dat elektrische energie chemisch kan worden opgeslagen. (Hoyer, 2008) Samen met zijn tijdgenoten zoals de Italiaan Luigi Galvani en de Brit Michael Faraday, vandaag de dag nog steeds bekend van de "kooi van Faraday", legden ze de basis voor de moderne wetenschap over elektriciteit en elektromagnetisme. Het was ook Faraday die de principes van de eerste elektromotor uitwerkte door gebruik te maken van "de zuil van Volta", of batterij. Rond 1831 was het wederom Faraday die de principes van de elektromagnetische inductie uitwerkte wat de echte basis is voor de generatoren en elektrische motoren die vandaag de dag gebruikt worden in elektrische voertuigen (Hoyer, 2008).

De basis voor de ontwikkeling van elektrische voertuigen werd dus gelegd in het begin van de 19<sup>de</sup> eeuw. Omstreeks 1835 stonden ook de eerste experimentele licht-gewicht elektrische voertuigen op stapel. Zowel in de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk en Nederland gebeurde er baanbrekend onderzoek. De Belg Gaston Platé ontwikkelde in 1859 de allereerste loodzuurbatterij die nog steeds gebruikt wordt in alle huidige auto's en vrachtwagens (Hoyer, 2008). De voornaamste taak van deze batterij is de startmotor aandrijven en de overige componenten voorzien van stroom. Ook andere chemische batterijen werden deze periode verder ontwikkeld. Een voorbeeld hiervan is de ijzer-zink batterij.

Het eerste elektrische voertuig dat gebruik maakte van de loodzuur batterij werd in 1881 door een zeker Trouvé voorgesteld aan het Franse publiek (Hoyer, 2008). Dat zelfde jaar demonstreerde hij ook de allereerste elektrische boot. Andere gelijkaardige voertuigen met loodzuurbatterijen werden in dezelfde periode voorgesteld in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk. In deze context is het ook interessant om te weten dat de Duitser Benz zijn eerste voertuig met een verbrandingsmotor demonsteerde in 1885.

In het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw ging ook Thomas Edison zich bezighouden met het onderzoek naar elektrische voertuigen (Hoyer, 2008). Zo boekte hij grote vooruitgang in het ontwikkelen van efficiëntere batterijen. In 1901 stelde hij zijn nikkel-ijzer batterij voor. Dit nieuwe type kon 40% meer energie opslaan per gewichtseenheid dan de loodzuurbatterij. Nadeel is dat de productiekosten ook een pak hoger liggen. Dit is zo een belangrijk nadeel dat de batterij amper gebruikt werd op commerciële basis. In dezelfde periode werden ook de nikkel-zink en zink-lucht batterij ontworpen. Het was dit type dat als eerste in een elektrisch voertuig gebruikt werd.

De periode tussen 1880 en 1900 zouden achteraf de meest actieve jaren zijn in de ontwikkeling van een elektrisch voertuig. Dit gaf de aanzet tot wat wel eens de "gouden jaren" voor het elektrisch voertuig worden genoemd. Aan deze periode kwam begin jaren 1920 een einde. Hierna werd er nooit meer op hetzelfde niveau aan onderzoek en ontwikkeling gedaan (Hoyer, 2008). De meest belangrijke technische doorbraken vonden ook plaats in dit tijdsvak. Zelfs nu, ongeveer 100 jaar later, vormen ze nog steeds de basis voor de technologie die gebruikt wordt in elektrische voertuigen.

In het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw stond het elektrische voertuig op gelijke hoogte met voertuigen op stoomkracht en met een verbrandingsmotor (benzine/diesel). Zo had in 1903 New York ongeveer 4000 geregistreerde voertuigen waarvan er 53% uitgerust waren met een stoommotor, 27% met een verbrandingsmotor en 20% met een elektrische motor. De elektrische voertuigen namen echter snel de leiding over. In 1912 reden er in heel de Verenigde Staten ongeveer 30000 voertuigen rond met een elektromotor. Vanaf 1909 kwam echter het Ford - T model op de markt die het tijdperk inluidde van de voertuigen met een verbrandingsmotor.

De meest inventieve ontwikkeling had plaats in New York vanaf 1900. Een bedrijf installeerde doorheen de hele stad een systeem van een soort meettoestellen. Chauffeurs konden tegen een kleine vergoeding het voltage en watt meten van hun batterij en zo te weten komen hoe lang en hoe ver ze nog konden rijden. Om de reikwijdte te vergroten werden ook systemen ontwikkeld met makkelijk verwisselbare batterijen.

De tweede meest belangrijke technologische ontwikkeling was de uitvinding van de hybride wagen die een elektromotor combineert met een verbrandingsmotor. De bekende Ferdinand Porsche was een van de voortrekkers in dit segment. Hij stelde zijn eerste hybride voertuig voor op het autosalon van Parijs in 1900. Opvallend is dat zelfs deze eerste ontwerpen al beschikten over het regeneratief remmen. De Verenigde Staten volgden in 1902 met hun eerste hybride auto. Toch zorgden de hoog oplopende kosten van deze types ervoor dat er voor 1970 geen echte vorderingen meer gemaakt werden. Opvallend feit is dat later de twee wereldoorlogen bijdroegen tot een veel grotere productie en ontwikkeling van elektrische voertuigen. De belangrijkste oorzaken waren het tekort aan brandstoffen, de opeising van voertuigen met verbrandingsmotoren voor militaire doeleinden en een veel groter elektriciteitsaanbod door de bouw van steenkoolgestookte elektriciteitscentrales in West-Europa en de bouw van waterkrachtcentrales in bergachtige gebieden zoals Noorwegen en Zwitserland. Op het einde van de Eerste Wereldoorlog reden er in de Verenigde Staten meer dan 50000 elektrische voertuigen rond. De verwachtingen waren hoog gespannen, maar bleken vals. Eind jaren 20 sleurde de crash van Wall Street en de daarop volgende grote depressie begin jaren 30 de elektrische auto mee in zijn val.

Het zou duren tot de Tweede Wereldoorlog voor er een gelijkaardige evolutie als tijdens de Eerste Wereldoorlog optrad. Vooral in Groot-Brittannië, Duitsland en Japan had het elektrisch voertuig veel succes. In deze periode verschenen ook de eerste voertuigen die reden op bio-ethanol en biodiesel. Bekend zijn ondermeer de vele duizenden elektrische voertuigen waarmee in Groot-Brittannië melk werd rondgebracht in de periode van 1935 tot na 1955.

Japan kampte op zijn beurt met een zware na-oorlogse periode. Door tekorten aan benzine en diesel nam de populariteit van elektrisch transport snel toe. Japan ontwikkelde de "Tama Electric Powercar" die een bereik had van 150km en een topsnelheid haalde van 60km/h. Vanaf 1952 kwamen benzine en diesel echter opnieuw vlot beschikbaar en meteen was het ook gedaan met zijn populariteit. Vanaf de jaren 60 wijzigt het debat plots grondig en duiken andere redenen op voor het gebruik van elektrische voertuigen. De aandacht verschuift naar de overlast die voertuigen met een verbrandingsmotor veroorzaken op vlak van milieu en lawaai. Ondermeer de luchtvervuiling in grote steden neemt soms enorme proporties aan. De uitstoot van lood, fijn stof, koolstofmonoxide, zwaveloxide en smogcreatie per voertuig lag in die periode vele malen hoger dan nu. Lood was nog een additief in benzine en voertuigen waren helemaal niet uitgerust met roetfilters en katalysatoren (Hoyer, 2008). Toch brak de elektrische auto niet opnieuw door.

Toen in de jaren 70 ook nog eens de oliecrisis bovenop de milieuproblemen en het lawaaioverlast kwam rijpte het besef dat er iets moest veranderen. Internationaal gezien waren er drie grote gebeurtenissen die van invloed waren op de verdere ontwikkeling van het discours van elektrische voertuigen. Zo publiceerde de "Club van Rome" in 1972 het boek "The Limits to Growth". Het handelt over de limieten die gesteld zijn aan ondermeer de grondstoffen en de fossiele brandstoffen. Het tweede aspect was de oliecrisis die eerder hierboven al aan bod kwam en het derde aspect was het debat over het gebruik van nucleaire energie. Deze drie gebeurtenissen brachten de focus op de nood aan het ontwikkelen van alternatieve mogelijkheden hernieuwbare energie en technologieën. Toch geldt ook hier een gelijkaardig verhaal als de voorbije decennia. Hoewel er veel tijd en geld in onderzoek en ontwikkeling werd gestoken kwam het concept opnieuw niet van de grond. Een voorbeeld was het opzet van een fabriek voor elektrische voertuigen in Groot-Brittannië. Slechts 300 voertuigen werden verkocht en in 1979 was de fabriek alweer genoodzaakt zijn deuren te sluiten (Hoyer, 2008).

### **2.2.1 Jaren 90 en verder**

Opvallend is dat de evolutie in het volgende decennium een gelijkaardig beeld laat zien. Opnieuw geraakten de elektrische voertuigen volop in de aandacht, maar feitelijk gebeurde er op het terrein amper iets. De aandacht verschoof wel meer richting het concept van duurzame ontwikkeling. De aanneming van strenge wetgeving in Californië begin jaren 1990 en de goedkeuring van Kyoto-akkoorden in 1997 veranderden opnieuw weinig aan de situatie.

Verandering was er echter wel in het segment van de hybride voertuigen. Toyota bracht in 1997 in Japan zijn Prius op de markt. In 1999 volgde Honda met de lancering van zijn hybride "Insight" op de Amerikaanse markt. In 2003 volgde dan de lancering van de Honda Civic Hybrid. Het succes van de Toyota Prius was zowel in Europa en Amerika veel groter dan verwacht. Ford volgde en ontwikkelde datzelfde jaar de Escape. Toch ligt het brandstofverbruik van deze hybride wagens, die een elektromotor combineren met een verbrandingsmotor, niet echt significant lager dan modellen die enkel over een verbrandingsmotor beschikken. Een Toyota Prius verbruikt officieel tussen de 4,5 en 5l benzine per 100km in een stedelijke omgeving. Modellen zoals de Volkswagen Polo Bluemotion verbruiken evenveel of zelfs minder. Het milieuargument van het hybride voertuig valt hierdoor quasi volledig weg. Toch zijn de voordelen in stedelijk gebied nog groot. Hier kan namelijk nog wel gebruik gemaakt worden van de elektromotor. In landen zoals Noorwegen dragen deze voertuigen meer de voorkeur weg dan de volledige elektrische modellen. Dit komt omdat Noorwegen zeer dun bevolkt is en de afgelegde afstanden vaak groot, van lange duur zijn, door moeizaam terrein lopen en er soms zware klimatologische omstandigheden mee gemoeid zijn (Harding, 1999). Allemaal aspecten waar een volledig elektrisch aangedreven voertuig het nog steeds veel moeilijker mee heeft dan een voertuig met een gewone verbrandingsmotor (Hoyer, 2008).

### **2.2.2 Conclusie**

Een historische conclusie leidt tot de vaststelling dat er zeer veel pogingen ondernomen werden om het elektrische voertuig echt van de grond te krijgen, maar dat deze tot op heden quasi allemaal als mislukt mogen beschouwd worden. Enkele plaatselijke en tijdelijke successen buiten beschouwing gelaten. Grofweg is er per decennium een evolutie van hernieuwde interesse in elektrisch vervoer, waarna allerhande mensen en bedrijven mee op de kar springen. Meestal komen er enkele vernieuwingen en lijkt het concept aan te slaan. Opnieuw omwille van uiteenlopende redenen komt een grote verkoop nooit echt van de grond waarna alles weer een stille dood sterft. Een decennium later gevolgd door een nieuwe opstoot. Sinds eind jaren 90 kan er echter gesproken

worden van de meest intensieve periode in onderzoek en ontwikkeling naar elektrische voertuigen sinds de grote doorbraken eind 19<sup>de</sup> en begin 20<sup>ste</sup> eeuw. Toch komen alle grote doorbraken nog steeds uit datzelfde tijdsvak. Op de steeds terugkerende zwakke punten zoals daar zijn de dure en zware batterijen, een klein bereik, lage topsnelheden en moeizame en tijdsintensieve herladingsprocessen werden zo goed als geen vorderingen gemaakt. Het is net op deze aspecten dat er vooruitgang gemaakt zou moeten worden wil de elektrische auto evolueren van een niche auto voor beperkt stedelijk gebruik naar een model met gelijkaardige capaciteiten als die met een verbrandingsmotor.

## 2.3 Types elektrische voertuigen

Binnen het segment van de elektrische voertuigen onderscheiden zich grofweg drie verschillende types. Aan de basis van deze onderverdeling ligt de opslagcapaciteit van de batterij en de afstand die elektrisch gereden kan worden (Schoon & Huijskens, 2011). Of het voertuig al dan niet is uitgerust met een motor op benzine of diesel is hier niet van belang.

De drie belangrijkste types zijn:

- Hybride voertuig (HEV)
- Plug-in hybride voertuig (PHEV)
- Volledig elektrisch voertuig (BEV)

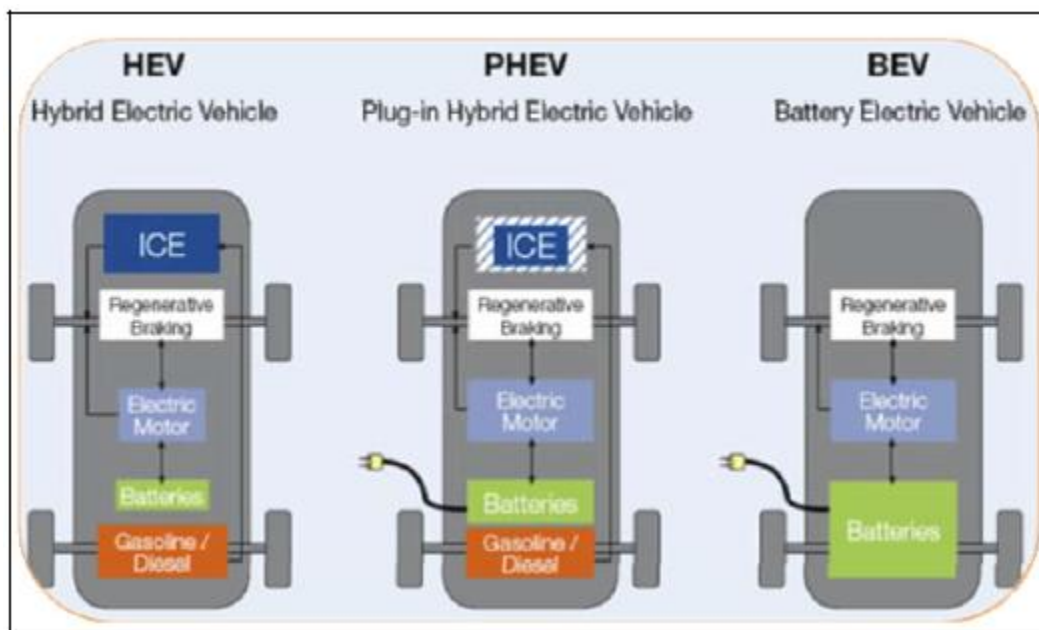
Hieronder nog eens weergegeven in een tabel met hun maximale elektrisch actieradius:

Type elektrisch voertuig (EV)	Maximaal elektrisch bereik (AER)
Hybride (HEV)	<10km
Plug-in hybride (PHEV)	20-60km
Plug-n hybride met 'range extender'	>60km
Batterij-elektrisch voertuig (BEV)	100-170km

**Tabel 1: Actieradius elektrische aandrijving (Schoon & Huijskens, 2011)**

De uiteindelijke opbouw van de drie verschillende types verschilt tamelijk sterk. In figuur 3 worden de verschillende types nogmaals naast elkaar gezet. De belangrijkste aspecten zijn een conventionele verbrandingsmotor (ICE), een regeneratief remsysteem, een elektrische motor, batterijen en een benzine/dieseltank.

De enige overeenkomst tussen de drie types zijn de aanwezigheid van een elektromotor, een batterij en een regeneratief remsysteem. Hoe belangrijker de plaats is die de elektrische aandrijving inneemt, hoe groter en zwaarder deze zijn. Opvallend is ook dat het hybride voertuig volledig zelf instaat voor de opwekking van zijn elektriciteit in tegenstelling tot de twee anderen die bijgeladen moeten worden door netstroom. In feite kunnen we verder stellen dat het PHEV-type de voordelen van zowel een hybride als volledig elektrisch voertuig probeert te combineren. Hoewel dit eigenlijk ook al gold voor het hybride voertuig tussen een verbrandings- en elektromotor wordt nu het extra laden via netstroom toegevoegd.



**Figuur 1: Opbouw elektrische voertuigen (Schoon & Huijskens, 2011)**



## **2.4 Componenten**

### **2.4.1 Elektromotor**

De werking van een elektrische motor is vele malen simpeler dan die van een verbrandingsmotor. Een elektromotor zet namelijk de elektrische energie rechtstreeks om in bewegingsenergie (De Smedt, 2011). De eigenlijke werking gebeurt door middel van magnetisme. Door het gebruik van elektriciteit wordt een magnetisch veld gecreëerd in de motor. Dit veld zorgt er dan voor dat de componenten van de elektromotor een verschillende lading krijgen waardoor ze elkaar gaan afstoten. Hierdoor wordt een continue beweging veroorzaakt die gebruikt kan worden voor de aandrijving van een voertuig (TU Eindhoven).

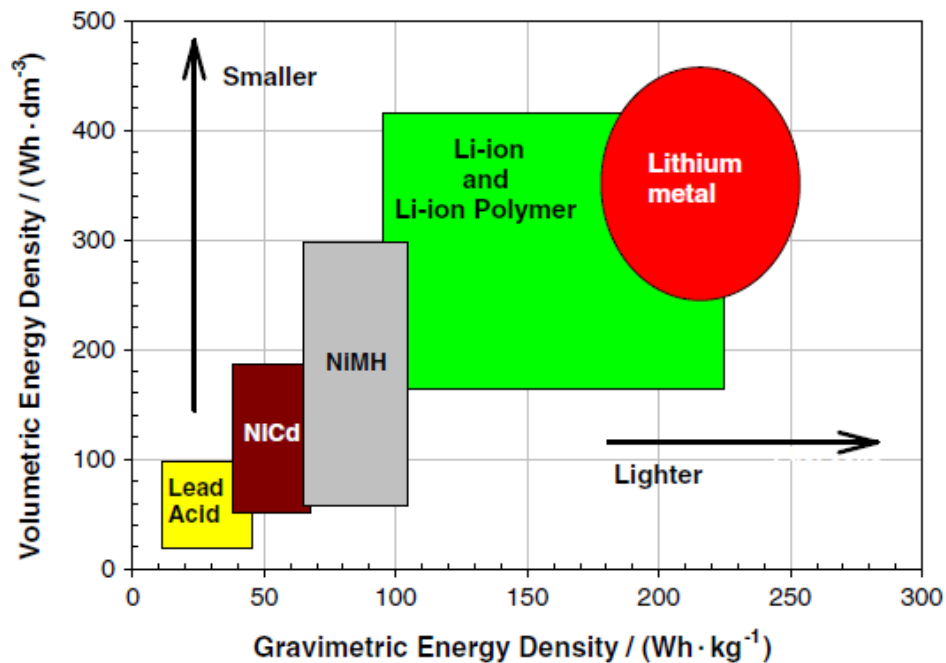
### **2.4.2 Batterijen**

De batterij is zonder twijfel het belangrijkste onderdeel van het volledige elektrische voertuig. Bij hybride en PHEV voertuigen is het belang van de batterij minder essentieel omdat deze ook nog beschikken over een verbrandingsmotor. De kenmerken en de eigenschappen van een batterij spelen een belangrijke rol bij de actieradius en de topsnelheid van het voertuig. Bij volledig elektrische aangedreven voertuigen wordt de energie meestal geleverd door een of meerdere lithium-ionbatterijen. Dit soort batterijen is onderhevig aan snelle ontwikkelingen en werden ondertussen succesvol geïntroduceerd. Zelfde types batterijen zijn vooral bekend van hun gebruik in Gsm's, digitale fototoestellen en laptop 's (Väyrynen & Salminen, 2011).

Het type dat tegenwoordig in elektrische voertuigen gebruikt wordt is de lithium-ion batterij die volgens hetzelfde principe werkt als alle andere herlaadbare batterijen. Ze zetten namelijk opgeslagen chemische energie om in elektriciteit in een gesloten systeem (Väyrynen & Salminen, 2011).

De meest gangbare en gebruikte herlaadbare batterijen zijn de loodzuur batterij, de nikkel-metaalhybride (NiMH) batterij en de lithium-ion batterij. De meeste bekende toepassing is de loodzuur batterij, die al meer dan een eeuw oud is, en ondermeer onmisbaar is voor het starten van de motor in voertuigen met een verbrandingsmotor. Voor gebruik als hoofdkrachtbron in hybride of volledig elektrische voertuigen zijn ze minder geschikt. In hybride voertuigen wordt trouwens vaak gewerkt met een nikkel-metaalhybride batterij. Hun belangrijkste nadeel is een relatief lage energiedichtheid en een betrekkelijk snelle afname van de totale opslagcapaciteit. Dat maakt net het gebruik van de lithium-ion batterij zo interessant. De energiedichtheid hiervan ligt ongeveer twee keer zo hoog als een Nikkel-metaalhybride batterij en ook de levensduur ligt

tegenwoordig hoger. Omwille van deze redenen zijn de batterijen uitermate geschikt om te gebruiken in grotere en zwaardere toepassingen zoals elektrische auto's.



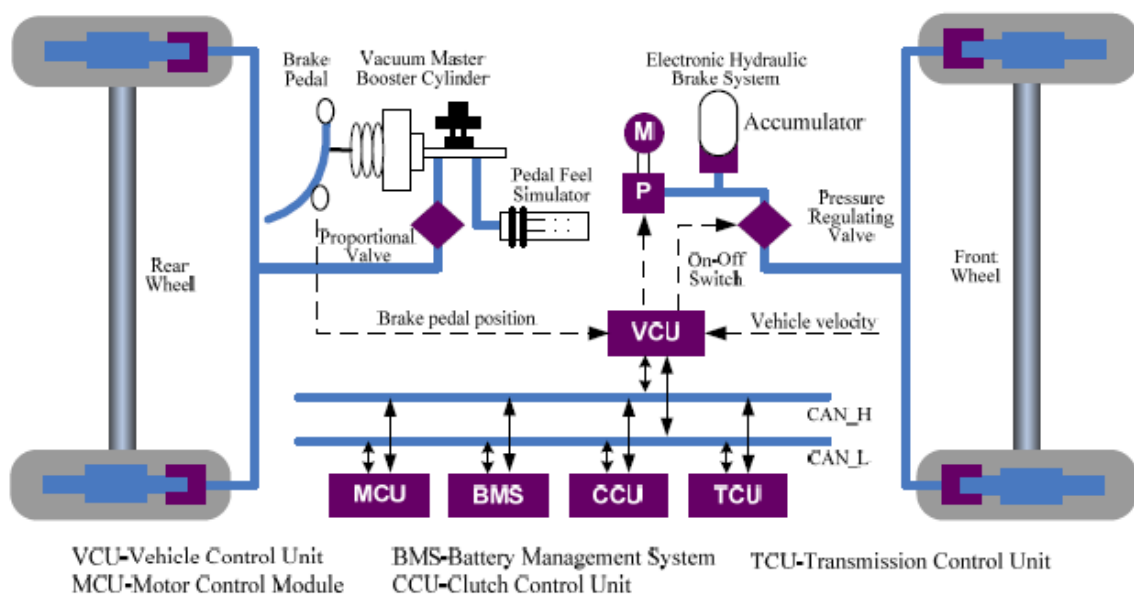
**Figuur 2: Grafiek energiedichtheid (Väyrynen & Salminen, 2011)**

De eerste lithium-ionbatterij werd in 1991 ontwikkeld door Sony. De batterij bestond uit een combinatie van lithium en kobaltoxide. Vele varianten volgden in de jaren daarna. Zo waren er ook batterijen die bestonden uit lithium en ijzerfosfaat. De meest beloftevolle en bruikbare batterij werd in 1995 uitgevonden en was in 1997 klaar voor productie. Het gaat om de LiFePO<sub>4</sub> (LFP) batterij, opnieuw een bepaalde combinatie van lithium en ijzerfosfaten. Hoewel de productie van LFP poeder een moeilijk technisch proces is zijn de voordelen wel legio. Zo hebben de afzonderlijke cellen een goed voltagehoogte van 3,2 volt, is het poeder chemisch stabiel, niet giftig, is er weinig energieverlies door warmte, is het gemakkelijk en betrekkelijk snel te herladen en heeft het een lange levensduur. Een probleem was de hoge inwendige weerstand, maar dit is inmiddels opgelost. Een ander belangrijk probleem is dat de temperatuurbestendigheid niet alles is. Beneden -20 graden en boven 60 graden Celsius treden er problemen op. Bij te lage temperaturen daalt de capaciteit en het haalbare voltage dramatisch. Hoge temperaturen leiden dan weer tot voortijdige veroudering en zelfs veiligheidsproblemen zoals explosies. Idealiter is er dus een koelings- en verwarmingssysteem aanwezig bij het batterijpakket. Lithium-ionbatterijen moeten omwille van bovenstaande risico's in feite continu opgevolgd worden door een Battery management system (BMS) dat tegelijk ook de batterij moet "beheren" aangezien deze uit een groot aantal aparte cellen bestaat. Het BMS zorgt

ervoor dat de voltages in de afzonderlijke cellen niet onder en boven een bepaalde limiet gaan en op gelijke hoogte blijven. Voor de rest stuurt het BMS ook de temperatuurregeling van de batterij aan en geeft het een overzicht aan de bestuurder over de status van de batterij op het dashboard. Dit zorgt er wel voor dat het uiteindelijke systeem op dit moment duurder is dan het gebruik van andere types batterijen zoals NIMH. Verwacht wordt echter dat de prijs de komende tijd zal zakken (Väyrynen & Salminen, 2011).

### 2.4.3 Regeneratief remsysteem

Uniek aan de elektrische voertuigen is de aanwezigheid van een regeneratief remsysteem. Hoewel het elektrische voertuig vlot op de markt verkrijgbaar is, is zijn uitrusting en eigenschappen niet echt concurrentieel met die van een voertuig met klassieke verbrandingsmotor. Vooral in stedelijke omgevingen zorgt het remmen voor een groot "energieverbruik", zowel bij elektrische als klassieke voertuigen. Omdat bij elektrische voertuigen elke kilowatt telt werd het systeem van het regeneratief remmen voor auto's ontwikkeld. De taak van dit systeem is de kinetische energie die vrijkomt bij het remmen en in de vorm van ondermeer warmte verloren gaat te recupereren en terug te stockeren in de batterijen. Volgens onderzoek kan hiermee tussen 8 en 25% van het totale energieverbruik gerecupereerd worden (Guoqing, Weimin, Kun, & Zhibin, 2011).



**Figuur 3: Regeneratief remsysteem (Guoqing, Weimin, Kun, & Zhibin, 2011)**

### **3 Mogelijke invloedsfactoren**

De belangrijkste factoren die van invloed zijn op de opkomst van de elektrische voertuigen zijn op te splitsen in vraag- en aanbodfactoren. Er is vermoedelijk interactie tussen deze factoren en ze beïnvloeden elkaar (Shephard, Bonsall, & Harrison, 2012).

- Bruto prestatie-kostprijs verhouding accu
- Overheidsstimulering
- Infrastructuur
- Brandstofprijzen en concurrentiekracht alternatieven
- Aanbodpush van leveranciers
- Modelaanbod
- Veiligheid
- Gebruikszekerheid en gebruiksgemak
- Vraag op basis van kostprijs
- Vraag op basis van andere redenen zoals milieu en imago (Van Woelderens, 2011)

#### **3.1.1 Prestatie-kostprijs verhouding accu**

De kostprijs van de accu die in een elektrisch voertuig gebruikt wordt daalt doordat de marktgroei leidt tot lagere kosten per accu en tot een steeds hogere energiedichtheid per batterij. Een schaalvergroting leidt tot een vermindering van de kostprijs per kilowattuur en de prestatie/kostprijsverhouding wordt bepaald door de stand en ontwikkeling van de techniek. Het belangrijkste aspect hierbij is de energiedichtheid omdat bij het gelijk blijven van de massa van de batterijen dit alleen bereikt kan worden door een evolutie in de techniek. Toch spelen ook allerhande factoren mee die een negatieve invloed hebben op de actieradius, veel meer dan dit het geval is bij verbrandingsmotoren. Deze andere factoren zijn het rijgedrag, de buitentemperatuur en de luchtweerstand. Vooral een diep negatieve temperatuur kan een nefaste invloed hebben op de batterijcapaciteit. Niet alleen neemt hierdoor de opslagcapaciteit af, maar zal ook de batterij zwaarder belast moeten worden voor zaken zoals aandrijving en verwarming. Hoewel de basistechnologie weinig geëvolueerd is de laatste jaren valt het toch niet uit te sluiten dat er de komende jaren grote doorbraken verwacht mogen worden (Van Woelderens, 2011).

### **3.1.2 Overheidsstimulering**

De diverse overheden wereldwijd spelen een zeer belangrijke rol bij de stimulering van het elektrische voertuig. Niet alleen worden er miljarden uitgegeven aan onderzoek, er gaan ook grote bedragen naar bedrijven en particulieren als ondersteuning of subsidie bij de aankoop en gebruik van elektrische voertuigen. Meer indirect draagt de overheid ook bij tot de stimulering door het aanpassen van wetten en het creëren van een grotere markt. Het ziet er naar uit dat in de toekomst de overheid op dit ingeslagen pad verder zal gaan. Toch kan ten gevolge van de wereldwijde crisis in de jaren 2010-2012 en de effecten op de begrotingen van de diverse landen. Het is mogelijk dat we naar een gelijkaardig scenario gaan als in de jaren 30 waar door de crisis toen de elektrische voertuigen zwaar in de problemen kwamen. Tegelijk zorgen de vele belastingen en accijnzen op brandstof voor miljarden aan inkomsten voor de overheid. Inkomsten die er voorlopig bij elektrische voertuigen niet zijn. In vele gevallen zijn deze zelfs volledig vrijgesteld van een groot aantal belastingen en aangezien ze ook geen gebruik maken van benzine of diesel betalen ze ook geen accijnzen. Het valt te verwachten dat als eenmaal de elektrische auto echt zou doorbreken de overheid hierdoor heel wat inkomsten zal mislopen. Het valt op langere termijn dus te verwachten dat de overheidsstimulering geleidelijk aan zal verminderen (Van Woelderen, 2011).

### **3.1.3 Infrastructuur**

Studies hebben aangetoond dat de meerderheid van de autoverplaatsingen op een dag niet langer zijn dan 50km. Een elektrisch voertuig zou in theorie dus een groot deel van de verplaatsingen op een dag kunnen dekken. Langere verplaatsingen zijn dan weer problematisch. Langere trajecten zoals op vakantie gaan met een elektrisch voertuig zijn quasi onhaalbaar en niet praktisch. Als tweede voertuig of als stadsauto kan het elektrisch voertuig wel een optie zijn zolang er geen lange afstanden mee afgelegd moeten worden en er laadpunten beschikbaar zijn. Ideaal kan het voertuig gewoon 's nachts thuis herladen worden. Een andere optie is het snel verwisselen van de accu's. Dit is een mogelijkheid die bijvoorbeeld Renault nu al kan aanbieden aan zijn klanten. Toch wordt ook veel verwacht van het plaatsen van laadpalen bij bedrijven en op openbare locaties (Van Woelderen, 2011).

### **3.1.4 Brandstofprijzen en concurrentiekracht van alternatieven**

De hoogte van de brandstofprijzen mag gezien worden als uiterst relevant om de concurrentiekracht van elektrische voertuigen in te schatten. Het ziet er naar uit dat de vraag naar fossiele brandstoffen de komende jaren alleen maar toe zal nemen en dat op een bepaald moment het aanbod kleiner zal worden dan de vraag. Ook zullen de bereikbare reserves langzaam maar zeker uitgeput raken. Over het juiste aantal reserves en de datum waarop er een grotere vraag zal zijn dan het aanbod zijn al ontelbare rapporten geschreven en onderzoeken gedaan. We nemen in dit geval aan dat tegen 2014 de vraag groter zal zijn dan het aanbod en dat de wereldreserves aardolie nog ongeveer 900 miljard vaten bedraagt (Van Woelderen, 2011). Doordat de schaarste groter wordt zal door de economische wetmatigheden ook de prijs flink oplopen. Het elektrische voertuig kan hierdoor flink winnen aan concurrentiekracht ten opzichte van de voertuigen op benzine en diesel (Thiel, Perujo, & Mercier, 2010).

Bij de alternatieve mogelijkheden is het ene concept al concurrentiëler dan het andere. Toch kampt elk type alternatief nog met zijn specifieke zwakke punten. Het gebruik van biobrandstoffen en biogas is volop in ontwikkeling. Toch treden ook hier heel wat moeilijkheden op en speelt de ethische kwestie een grote rol. Is het opportuun om landbouwgrond en voedsel in te schakelen voor mobiliteit terwijl er wereldwijd een tekort is aan voedsel? Ook het inschakelen van aardgas als brandstof voor voertuigen mag niet onderbelicht blijven. De omvang van het winbare aardgas kan de komende jaren nog met meer dan 60% toenemen door nieuwe technieken en methoden. Als laatste is er dan de brandstofcel die werkt op waterstof. De techniek staat net zoals bij elektrische auto's ongeveer op punt, maar er zijn nog heel wat praktische bezwaren. Zo is de productie van waterstof moeizaam en duur, is er geen verdeelnet beschikbaar en zorgt de opslag van dit hoogexplosief gas voor problemen. Het is verder wel een gegeven dat van al deze methoden het elektrische voertuig het meest efficiënt is in het omzetten van energie naar beweging met zo weinig mogelijk verlies door warmteproductie. Het elektrische vervoer is dus zeker een van de "groenste" opties in het hele debat (Van Woelderen, 2011).

### **3.1.5 Aanbodpush en modelaanbod**

Er worden de komende jaren tientallen miljarden geïnvesteerd in onderzoek en ontwikkeling van elektrische en hybride voertuigen. Alle autofabrikanten van naam zetten hier volop op in. Opvallend is dat de belangrijkste evoluties voornamelijk op de markt gebracht worden door de Aziatische en Franse constructeurs. Toyota, Mitsubishi, Nissan, Citroën, Peugeot en Renault staan een pak verder dan de andere merken die pas vanaf 2012-2013 volgen met eigen modellen. Door het groeiende en betere aanbod kan

aangenomen worden dat zeker tot 2020 de verkoop zal blijven toenemen (Yabe, Shinoda, Seki, Tanaka, & Akisawa, 2012). Door de verder technologische evolutie kan ook verwacht worden dat er binnen het elektrische segment meer verschillende types op de markt zullen komen. Naar gelang dat het bereik toeneemt zullen ook "grotere" wagens gevraagd worden door de markt. Door de inburgering die hier op volgt zullen de fabrikanten verder ook verplicht worden een grotere variatie aan te bieden (Van Woelderens, 2011).

### **3.1.6 Vraagfactor op basis van totale kosten van de levenscyclus**

Een van de hoofdvragen over het elektrische vervoer is de totale kost voor de gebruiker over de gehele levensduur. Dit is het totaal van de aankoopprijs, onderhouds- en reparatiekosten en overige kosten. Binnen de overige kosten vallen de accucapaciteit, de elektriciteitsprijs en factoren die het verbruik beïnvloeden. Actueel komt de overheid tussen in een groot aantal kosten zoals een aankoops- en gebruikssubsidie. Minstens zo interessant is het om de prijs te bekijken zonder tussenkomst van de overheid. Hieruit blijkt dat een elektrisch voertuig vandaag nog steeds duurder is in aanschaf en in gebruikskosten dan een voertuig met een verbrandingsmotor. Het ziet er naar uit dat pas tegen 2020 de totale kosten van het elektrische voertuig overeen zullen komen met die van het voertuig met een verbrandingsmotor. Rekenen we de overheidssubsidies hier niet bij dan schuift dit nog enkele jaren vooruit en zitten we al in de buurt van 2025 (Van Woelderens, 2011).

### **3.1.7 Vraagfactor op basis van imago- en milieuoverwegingen**

Het ziet er naar uit dat de doorbraak van elektrische voertuigen deze keer van blijvende aard is in de wereld. Toch heeft een deel van het fenomeen thans het karakter van een hype. Deze hype draagt natuurlijk wel bij tot de algemene verdere ontwikkeling van de markt en zweeft vooral op het "groene imago" dat vooral bedrijven zich willen aanmeten. Dit onderscheidend vermogen zal normaal gezien de komende jaren wel afnemen. Als de introductiefase verder succesvol verloopt zal het grote publiek normaal wel volgen (Van Woelderens, 2011).

## 3.2 Bruikbaarheid

De bruikbaarheid van het elektrische voertuig wordt vooral bepaald door de afstand die het kan afleggen en het herladen van de batterijen. De meeste elektrische voertuigen die vandaag op de markt zijn halen maximale afstanden tussen 120 en 180km totdat de batterijen leeg zijn en er dus weer herladen moet worden.

Een van de belangrijkste aspecten is de beperkte afstand die een elektrisch voertuig kan afleggen. Simpelweg zou voorgesteld kunnen worden om het batterijpack in de voertuigen nog te vergroten en uit te breiden. Nadeel is dat de massa en het volume van de batterij niet lineair meegroeien met de potentieel mogelijke afstanden. Zo zou het verdubbelen van het rijbereik van een voertuig dat nu 160km ver kan rijden neerkomen op het toevoegen van 800kg batterijen. Dit heeft natuurlijk een zwaar effect op het voertuig zelf en op de interne systemen zoals de remmen, stuur en ophanging. Mede door deze beperkingen aan de batterij ziet het er nog naar uit dat volledige elektrisch aangedreven voertuigen voorlopig beperkt zijn tot lichtere wagens die vooral in stedelijke omgevingen gebruikt kunnen worden (Thomas, 2012).

## 3.3 Milieu

Elektrische voertuigen en plug-in hybride voertuigen worden over het algemeen als "groen" omschreven. Er is geen directe uitstoot van broeikasgassen door het voertuig zelf en ook de geluidsproductie is anders. Constructeurs geven ook graag aan dat hun elektrische voertuigen zorgen voor een globale afname van de luchtvervuiling. In de realiteit hangt de reductie van de broeikasgassen af van twee belangrijke factoren. Het aantal verkochte elektrische voertuigen (percentage in het totaal) en de uitstoot van de krachtcentrales die de batterijen opladen (Thomas, 2012). Tegelijk moet er ook rekening gehouden worden met de milieubelasting die veroorzaakt wordt door de productie van een elektrisch voertuig en zijn componenten.

Wat is nu de echte invloed van het elektrische voertuig op de totale uitstoot van het wegverkeer? Zoals het er nu naar uit ziet met de huidige technologieën en eigenschappen zal het invoeren van volledig elektrisch aangedreven voertuigen slechts zorgen voor een vermindering van 7,5% op de totale uitstoot van het verkeer. Er valt wel een forsere vermindering in het verbruik van olie te verwachten. Deze daling zou ongeveer 25% bedragen. Bovenstaande cijfers zijn gebaseerd op het theoretisch vervangen van alle mogelijke modellen naar de huidige eigenschappen van elektrische



voertuigen in de Verenigde Staten (Thomas, 2012). Toch is dit percentage verschillend van land tot land. De Amerikaanse elektriciteitsproductie en uitstoot van broeikasgassen voor de batterijen werd namelijk mee in het model opgenomen. Grote verschillen zijn er echter met landen zoals Frankrijk en België die meer dan 50% van hun elektriciteit uit kernenergie halen. Kernenergie produceert namelijk geen of slechts een zeer klein deel aan broeikasgassen.

Worden niet alleen de elektrische voertuigen ingevoerd, maar ook de plug-in hybrides dan is er al een ander beeld zichtbaar. Er zal dan een vermoedelijke uitstootdaling zijn van 25% en het verbruik van benzine en diesel zal dalen met 67%. Een vergelijking met waterstofaandrijving kan dan ook nog worden gemaakt. Bij de invoering van waterstoftechnologie valt er meteen een daling op uitstoot te verwachten van 40% en het brandstofverbruik zal bijna volledig wegvallen. Waterstof lijkt vele malen idealer om te gebruiken, maar heeft dan weer af te rekenen met andere tekortkomingen (Thomas, 2012).

### **3.4 Veiligheid**

Het gebruik van andere technieken heeft sowieso een invloed op de veiligheid van het voertuig. Meer specifiek naar elektrische voertuigen toe is dit het ontbreken van motorgeluid, een hogere massa en andere gewichtsverdeling, een hogere boordspanning en een mogelijk lege batterij (Schoon & Huijskens, 2011).

#### **3.4.1 Ontbreken van motorgeluid**

Vooraf bij lage snelheden (<20km/h) is een volledig elektrisch voertuig quasi geluidloos. Hierna wordt het rolgeluid van de banden op het wegdek steeds meer een bepalende factor in de geluidsproductie. Ook het type wegdek speelt een rol in het geproduceerde geluidsniveau. Het ontbreken van enig motorgeluid zou een aanleiding kunnen zijn of mee aan de oorzaak kunnen liggen van een ongeval. Het lijkt een zekerheid dat dit zich voornamelijk zal voordoen in het gemengde en drukke stadsverkeer. De zwakke weggebruikers zouden hier de grootste risicogroep vormen.

De drie belangrijkste factoren die de verkeersveiligheid negatief kunnen beïnvloeden zijn het lagere geluidsniveau van het voertuig, geluidloze verkeerssituaties en het omgevingsgeluid. Door het ontbreken van motorgeluid zal een elektrisch voertuig door fietsers en voetgangers later waargenomen worden. Het meeste risico ligt hier bij oversteekbewegingen of locaties waar fietsers en voetgangersstromen elkaar kruisen.

Ook voor blinden en slechtzienenden is het totaal ontbreken van geluid geen goede evolutie. Modellen die beschikken over een regeneratief remsysteem zijn echter nooit volledig geluidloos. Zij produceren bij het remmen en vertragingen wel steeds nog geluid, maar dit is nog steeds van een veel lager niveau dan voertuigen met een verbrandingsmotor. Sommige situaties zijn door het ontbreken van geluid nog risicovoller zeker op parkeerplaatsen en kruispunten waar niet kan gezien worden of er een voertuig aankomt of gaat vertrekken. Het laatste punt is dat van het omgevingsgeluid. Net op de plaatsen waar er veel omgevingsgeluid is, maakt het elektrische voertuig net het minste lawaai, zijnde de stedelijke omgeving.

Uit Amerikaans onderzoek blijkt dat op wegen met een lage snelheidslimiet de kans op een ongeval van een elektrisch voertuig met een fietser of voetganger ongeveer anderhalve keer zo hoog ligt als bij een voertuig met verbrandingsmotor. (Schoon & Huijskens, 2011) Toch is het nog zeer moeilijk om hier verdere uitspraken over te doen. Er rijden gewoon nog te weinig elektrische voertuigen rond en ook over het aantal kilometers dat ze afleggen is niets geweten.

Mogelijke oplossingen voor dit probleem is het uitrusten van de elektrische voertuigen met een speciaal waarschuwingssignaal of een soort kunstmatig motorgeluid. Dit kan automatisch dan wel handmatig gebeuren en zowel kortstondig al continu zijn, maar waarschijnlijk volstaat een kortstondig waarschuwingssignaal dat door een computer ingeschakeld kan worden na automatische detectie van een voetganger of fietser (Schoon & Huijskens, 2011).

### **3.4.2 Hogere massa en andere gewichtsverdeling**

Door de volledig andere opbouw van het elektrisch voertuig met ondermeer een zwaar batterijenpakket, zorgt er voor dat verschillende onderdelen van het voertuig op een andere manier of zwaarder belast worden dan nu het geval is. Dit is het geval bij de remmen, de banden, de stuurinrichting en de vering die hier allemaal aan aangepast moeten worden. Door de afwezigheid van een zwaar motorblok van voor in de auto en een zwaar en groot accupakket achteraan in de wagen kan de instabiliteit toenemen. Beiden hebben ook invloed op de gedragingen van de auto op het moment van een verkeersongeval. Voor de rest ontbreekt het ook hier nog aan voldoende bronnen en onderzoek voor een meer en correcter beeld (Schoon & Huijskens, 2011).

### **3.4.3 Hogere boordspanning**

De aanwezige spanning in een elektrisch voertuig ligt tussen de 300 en 600 volt. Dit is veel hoger dan de spanning in een voertuig met een verbrandingsmotor. Die ligt in de meeste gevallen slechts op 12 volt. Bij een ongeval kan dit voor extra problemen zorgen. Dit is ook het geval wanneer een elektrisch voertuig in brand vliegt of in het water terecht komt. Het gevaar gaat hier voornamelijk uit van het batterijpakket. Als dit ten gevolge van bovenstaande gebeurtenissen beschadigd raakt kan dit de gevolgen verergeren. Dit is niet of amper het geval bij de huidige loodzuur batterijen van 12 volt. Onderdelen van het voertuig kunnen onder stroom komen te staan of er kan alsnog brand ontstaan door bijvoorbeeld kortsluiting. Ook voor de hulpverleners is dit een groot probleem. Blussen kan voor kortsluitingen zorgen en aanraken van het voertuig voor elektrische schokken. Zeker in het geval van een ongeval met geknelden als het voertuig door de brandweer opengeknipt dient te worden is dit een risico voor zowel hulpverleners als inzittenden (Schoon & Huijskens, 2011).

### **3.4.4 Afwezigheid van spanning of lege accu**

Een van de zwaktes van een elektrisch voertuig dat al veelvuldig is aangehaald is het beperkte bereik van de accu's. Door deze zwaar te belasten zal het bereik nog afnemen. Zaken zoals snel accelereren, snel rijden, gebruik van airco, verlichting en verwarming zijn nefast voor de capaciteit van batterijen. Hierdoor kunnen de accu's sneller leeg geraken dan gepland. Hierdoor kunnen makkelijk gevaarlijke situaties ontstaan. Op wegen buiten de bebouwde kom en op plaatsen waar de toegelaten snelheid hoger ligt dan 50km/h is er een risico. Het voertuig zal in eerste instantie trager gaan rijden en uiteindelijk helemaal stilvallen. In dat geval is het noodzakelijk dat het voertuig ergens veilig aan de kant kan worden weggezet (Schoon & Huijskens, 2011).

## **3.5 Prijs / kostverhouding**

Elektrische voertuigen zijn relatief duur te opzichte van hun tegenhangers op benzine of diesel. Niet alleen komt dit door de aanwezige technologie, vergeleken met de eigenschappen van het elektrisch voertuig komt het kostenverschil eigenlijk nog groter uit. Toch kan verwacht worden dat de prijs per eenheid (per auto), gelijk alle nieuwe technieken, zal dalen als de productie eenmaal toeneemt (Hidrue, Parsons, Kempton, & Gardner, 2011).

Cijfers plakken op de prijsverschillen tussen elektrische voertuigen en "gewone" voertuigen is zeer moeilijk. Dit wordt veroorzaakt door een enorm variërend aanbod op

de normale voertuigenmarkt en het toch al redelijke aanbod op de markt van elektrische voertuigen. Als er toch een cijfer op geplakt moet worden dan varieert het verschil ongeveer tussen \$3000 (€2200) en \$16000 (€11850) aan meerkost voor een elektrisch voertuig (Hidrué, Parsons, Kempton, & Gardner, 2011).

Niet alleen is de aankoopprijs aan de dure kant, het ziet er ook naar uit dat de levensduur van de voertuigen korter is. Een meer volledig beeld werd onderzocht in Spanje waar de totale kost over de levensduur van een elektrisch voertuig vergeleken werd met die van een voertuig op benzine/diesel (Garcia & Miguel, 2012).

Zij bekijken voor beide types de aankoop- en gebruiksprijs. Voor de elektrische voertuigen zien ze nog extra bijkomende kosten in ondermeer een laadsysteem voor thuisgebruik. De verwachting voor de dure batterijkosten is dan weer dat die de komende jaren zullen dalen. Een laatste aspect zijn de overheidssubsidies die verschillen van land tot land. Gemiddeld lag de subsidie in Spanje op 7000 euro per voertuig.

De gebruikskost wordt voor het grootste deel veroorzaakt door de brandstof of de elektriciteit. Ook het onderhoud wordt hierbij gerekend. De brandstofkosten hangen af van de wereldwijde olieprijsen, terwijl dit voor elektriciteit niet meteen het geval is. Elektriciteit kan worden opgewekt door middel van olie en gas, maar evengoed door gebruik van steenkool, kernenergie, wind, zon, ...

Wat betreft de onderhoudskosten wordt er uitgegaan van 0,03 euro per kilometer voor conventionele voertuigen en 0,02 euro per kilometer voor elektrische voertuigen (Garcia & Miguel, 2012).

Meer in het algemeen nog blijkt uit IJslands en Nederlands onderzoek dat door een toenemende massaproductie en de technologische evolutie de algemene aankoopprijs van een elektrisch voertuig zal dalen. Deze daling zal het sterkste zijn in de periode 2010-2020. Naderhand blijft een prijsdaling zeker mogelijk, maar deze gaat aan een trager tempo (Shafiei, Thorkelsson, Ásgeirsson, Davidsdottir, Raberto, & Stefansson, 2012), (Pasaoglu, Honselaar, & Thiel, 2012).



Figuur 4: Mogelijke prijsdaling (E. Shafiei et al., 2012)

### 3.6 Marktpotentieel

Het jaar 2010 kan volgens ING gezien worden als "het jaar nul" voor elektrische auto's. Het economisch bureau verwacht dat in Nederland in 2015 ongeveer 0,3% van het wagenpark zal bestaan uit elektrische voertuigen. Tegen 2020 zal dit dan zijn opgelopen tot 1,6% van het totaal (Van Woelderens, 2011). Als belangrijkste factoren voor het wel of niet kopen van een elektrisch voertuig werd in Duitsland vooral gekeken naar de prijs en de afstand die het voertuig kan afleggen. Hieruit blijkt dat slechts 5% van de ondervraagden overweegt, of het mogelijk acht dat ze een elektrisch voertuig zullen aankopen als volgende auto (Lieven, Mühlmeier, Henkel, & Waller, 2011).

Onderzoek in de Verenigde Staten heeft het dan weer niet over procentuele aantallen, maar kijkt naar de onderverdeling binnen het gehele segment van hybride en elektrische voertuigen. Zij gaan voor een toename van de elektrische voertuigen vanaf 2015. Het is volgens hun ook in dat jaar dat het marktaandeel van de hybride voertuigen zal beginnen stagneren en zelfs langzaam dalen. Vanaf 2017 zou dit proces dan in een stroomversnelling geraken en komen er steeds meer volledig elektrische voertuigen op de weg. De opvallende stijging binnen het segment van de elektrische voertuigen vanaf 2017 zouden volledig te wijten zijn aan de elektrische voertuigen. De hybride voertuigen blijven namelijk langzaam aan populariteit inboeten (Orbach & Fruchter, 2011).

Interessant om op te volgen zijn ook de onderzoeken op de IJslandse markt. Daar werd ook onderzoek gedaan naar het marktpotentieel en de mogelijke evoluties in de automarkt. In dit onderzoek werden ondermeer de brandstofprijzen, de voertuigtaksen,

de prijsevoluties van elektrische voertuigen en de herladingsmoeilijkheden meegenomen. Voor IJsland kan een marktpenetratie van 100% bereikt worden indien de brandstofprijzen blijven stijgen, het elektrisch voertuig goedkoper zal worden, er geen taksen op geheven worden en als de belangrijkste herladingsproblemen worden opgelost. In het geval dat niet aan al deze factoren voldaan kan worden is overheidssteuning steeds noodzakelijk. Ook een omgeving waar de voertuigen en bestuurders geen "last" ondervinden van een beperkte reikwijdte en een langere oplaadduur is in dit geval een noodzakelijke vereiste (Shafiei, Thorkelsson, Ásgeirsson, Davidsdottir, Raberto, & Stefansson, 2012).

### **3.7 Toekomstige evoluties**

De toekomstige evoluties kunnen worden samengevat in zes ontwikkelingscategorieën. Deze zijn de infrastructuur, de ontwikkelingen in de mobiliteit, de ontwikkelingen in de wereldwijde autoproductie, de ontwikkelingen in de energieprijzen en de ontwikkelingen in de elektrische sector. Al deze aspecten zijn verbonden met de zesde categorie, het beleid.

Het gebruik van elektrische voertuigen kan maar mogelijk gemaakt worden indien er voldoende herlaadinfrastructuur aanwezig is. Er zijn in feite twee beschikbare opties die beiden mogelijk zijn. Het meest voor de hand liggend is de realisatie van herlaadpunten. Omwille van de langere laadtijden wordt er echter ook veel verwacht van een soort batterijwisselpunten. Evoluties in de verschillende landen lopen zelden gelijk op. Zo zijn er bijvoorbeeld landen waar voorlopig amper naar elektrische voertuigen en de beschikbare infrastructuur wordt omgekeken. In Frankrijk, Groot-Brittannië en vooral Israël daarentegen wordt op korte termijn veel vooruitgang verwacht (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012). Invloed kan ook verwacht worden door veranderingen in het mobiliteitspatroon van de bestuurders. De twee relevante ontwikkelingen hier zijn de opkomst van mobiliteitoperators en wijzigingen in de intermodaliteit. Het ziet er naar uit dat ondermeer bij autodeelprojecten het elektrische voertuig wel eens populair zou kunnen worden. Ook een verdere uitbouw van een beter systeem van intermodaliteit lijkt mogelijk te zijn. De combinatie van beleidsmaatregelen en verschillende vervoersmiddelen vooral in stedelijke zones lijkt een opportuniteit te zijn voor de elektrische voertuigen (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012).

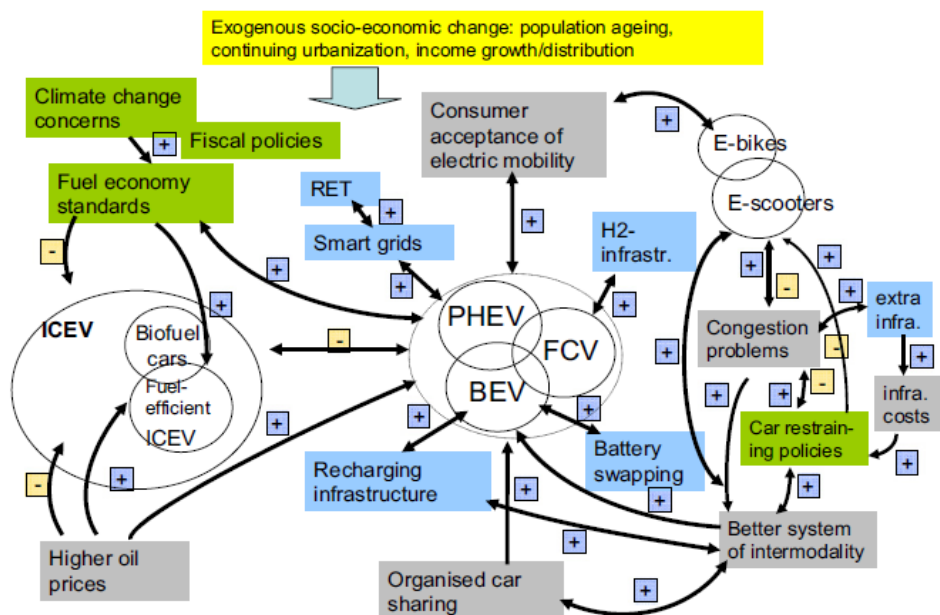
De ontwikkelingen in de wereldwijde autoproductie vormen een volgende categorie die van belang is. De autoproductie is al een aantal jaren aan het veranderen, zowel op het vlak van de markt en op de technologische kant. De markten in de traditionele

autolanden stagneert al enkele jaren, terwijl die in de zogenaamde BRICS-landen enorm zal groeien. Dit is een enorme opportuniteit voor deze landen die in feite meteen kunnen starten met het elektrische voertuig. Ook de invloed van nieuwe en verbeterende technologie mag niet onderschat worden (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012).

Een volgende factor die wel degelijk van invloed is, zijn de stijgende energieprijzen. Meer bepaald de stijgende olieprijs. De voornaamste oorzaken moeten hier gezocht worden in de steeds groter wordende vraag en de uitputting van makkelijk ontginbare oliebronnen. Vermoedelijk zullen de stijgende olieprijs op de elektriciteitsmarkt slechts een beperkte invloed hebben. Op de benzine- en dieselprijzen zullen de gevolgen veel groter zijn (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012).

Als voorlaatste zijn ook nog de veranderingen in de elektriciteitssector van belang. De belangrijkste uitdagingen zitten hem in de opkomst van de hernieuwbare energie en de introductie van "smart grid systems". Deze term wil zeggen dat het bestaande elektriciteitsnet zal moeten worden omgevormd worden naar een "smart grid". Elektriciteit loopt niet meer in één richting van een centrale naar een gebruiker. Door de opkomst van ondermeer particuliere zonnepanelen loopt de stroom in verschillende richtingen en zal er in de toekomst een goede sturing en monitoring nodig zijn van het net (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012).

De laatste categorie hangt af van het klimaatbeleid en het gedrag van de publieke opinie. Veel wordt verwacht van het klimaatbeleid. Onder deze noemers zal de komende jaren vermoedelijk heel wat wetgeving verstrengd worden (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012).



**Figuur 5: Belangrijke populaire factoren van EV (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012)**

## **3.8 Sterktes en zwaktes van elektrische voertuigen**

Als korte conclusie van de literatuurstudie kan er na een blik op de toekomst ook nog een opsomming gemaakt worden van de belangrijkste sterktes en zwaktes van elektrische voertuigen.

### **3.8.1 Sterktes**

- Positieve effecten op milieu, omgeving en vervuiling
- Elektrische voertuigen verbruiken minder energie dan hun tegenhangers op benzine of diesel
- Elektrische voertuigen produceren significant minder CO<sub>2</sub> uitstoot dan voertuigen op benzine of diesel
- Elektrische voertuigen hebben een positieve impact op elektriciteitsproductie
- Elektrische voertuigen zijn zeer stil en men verwacht een enorme afname van het verkeerslawaai
- Bij gebruik op een globale schaal zou de wereldwijde vraag naar olie met 20% dalen en daalt dus ook de olieafhankelijkheid (Penev & Ivan, 2011)

### **3.8.2 Zwaktes**

- Gelimiteerde actieradius door de beperkte capaciteit van de batterijen
- Herladen van de batterijen verloopt veel moeizamer en vooral langer dan het tanken van brandstof
- De prijs van een elektrisch voertuig is aan de hoge kant
- Zwakke topprestaties van een elektrische auto. Trage acceleratie en lagere topsnelheden (Penev & Ivan, 2011)





## **4 Q-methodologie**

### **4.1 Wat is Q-Methodologie?**

De Q-methodologie is een al wat oudere techniek die ontwikkeld werd in de jaren 30 van de twintigste eeuw. Het belangrijkste verschil tegenover andere, vaak bekendere, statistische methodes is dat bij de Q-methodologie gewerkt kan worden met slechts een beperkte groep respondenten. Ondanks het kleine aantal respondenten is de methode toch uitermate geschikt om een betrouwbare analyse te doen en de juiste conclusies te trekken. De Q-methodologie keert de gebruikelijke factoranalyse om en correleert personen in plaats van item. Hierdoor is het mogelijk om over specifieke onderwerpen te achterhalen welke opinies en gedachten er heersen.

Deze statistische methode heeft zijn nut al meermaals kunnen bewijzen in de markt van de sociale kwalitatieve onderzoeken. Binnen de verkeerskunde kan het gebruik ervan eerder beperkt genoemd worden. Het is verder ook nog absoluut van belang om te vermelden dat de Q-methodologie een exploratieve techniek is en dat die niet in staat is om veronderstellingen te bewijzen (De Laender, 2010).

### **4.2 Opbouw van het onderzoek**

Een onderzoek dat gevoerd wordt door middel van de Q-methodologie bestaat uit vier grote delen. Het gaat om de opbouw, de administratie, de data-analyse en de interpretatie (Exel & de Graaf, 2005).

In de eerste fase is het de bedoeling dat een lijst met statements gecreëerd wordt. De officiële term hiervoor is de "Q-sort". De bepaling van deze statements moet uiteraard goed aansluiten bij het onderzoeksthema waarop ze gebaseerd zijn. Deze statements moeten verder zo opgesteld worden dat ze passen onder een overkoepelende algemene vraag die in feite het hele onderzoek kadert. Na het opstellen van de statements moet gekozen worden welke statements uiteindelijk opgenomen zullen worden voor het onderzoek. De tweede stap is veel beperkter en is vooral belangrijk voor de praktische organisatie. Indien het onderzoek via een online-tool afgenomen wordt bestaat dit uit het instellen en ingeven van alle variabelen en statements. Een onderzoek met pen en papier vergt meer organisatie. In de derde stap gebeurt dan de omvangrijkste fase van het onderzoek. Respondenten worden gezocht, aangeschreven en verzocht mee te werken. Als laatste worden de gegevens dan geanalyseerd en uiteindelijk geïnterpreteerd.

## 4.3 Onderzoeksopzet

De specificiteit van de Q-methodologie zorgt voor een tamelijk gemakkelijke opstelling van het onderzoek. Er wordt gewerkt met een aantal stellingen die door de respondent beoordeeld dienen te worden. De beoordeling is geen simpel "akkoord" of "niet akkoord", maar de ondervraagde persoon dient ook nog een soort waarde te geven aan de beoordeelde stellingen. Deze waarde varieert tussen "helemaal oneens" en "helemaal eens". Per categorie kan slechts een bepaald aantal stellingen ingevuld worden, weinig voor de uitersten en meer voor de andere categorieën. De achterliggende gedachte hiervan is het benaderen van de omgekeerde Gausscurve of de normale verdeling. Het schema is hierop namelijk gebaseerd. Elk van deze stellingen krijgt een nummer dat dan gebruikt kan worden om te quoteren. Het uiteindelijke onderzoek zal gebeuren door middel van een online tool.

### 4.3.1 Opstellen van de Q-sort

Om een duidelijk en volledig overzicht te verkrijgen van de verschillende meningen over elektrische voertuigen werden er een 40-tal stellingen opgesteld die allemaal relevant zijn voor het onderzoek. Deze stellingen werden onderverdeeld in 6 verschillende categorieën. Er zijn tien stellingen over de bruikbaarheid, vijf over de betrouwbaarheid, zeven die handelen over het milieu, zeven over de verkeersveiligheid, acht over de financiële impact en de kosten en drie over het comfort. De stellingen zijn gebaseerd op de literatuur.

## 4.4 Q stellingen

### 4.4.1 Categorieën

Categorie	DRAAGVLAK?
1	Bruikbaarheid
2	Betrouwbaarheid
3	Milieu
4	Veiligheid
5	Financiële impact
6	Comfort

Tabel 2: Categorieën Q-sort

#### 4.4.2 Stellingen

(te beantwoorden met helemaal eens tot helemaal oneens)

	<b>BRUIKBAARHEID</b>	<b>Bron</b>
<b>1</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen	(Brady & O'Mahony, 2011)
<b>2</b>	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	(Pearre, Kempton, Guensler, & Elango, 2011)
<b>3</b>	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn	(Garcia & Miguel, 2012)
<b>4</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig over dezelfde mogelijkheden beschikt als een normaal voertuig	(Dijk, Technological frames of car engines, 2011)
<b>5</b>	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	
<b>6</b>	Ik vind het belangrijk dat het comfort van een elektrisch voertuig op dezelfde hoogte ligt als van een voertuig op benzine/diesel.	(Garcia & Miguel, 2012)
<b>7</b>	Ik vind het belangrijk dat ik mijn elektrisch voertuig zonder problemen thuis kan opladen langs het reguliere stroomnet	(Shephard, Bonsall, & Harrison, 2012)
<b>8</b>	Ik vind het belangrijk dat de volledige opbouw en werking van een elektrisch voertuig overeenkomt met een voertuig op benzine/diesel	
<b>9</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn	
<b>10</b>	Ik vind het belangrijk dat ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig	(Skippon & Garwood, 2011)

**Tabel 3: Categorie bruikbaarheid**

	<b>BETROUWBAARHEID</b>	<b>Bron</b>
<b>11</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	(Orbach & Fruchter, 2011)
<b>12</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>13</b>	Ik vind het belangrijk dat de levensduur van de batterijen voldoende is	(Väyrynen & Salminen, 2011)
<b>14</b>	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan	(Amjad, Neelakrishnan, & Rudramoorthy, 2010)
<b>15</b>	Ik vind het belangrijk dat de actieradius van een elektrisch voertuig niet te beperkt is	(Shephard, Bonsall, & Harrison, 2012)

**Tabel 4: Categorie betrouwbaarheid**

	<b>MILIEU</b>	<b>Bron</b>
<b>16</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel	(Van Vliet, Brouwer, Kuramochi, Van Den Broeck, & Faaij, 2011)
<b>17</b>	Ik vind het belangrijk dat elektrisch aangedreven voertuigen het verkeerslawaaï reduceren	(Schoon & Huijskens, 2011)
<b>18</b>	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen geen enkele vorm van uitstoot genereren	(Thomas, 2012)
<b>19</b>	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen vooral in stedelijke omgevingen gepromoot worden	(Pearre, Kempton, Guensler, & Elango, 2011)
<b>20</b>	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel	(Thomas, 2012)
<b>21</b>	Ik vind het belangrijk dat eenmaal versleten, een elektrisch aangedreven voertuig minder belastend voor het milieu moet zijn dan een voertuig op benzine/diesel	

<b>22</b>	Ik vind het belangrijk dat er de komende jaren een omschakeling zal volgen van voertuigen op benzine/diesel naar elektrische voertuigen	(Orbach & Fruchter, 2011)
-----------	---	---------------------------

**Tabel 5: Categorie Milieu**

	<b>VERKEERSVEILIGHEID</b>	<b>Bron</b>
<b>23</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig veiliger is dan zijn tegenhanger op benzine/diesel	(Schoon & Huijskens, 2011)
<b>24</b>	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	(Schoon & Huijskens, 2011)
<b>25</b>	Ik vind het belangrijk dat de hoge stroomsterktes van de elektromotor die in elektrisch aangedreven voertuigen gebruikt worden geen extra gevaar vormen bij een eventueel ongeval	(Schoon & Huijskens, 2011)
<b>26</b>	Ik vind het belangrijk dat ik mij veiliger voel in een elektrisch voertuig dan in een voertuig op benzine/diesel	(Schoon & Huijskens, 2011)
<b>27</b>	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen	
<b>28</b>	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>29</b>	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen	

**Tabel 6: Categorie Verkeersveiligheid**

	<b>FINANCIËLE IMPACT</b>	<b>Bron</b>
<b>30</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel	
<b>31</b>	Ik vind het belangrijk dat de overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert	(Shephard, Bonsall, & Harrison, 2012)
<b>32</b>	Ik vind het belangrijk dat de verbruikskosten van de elektrische wagen een pak lager liggen dan de kosten voor een voertuig van benzine/diesel	(Thomas, 2012)
<b>33</b>	Ik vind het belangrijk dat elektrisch aangedreven voertuigen niet alleen subsidies krijgen bij de aankoop	(Garcia & Miguel, 2012)
<b>34</b>	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	
<b>35</b>	Ik vind het belangrijk dat het vervangen van batterijen mij de komende jaren amper geld zal kosten	(Väyrynen & Salminen, 2011)
<b>36</b>	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen	
<b>37</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig goedkoper is in onderhoud dan een gelijkwaardige voertuig op benzine/diesel	

**Tabel 7: Categorie financiële impact**

	<b>COMFORT</b>	<b>Bron</b>
<b>38</b>	Ik vind het belangrijk dat het rijcomfort van elektrisch aangedreven voertuigen beter moet zijn dan een voertuig op benzine/diesel	(Brown, Pyke, & Steenhof, 2010)
<b>39</b>	Ik vind het belangrijk dat het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen	
<b>40</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel	(Shephard, Bonsall, & Harrison, 2012)

**Tabel 8: Categorie Comfort**

## 4.5 Onderzoek

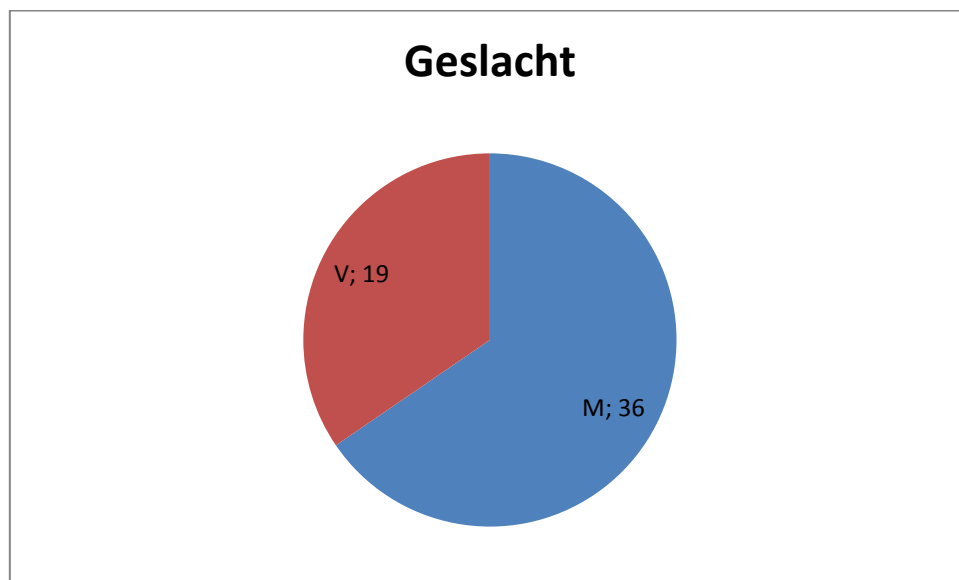
### 4.5.1 Contact

Voor dit Q-onderzoek werden respondenten aangeschreven via e-mail. Een kopie van de mail met vraag om deelname en telkens een gepersonaliseerde link is opgenomen in de bijlage.

### 4.5.2 Respondenten

Voor het uitvoeren van het Q-onderzoek werd een beroep gedaan op 126 kandidaten. Hiervan werkten uiteindelijk 57 kandidaten mee, wat een responspercentage is van 45,24%. Van de 57 ingediende enquêtes werden er uiteindelijk 54 mee genomen in de analyse. Enkele variabelen van de ondervraagde respondenten worden hieronder weergegeven in taartdiagrammen. Het feit dat alle respondenten over een rijbewijs beschikken is hierin niet meegenomen. Deze selectie werd al voordien gemaakt.

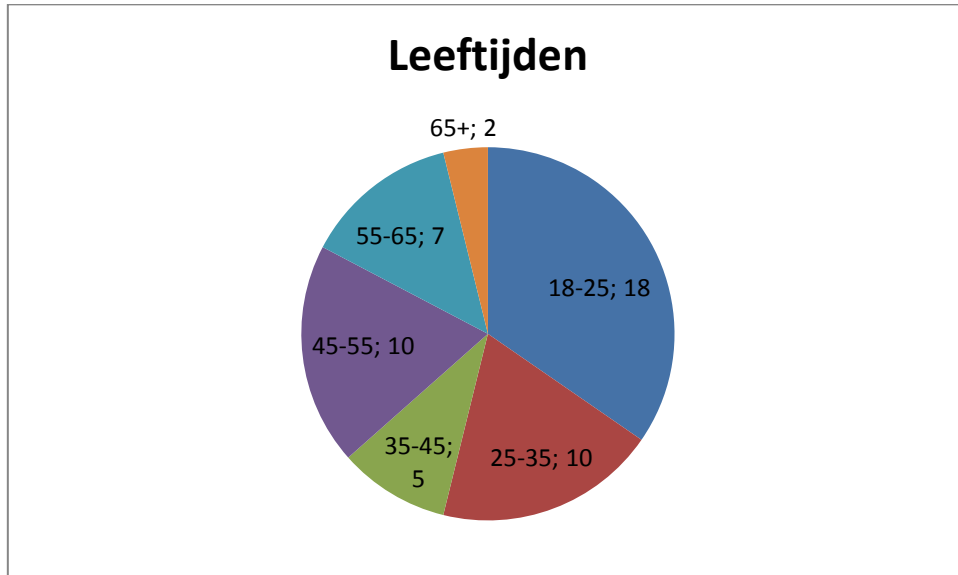
In de eerste grafiek wordt het aantal ondervraagde vrouwen en mannen aangegeven. Zo is 65% van de respondenten mannelijk en 35% vrouwelijk. Vergelijken we dit met de data van alle mensen die uitgenodigd werden, dan zien we dat de verdeling daar lag op 59% man en 41% vrouw. Vrouwen waren dus minder geneigd om deel te nemen aan dit onderzoek.



**Figuur 6: Grafiek geslacht**

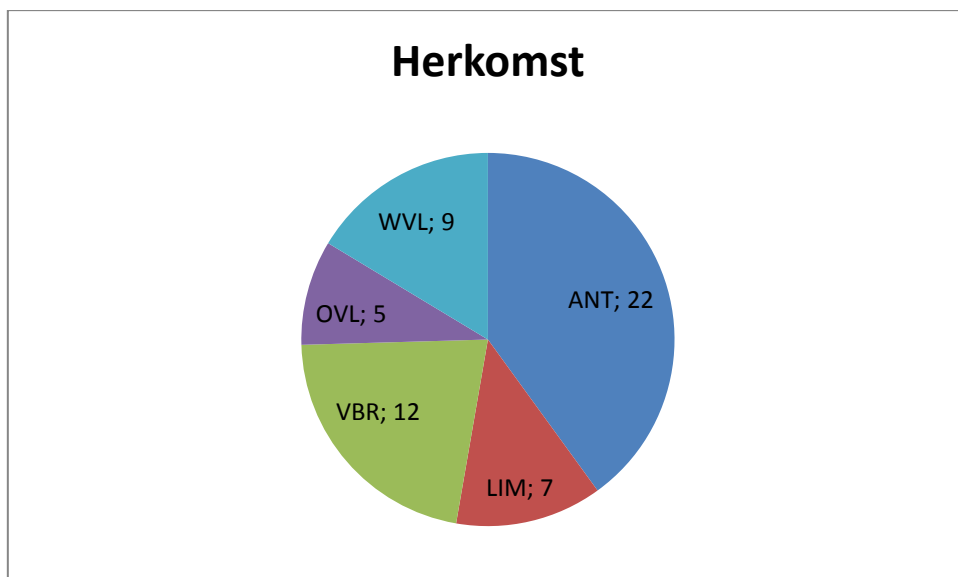


Het volgende taartdiagram maakt een onderscheid tussen de verschillende leeftijdscategorieën. Opvallend is het groot aantal deelnemers tussen 18 en 35 jaar en het kleine aantal in de categorie 65+. Vooral deze laatste zijn moeilijker te bereiken via internet en internettoepassingen.



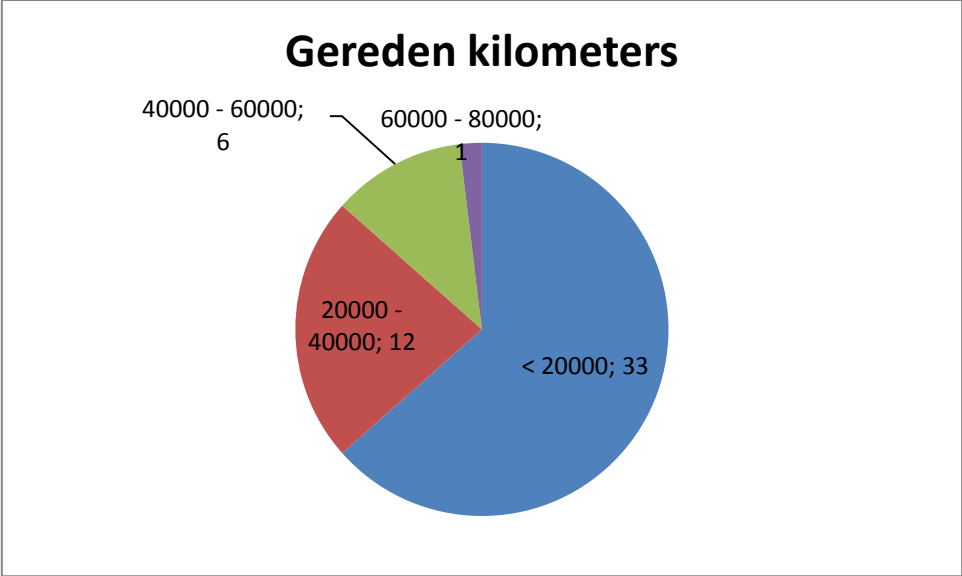
**Figuur 7: Grafiek leeftijden**

Hoewel de geografische spreiding van de respondenten in dit onderzoek van kleiner belang is wordt toch een overzicht voorzien. De provincie Antwerpen is met 40% van de respondenten wat oververtegenwoordigd en de provincie Oost-Vlaanderen met 9% ondervertegenwoordigd. De andere provincies vertonen een correcter beeld in het totaal.



**Figuur 8: Grafiek herkomst**

Als laatste werd ook gepeild naar het aantal gereden kilometers van de respondenten. Een logische opbouw waarvan veel respondenten minder dan 20000km per jaar rijden en slechts enkelen meer dan 60000.



**Figuur 9: Grafiek gereden kilometers**



## 5 Analyse

De analyse kan worden uitgevoerd door middel van de online tool die ook al gebruikt werd voor het ondervragen van de respondenten. Deze website (Q-assessor) biedt dus ook de mogelijkheid voor het laten maken van een analyse. De voordelen hiervan zijn dat de verschillende data al correct is ingegeven voor het programma en dat de verwerking gedeeltelijk automatisch zal verlopen. Het belangrijkste nadeel is dat door deze automatisatie de controle over een deel van het evaluatie- en analyseproces verloren gaat. Hierdoor zijn een aantal parameters niet te bepalen of slechts moeizaam aan te passen. Verder is ook nog niets bekend over de uiteindelijk juistheid van de bekomen analyse van de gegevens. Toch zal op de komende pagina's een aanzet gegeven worden tot een analyse op basis van deze Q-assessor. Juist omwille van de grote gebruiksvriendelijkheid op het vlak van de gegevensverzameling en -verwerking is het interessant om deze optie in de nabije toekomst toch op te volgen.

De eigenlijke en volledige analyse wordt echter uitgevoerd met het programma PQ-Method. Dit, weliswaar gedateerde programma dat nog werkt onder DOS, is daarentegen wel geschikt om een correcte analyse te maken. Nadeel is dat de bekomen resultaten allemaal handmatig ingegeven moeten worden en dat de werking van een DOS-programma niet altijd soepel loopt.

### 5.1 Q-assessor

Aangezien er data van 54 respondenten beschikbaar zijn wordt er gewerkt met 54 Q-sorts.

In de eerste stap maakt het programma correlatiematrix op van alle Q-sorts, waarna deze gebruikt zal worden om een hoofdcomponentenanalyse, die een variant is op de gewone factoranalyse, uit te voeren. In deze analyse worden de Q-sorts gegroepeerd met gelijkaardige Q-sorts zodat uiteindelijk een aantal basisfactoren overblijven waar mee verder gewerkt kan worden. Respondenten met hetzelfde beeld op de voorgelegde stellingen zullen hierdoor gegroepeerd worden. (Exel & de Graaf, 2005)

Dit geeft de volgende uitkomst waarbij de resultaten gebundeld worden in 7 factorgroepen. Voor elke categorie worden ook de eigenwaardes en de totale variantie weergegeven.

### 5.1.1 Unrotated factors

Op de komende twee bladzijden is een overzicht opgenomen van de niet-geroteerde factoren die berekend werden door Q-assessor. In dit overzicht zijn alle 54 sorts zichtbaar die meegenomen werden in de uiteindelijke analyse.

#### Unrotated Factors

	Original Unrotated Factors								
	A	B	C	D	E	F	G	<i>h</i> <sup>2</sup>	
0 (ID: 2441)	0.22423	0.13957	0.23871	0.11151	-0.13211	0.26787	0.04647	0.2307	
1 (ID: 2442)	0.68363	0.31609	-0.3843	-0.01273	0.09827	-0.19412	0.09317	0.7712	
2 (ID: 2443)	0.6006	-0.02062	0.06625	-0.13146	-0.12539	-0.33557	0.05157	0.5138	
3 (ID: 2447)	0.50382	-0.28979	-0.02712	-0.09536	0.2549	-0.13174	0.05699	0.4332	
4 (ID: 2448)	0.49022	0.03967	0.0289	0.36705	-0.02447	-0.29967	0.08335	0.4747	
5 (ID: 2450)	0.63683	-0.01102	-0.22314	0.34313	-0.17729	-0.19389	0.08066	0.6487	
6 (ID: 2453)	0.72976	0.21554	-0.24304	-0.14866	0.14055	-0.02198	0.04181	0.6822	
7 (ID: 2454)	0.59079	0.29858	0.13221	-0.22513	0.12283	0.35858	0.07632	0.6559	
8 (ID: 2458)	0.6559	0.10517	0.30336	0.27112	0.09419	0.15671	0.06432	0.6444	
9 (ID: 2460)	0.68774	-0.11446	0.06133	0.10823	0.00717	0.06633	0.01018	0.5062	
10 (ID: 2461)	0.47764	0.04308	-0.08714	-0.35472	-0.14471	0.29655	0.05629	0.4754	
11 (ID: 2462)	0.744	0.39309	-0.20844	-0.08292	0.29661	0.04771	0.0866	0.8561	
12 (ID: 2464)	0.6637	0.25363	-0.24458	0.04272	0.06655	-0.29241	0.07316	0.6617	
13 (ID: 2465)	0.52007	0.37124	0.27114	0.04133	-0.2831	-0.15999	0.09952	0.5991	
14 (ID: 2466)	0.68096	0.2404	0.14221	-0.11861	-0.24276	0.18356	0.04562	0.6505	
15 (ID: 2467)	0.40888	-0.29866	-0.21144	0.13839	-0.12284	-0.11728	0.05898	0.3527	
16 (ID: 2468)	0.33984	0.15743	0.33031	-0.0634	0.13569	-0.14249	0.05741	0.2954	
17 (ID: 2469)	0.57201	-0.0476	-0.09415	-0.08514	-0.28046	-0.08079	0.02915	0.4316	
18 (ID: 2471)	0.59385	0.3566	0.27449	-0.0903	-0.30825	0.05192	0.08734	0.6687	
19 (ID: 2472)	0.68404	-0.15781	-0.17017	-0.05836	-0.10923	-0.02444	0.01926	0.5381	
20 (ID: 2473)	0.51946	0.14546	0.01648	0.07918	-0.02813	0.02651	0.00868	0.2992	
21 (ID: 2474)	0.52414	-0.09128	0.01001	-0.1705	0.35985	0.08536	0.04916	0.4514	
22 (ID: 2475)	0.62843	-0.24378	0.19756	0.37132	-0.2982	0.08631	0.10328	0.7382	
23 (ID: 2477)	0.3857	0.115	0.19529	-0.24078	-0.25389	-0.16286	0.05872	0.3525	
24 (ID: 2479)	0.57405	-0.51773	0.16836	-0.18731	-0.13367	0.00563	0.10248	0.6893	
25 (ID: 2480)	0.14832	-0.15089	-0.01203	-0.24286	0.17925	0.33056	0.05409	0.2482	
26 (ID: 2482)	0.82475	-0.15653	0.06838	-0.09672	-0.05423	0.05175	0.01021	0.7245	
Sorts	27 (ID: 2483)	0.4663	0.3599	-0.17991	0.18664	0.35763	0.14194	0.10443	0.573

Tabel 9: Niet-geroteerde factoren

28 (ID: 2485)	0.59937	-0.37041	0.20289	-0.17602	0.03288	0.19136	0.06671	0.6108
29 (ID: 2486)	0.37422	-0.08584	-0.25042	-0.20898	-0.09096	0.302	0.04949	0.3557
30 (ID: 2487)	0.65057	-0.1956	0.14909	0.33234	0.21552	-0.08446	0.07811	0.6537
31 (ID: 2490)	0.3276	0.24356	-0.19069	0.35711	0.08588	0.09542	0.07465	0.3526
32 (ID: 2491)	0.69474	-0.2043	-0.06776	-0.15812	-0.24687	0.06974	0.03421	0.621
33 (ID: 2493)	0.82329	-0.16664	0.12441	-0.02674	0.0268	-0.06316	0.01689	0.7268
34 (ID: 2494)	0.77459	0.16232	-0.0136	-0.22545	0.05344	-0.2084	0.03899	0.7251
35 (ID: 2495)	0.35511	-0.24749	0.12992	0.36772	-0.23747	-0.04929	0.08881	0.4062
36 (ID: 2496)	0.57997	0.18652	-0.08949	0.18184	-0.18162	0.16527	0.0366	0.4739
37 (ID: 2497)	0.74689	0.20945	0.03311	0.15644	0.21598	-0.24056	0.06312	0.7358
38 (ID: 2500)	0.7376	-0.22147	-0.16446	-0.02295	-0.1711	-0.13833	0.03943	0.6706
39 (ID: 2502)	0.20114	0.09805	0.35724	-0.07929	0.3683	0.16476	0.08952	0.3547
40 (ID: 2504)	0.6598	-0.36296	-0.33363	0.26299	0.07211	-0.03666	0.10207	0.7644
41 (ID: 2510)	0.7143	-0.26696	-0.08868	0.20957	-0.10001	0.12586	0.04372	0.661
42 (ID: 2512)	0.7984	-0.32254	-0.19962	0.03439	-0.09533	0.02035	0.04537	0.794
43 (ID: 2521)	-0.13207	-0.06839	0.18337	0.31412	0.34884	0.08415	-0.0731	0.2885
44 (ID: 2525)	0.4214	0.20396	0.08278	0.2112	-0.13649	0.15999	0.03845	0.3164
45 (ID: 2528)	0.43029	0.59041	-0.14746	0.08267	-0.02042	0.24587	0.12515	0.6388
46 (ID: 2529)	0.66288	0.17996	-0.17426	0.10508	0.21899	-0.27537	0.06972	0.6419
47 (ID: 2530)	0.56201	-0.00406	-0.01326	0.24393	0.39957	0.18927	0.07806	0.5772
48 (ID: 2531)	0.64195	-0.34149	0.32769	-0.14667	-0.0716	-0.16046	0.08641	0.6959
49 (ID: 2532)	0.69947	0.25761	-0.26049	-0.28519	-0.15438	-0.21412	0.08443	0.7816
50 (ID: 2534)	0.28573	-0.29896	0.19654	-0.23703	0.23065	0.07263	0.06916	0.3291
51 (ID: 2535)	0.33663	-0.11102	0.26982	-0.2133	0.39645	-0.14079	0.09713	0.4303
52 (ID: 2536)	0.59304	-0.3043	0.25285	-0.23141	0.1096	-0.05818	0.06725	0.5817
53 (ID: 2540)	0.51418	-0.07646	-0.29576	-0.13915	-0.08127	0.00978	0.03112	0.3848
54 (ID: 2542)	0.09648	-0.06317	-0.08402	0.20486	0.09041	0.04014	0.0214	0.0727
Eigenvalues	18.1219	3.255	2.1077	2.2544	2.1871	1.632	0.2537	29.8118
% Total Variance	32.9489	5.9182	3.8322	4.0989	3.9765	2.9673	0.4613	54.2033

Significant by the Fuertratt criterion

**Tabel 10: Niet-geroteerde factoren**

### 5.1.2 Rotated factors

Om bij de uiteindelijke factorenset uit te komen is het noodzakelijk om de bovenstaande factoren te roteren. Dit kan op een objectieve of theoretische manier, waarbij er omwille van de statistische principes gekozen wordt voor de eerste, de Varimax rotatie. Het programma voert deze methode ineens uit zodat er geen foute waarden overblijven. Dit is bijvoorbeeld niet het geval bij tools zoals PQ-methode, waarbij handmatig gewerkt moet worden totdat alle errors (cross-loading) verdwenen zijn.

		Rotated Factors							
		A	B	C	D	E	F	G	$h^2$
Sorts	0 (ID: 2441)	-0.01784	-0.00704	0.04713	0.05148	0.46921	0.07051	-0.01321	0.2306
	1 (ID: 2442)	0.20579	0.80112	0.0455	0.27139	0.06578	0.08319	-0.00481	0.7711
	2 (ID: 2443)	0.41281	0.29363	0.28023	0.39576	0.0975	-0.10396	0.04133	0.5137
	3 (ID: 2447)	0.01419	0.23797	0.44468	0.39242	-0.12101	0.09801	0.02002	0.4331
	4 (ID: 2448)	0.00407	0.35978	0.08687	0.43329	0.19079	-0.33538	-0.03421	0.4747
	5 (ID: 2450)	0.07094	0.44774	-0.07979	0.62331	0.18261	-0.11979	-0.02566	0.6487
	6 (ID: 2453)	0.19628	0.66856	0.21708	0.25427	0.13826	0.24799	0.06534	0.6822
	7 (ID: 2454)	0.11537	0.3745	0.33941	-0.01277	0.48191	0.39195	0.03236	0.6558
	8 (ID: 2458)	-0.1259	0.29478	0.34089	0.31658	0.5688	-0.03032	0.0273	0.6443
	9 (ID: 2460)	0.01575	0.27321	0.28075	0.49638	0.2962	0.10951	0.07927	0.506
	10 (ID: 2461)	0.29668	0.17805	0.13317	0.16385	0.23544	0.50511	0.02454	0.4753
	11 (ID: 2462)	0.07562	0.80957	0.26124	0.11318	0.24083	0.23501	0.02693	0.856
	12 (ID: 2464)	0.21821	0.70255	0.10407	0.31323	0.08422	-0.06593	0.01349	0.6617
	13 (ID: 2465)	0.39215	0.29458	0.10411	0.15472	0.52813	-0.21124	-0.01682	0.5991
	14 (ID: 2466)	0.33266	0.29463	0.16145	0.24454	0.56143	0.21984	0.06018	0.6505
	15 (ID: 2467)	0.04396	0.14701	0.00749	0.56841	-0.06048	0.03885	-0.02659	0.3526
	16 (ID: 2468)	0.13721	0.19121	0.39532	0.00144	0.24097	-0.15954	0.01509	0.2955
	17 (ID: 2469)	0.34956	0.23113	0.0515	0.45584	0.1718	0.11857	0.04449	0.4317
	18 (ID: 2471)	0.41906	0.2589	0.14552	0.14413	0.61912	0.02488	0.01188	0.6686
	19 (ID: 2472)	0.20717	0.31844	0.15989	0.55363	0.10354	0.21563	0.06683	0.5381
	20 (ID: 2473)	0.08384	0.34096	0.12019	0.24828	0.30701	0.04204	0.06089	0.2991
	21 (ID: 2474)	-0.04186	0.32763	0.48608	0.18967	0.03613	0.25892	0.04162	0.4514
	22 (ID: 2475)	-0.00984	0.0184	0.11088	0.70156	0.47854	-0.05238	-0.04048	0.7382
	23 (ID: 2477)	0.48018	0.10154	0.18678	0.14227	0.23534	-0.03006	0.01526	0.3525
	24 (ID: 2479)	0.22899	-0.1185	0.44041	0.61514	0.07549	0.21133	-0.0146	0.6894
	25 (ID: 2480)	-0.07359	-0.0185	0.24596	0.0086	0.01252	0.42592	-0.01815	0.2482
	26 (ID: 2482)	0.21027	0.28272	0.384	0.55436	0.28709	0.2264	0.10898	0.7245
	27 (ID: 2483)	-0.2311	0.65678	0.11622	0.02483	0.24087	0.11951	-0.04389	0.5731
28 (ID: 2485)	0.08304	-0.01863	0.50065	0.46066	0.19965	0.31598	0.03063	0.6107	
29 (ID: 2486)	0.11472	0.15883	0.01327	0.24346	0.08256	0.50107	3.0e-05	0.3558	
30 (ID: 2487)	-0.2041	0.299	0.40197	0.54138	0.2236	-0.13463	0.00142	0.6539	
31 (ID: 2490)	-0.21778	0.4458	-0.12541	0.16277	0.24762	-0.00942	-0.05278	0.3525	
32 (ID: 2491)	0.31427	0.17273	0.18187	0.56852	0.20195	0.30287	0.05967	0.621	
33 (ID: 2493)	0.16499	0.31016	0.45258	0.56266	0.25226	0.0881	0.10258	0.7267	
34 (ID: 2494)	0.38269	0.55542	0.37365	0.29669	0.17191	0.07401	0.08686	0.7252	
35 (ID: 2495)	-0.04707	-0.04833	0.01995	0.54927	0.25634	-0.17205	-0.06483	0.4061	
36 (ID: 2496)	0.06538	0.37093	-0.06301	0.34392	0.43636	0.1364	0.02727	0.4739	
37 (ID: 2497)	0.05956	0.64532	0.34431	0.32618	0.24887	-0.16462	0.04265	0.7356	
38 (ID: 2500)	0.26556	0.31443	0.16536	0.66987	0.07732	0.1291	0.05038	0.6706	
39 (ID: 2502)	-0.14441	0.09429	0.4851	-0.16253	0.24279	0.05853	-0.03045	0.3547	
40 (ID: 2504)	-0.14938	0.37096	0.11241	0.7533	-0.04771	0.14239	-0.04407	0.7645	
41 (ID: 2510)	-0.04157	0.23254	0.14482	0.69531	0.2549	0.18659	0.03181	0.6611	
42 (ID: 2512)	0.11241	0.30759	0.20157	0.7521	0.10356	0.25994	0.04736	0.794	
43 (ID: 2521)	-0.47334	-0.06173	0.14702	-0.08347	0.02942	-0.16965	0.04941	0.2886	
44 (ID: 2525)	0.00409	0.23554	-0.01181	0.20456	0.4671	0.02369	0.01056	0.3163	
45 (ID: 2528)	0.05262	0.5817	-0.1263	-0.07614	0.48609	0.18751	-0.06716	0.639	
46 (ID: 2529)	0.07237	0.68598	0.2262	0.3178	0.06514	-0.09648	0.01835	0.6418	
47 (ID: 2530)	-0.35295	0.43708	0.33591	0.27826	0.23031	0.13479	-0.00608	0.577	
48 (ID: 2531)	0.28672	8.0e-05	0.54835	0.53158	0.17326	-0.00686	0.02021	0.6959	
49 (ID: 2532)	0.53633	0.60667	0.08786	0.28321	0.106	0.16221	0.02118	0.7814	
50 (ID: 2534)	0.0078	-0.0509	0.50916	0.16344	-0.02504	0.19956	-0.00541	0.329	
51 (ID: 2535)	0.03232	0.15501	0.63371	0.04751	-0.03164	-0.01388	-0.01628	0.4304	
52 (ID: 2536)	0.18844	0.06655	0.59878	0.39485	0.09549	0.12919	0.03875	0.5816	
53 (ID: 2540)	0.2058	0.32891	0.04629	0.38463	-0.00547	0.2881	0.03293	0.3847	
54 (ID: 2542)	-0.1983	0.09967	-0.0171	0.14898	0.01316	-0.01097	-0.02301	0.0725	
Eigenvalues		2.8127	7.5323	4.5018	8.6386	4.0246	2.1973	0.1029	29.8102
% Total Variance		5.114	13.6951	8.1851	15.7065	7.3175	3.9951	0.1871	54.2004

Tabel 11: Geroteerde factoren

Het meest ideale is om enkel de factoren in te laden met een correlatie van  $>0,80$ . Omdat dit echter maar zeer zelden voorkomt in data wordt er vaak gekozen voor een waarde tussen 0,40 en 0,70. Echt strikte regels om een bepaalde waarde vast te leggen bestaan er niet. Vaak wordt gekozen om een waarde van 0,50 te nemen omdat zo toch nog de laagste factoren weg gefilterd worden. Het programma geeft de significante waarden aan, maar laat uiteindelijk nog een vrije keuze over de te kiezen factoren. Op basis van bovenstaande tabel wordt ervoor gekozen om de factor G weg te filteren. Om representatief te blijven moet minstens 50% van de informatie verklaard worden.

Voor dat er over gegaan kan worden tot het beschrijven en interpreteren van de factoren moeten er nog factorscores en difference scores berekend worden. De factorscore is een genormaliseerd gewogen gemiddelde, oftewel de z-score van respondenten die aan deze factor voldoen. Statements kunnen door middel van deze z-scores toegeschreven worden aan de originele normaalverdeling wat resulteert in een samengestelde Q-sort voor elke factor. Wat dan het volgende resultaat oplevert op de volgende pagina.



### Factor Q-Sort Values for Each Statement

#	Statements	Factors						
		A	B	C	D	E	F	G
1	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen	0	-4	-1	0	0	-4	4
2	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	-4	-2	-4	-1	-4	1	4
3	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn	-1	-1	-4	-2	-2	1	3
4	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig over dezelfde mogelijkheden beschikt als een normaal voertuig	2	-3	1	-1	-3	-1	3
5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	3	4	-3	3	4	-2	3
6	Ik vind het belangrijk dat het comfort van een elektrisch voertuig op dezelfde hoogte ligt als van een voertuig op benzine/diesel	-2	-1	1	0	0	0	2
7	Ik vind het belangrijk dat ik mijn elektrisch voertuig zonder problemen thuis kan opladen langs het reguliere stroomnet	-4	-2	0	-2	-2	-1	2
8	Ik vind het belangrijk dat de volledige opbouw en werking van een elektrisch voertuig overeenkomt met een voertuig op benzine/diesel	-1	0	3	2	1	4	2
9	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn	-1	-1	-3	-2	-1	-2	2
10	Ik vind het belangrijk dat ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig	-1	-2	4	1	-4	-1	2
11	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	0	-2	-3	-3	-3	-3	1
12	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel	2	0	-1	0	1	1	1
13	Ik vind het belangrijk dat de levensduur van de batterijen voldoende is	0	-3	-2	-2	0	-2	1
14	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan	-3	-2	0	-1	-1	-3	1
15	Ik vind het belangrijk dat de actieradius van een elektrisch voertuig niet te beperkt is	-2	-4	-1	-1	-3	-1	1
16	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel	1	0	-2	-4	-2	1	1
17	Ik vind het belangrijk dat elektrisch aangedreven voertuigen het verkeerslawaal reduceren	0	1	-1	-1	1	3	0
18	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen geen enkele vorm van luchtvervuiling veroorzaken	0	0	-1	-2	2	0	0
19	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen vooral in stedelijke omgevingen gepromoot worden	4	0	0	2	-1	3	0
20	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel	-3	0	0	-4	0	-2	0
21	Ik vind het belangrijk dat eenmaal versleten, een elektrisch aangedreven voertuig minder belastender voor het milieu moet zijn dan een voertuig op benzine/diesel	3	1	0	-3	0	-1	0
22	Ik vind het belangrijk dat er de komende jaren een omschakeling zal volgen van voertuigen op benzine/diesel naar elektrische voertuigen	-1	2	-2	1	-2	-2	0
23	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig veiliger is dan zijn tegenhanger op benzine/diesel	1	2	3	0	2	0	0
24	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	-2	1	2	-1	0	-4	0
25	Ik vind het belangrijk dat de hoge stroomsterktes van de elektromotor die in elektrisch aangedreven voertuigen gebruikt worden geen extra gevaar vormen bij een eventueel ongeval	2	-1	0	-3	-1	-1	-1
26	Ik vind het belangrijk dat ik mij veiliger voel in een elektrisch voertuig dan in een voertuig op benzine/diesel	0	2	1	1	3	2	-1
27	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen	1	3	2	2	-2	3	-1
28	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidsnormen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	1	2	4	3	3	4	-1
29	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen	-1	1	3	0	1	0	-1
30	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel	-2	-1	1	0	1	0	-1
31	Ik vind het belangrijk dat de overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert	0	3	1	1	-1	0	-2
32	Ik vind het belangrijk dat de verbruikskosten van de elektrische wagen een pak lager liggen dan de kosten voor een voertuig van benzine/diesel	1	-1	0	0	-1	0	-2
33	Ik vind het belangrijk dat elektrisch aangedreven voertuigen niet alleen subsidies krijgen bij de aankoop	1	2	0	4	0	2	-2
34	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	-2	3	1	3	4	-3	-2
35	Ik vind het belangrijk dat het vervangen van batterijen mij de komende jaren amper geld zal kosten	0	-3	-1	1	1	1	-2
36	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen	-3	4	2	4	3	2	-3
37	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig goedkoper is in onderhoud dan een gelijkwaardig voertuig op benzine/diesel	2	0	-2	1	2	2	-3
38	Ik vind het belangrijk dat het rijcomfort van elektrisch aangedreven voertuigen beter moet zijn dan een voertuig op benzine/diesel	4	1	2	2	0	2	-3
39	Ik vind het belangrijk dat het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen	2	0	-2	2	2	0	-4
40	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel	3	1	2	0	2	1	-4

Variance: 4.25 Standard Deviation: 2.062

**Tabel 12: Q-waardes voor elke stelling**

De analyse werd verder uitgevoerd met zeven factoren die geïnterpreteerd werden als subgroepen. Het programma berekende de correlaties tussen de verschillende subgroepen. Deze waarde ligt steeds tussen -1 en +1. Indien de correlatie nul bedraagt, is er geen samenhang tussen de factoren.

Characteristics	Factors						
	A	B	C	D	E	F	G
Number of Defining Variables	2	9	6	11	4	3	0
Composite Reliability	0.889	0.973	0.96	0.978	0.941	0.923	0.0
Standard Error of Factor Scores	0.333	0.164	0.2	0.149	0.243	0.277	1.0

**Tabel 13: Overzicht resultaten**

Om de verschillende subgroepen te onderscheiden werd er gebruik gemaakt van de normalized factor scores en de distinguishing characteristics of each factor. De genormaliseerde factorscores werden gebruikt om voor elke groep een quasi-normale verdeling te reconstrueren. Deze geven voor elke subgroep het algemene antwoordenpatroon weer.

### 5.1.3 Korte conclusie

Zoals zichtbaar in de voorgaande berekeningen geeft Q-assessor telkens een duidelijk en handig overzicht van de resultaten. Toch zal later blijken dat er een verschil zit tussen de resultaten van Q-assessor en PQ-Method. Q-assessor rekent bijvoorbeeld met zeven factorgroepen, terwijl PQ-Method er slechts zes gebruikt. Het gebruiksgemak van Q-assessor weegt dus niet meteen op tegen de omslachtigheid van PQ-Method.

Waar Q-assessor wel ideaal voor geschikt is, is de gegevensverzameling. De communicatie met de respondenten kan volledig elektronisch verlopen en ook de afname en verzameling van de opinies verloopt langs deze weg. Ondanks de ingewikkelde techniek slaagt Q-assessor er toch in de procedure tamelijk begrijpelijk uit te leggen. Het is na de gegevensverzameling ook perfect mogelijk om gewoon de resultaten te verzamelen en er dan in andere omgevingen mee aan de slag te gaan. Iets waarvoor dan ook gekozen werd.

## 5.2 PQ-Method

Hetzelfde procedé werd nogmaals herhaald in het programma PQ-Method. Dit programma werkt in een DOS-venster door middel van commando's die moeten worden ingegeven.

### 5.2.1 Configuratie

Voordat er begonnen kan worden met de analyse moet het programma eerst geconfigureerd worden. Hierna kan begonnen worden met de invoer van de gegevens in de tabellen. Dit gebeurt telkens apart voor elke gegevensreeks.

```
The following statements have been entered more than once.
1
7
The following statements have not been entered
23 28
The sort must be re-entered. Look at the problems above
and decide what column you want to modify first.
Give the value of the column you want to change:
4
The current values for column -4 are:
1 7
Enter all of the new values, even ones that were good:
3 28
-4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4
? 23 ? 12 ? 5 ? 4 ? 10 ? 6 ? 2 ? 3 ? 1 ?
? 28 ? 38 ? 26 ? 8 ? 13 ? 16 ? 9 ? 14 ? 7 ?
? 40 ? 30 ? 17 ? 15 ? 18 ? 11 ? 31 ?
? 35 ? 33 ? 19 ? 22 ? 20 ?
? 37 ? 34 ? 21 ? 27 ? 25 ?
? 39 ? 24 ? 29 ?
? 32 ?
? 36 ?
SubjNo: 56 ID: 2576
The Sum is 0.00, and the Mean is 0.00, for Subject 56 2576
The Sort is OK, Do You Want to Change It Anyway? <y/N>
```

Figuur 10: Q-sort in PQ-method

### 5.2.2 Hoofdcomponentenanalyse

In de onderstaande tabel zijn de resultaten opgesomd na een hoofdcomponentenanalyse. Enkele voorwaarden zijn dat de eigenwaardes groter moeten zijn dan 1, dat er twee variabelen ingeladen moeten worden op elke factor en dat er een voldoende groot percentage informatie verklaard moet worden. In dit geval meer dan 50%.

Enkel bij de eerste 14 factoren liggen de eigenwaardes boven 1, maar bij de eerste 3 is het percentage verklaarde informatie te laag.

	Eigenvalues	As Percentages	Cumul. Percentages
1	19.1577	34.2102	34.2102
2	3.9273	7.0130	41.2231
3	2.9103	5.1969	46.4201
4	2.8424	5.0756	51.4957
5	2.5228	4.5051	56.0008
6	2.1739	3.8819	59.8827
7	2.0022	3.7182	63.6009
8	1.8613	3.3238	66.9247
9	1.7324	3.0935	70.0182
10	1.5009	2.8231	72.8413
11	1.5181	2.7108	75.5521
12	1.3699	2.4462	77.9984
13	1.2361	2.2074	80.2057
14	1.1142	1.9896	82.1953
15	0.9755	1.7419	83.9372
16	0.9141	1.6323	85.5696
17	0.8626	1.5403	87.1099
18	0.8531	1.5234	88.6333
19	0.7786	1.3904	90.0237
20	0.7144	1.2758	91.2995

Press <ENTER> to continue

Tabel 14: Eigen waardes

### 5.2.3 Varimax met 6 factoren

Het programma voert een varimaxrotatie uit met 6 factoren en plaatst deze in kolommen. Onderaan de kolommen wordt het totaal aantal verklaarde gegevens weergegeven. In totaal komen we aan 60% die verklaard worden.

QSORT	1	2	3	4	5	6
43 2521	-0.0581	-0.0775	-0.1365	0.0848	-0.1655	0.6965X
44 2525	0.1522	0.3011	0.4932X	-0.0608	-0.1319	0.0790
45 2528	-0.0918	0.7023X	0.2917	0.1580	-0.2553	-0.2168
46 2529	0.3471	0.6742X	0.1486	-0.0275	0.1534	0.0876
47 2530	0.2968	0.4823	0.1030	0.2987	0.0608	0.4343
48 2531	0.6215X	-0.0359	0.3726	0.3386	0.1430	0.0452
49 2532	0.2402	0.5244	0.4632	-0.0553	0.3561	-0.1922
50 2534	0.2200	-0.0281	-0.0427	0.7319X	0.0952	-0.0281
51 2535	0.0844	0.0508	0.2369	0.3605	0.4248	0.4676
52 2536	0.4587	0.0503	0.2318	0.6276X	0.1507	-0.0469
53 2540	0.3430	0.2625	0.2360	-0.0190	0.3418	-0.1028
54 2542	0.1589	0.1204	-0.0267	-0.2630	0.1023	0.4527X
55 2567	0.6031X	-0.0195	0.3541	0.0707	0.2575	-0.2229
56 2576	0.3467	0.0747	0.7039X	0.2165	0.1709	-0.1556
% expl. var.	18	14	11	6	6	5

Tabel 15: Verklaarde variabelen

### 5.2.4 Correlatie tussen subgroepen

In de onderstaande tabel wordt de lineaire samenhang tussen de subgroepen weergegeven. De waarden van deze correlatiecoëfficiënten liggen altijd tussen -1 en 1. Er is een positieve correlatie als de waarde positief is, en een negatieve correlatie als de waarden negatief zijn. Bij een waarde 0 is er helemaal geen samenhang tussen de verschillende factoren. Opvallend bij de bekomen resultaten is dat er bij de eerste 5 factorgroepen wel enige samenhang te onderscheiden valt. De zesde wijkt hiervan af en vertoont zo goed als geen overeenkomsten met de andere factorgroepen.

	1	2	3	4	5	6
1	1	0,5288	0,5446	0,3781	0,1322	-0,1747
2		1	0,5304	0,2396	0,0842	-0,1565
3			1	0,2494	0,0379	-0,1648
4				1	0,0772	-0,1754
5					1	-0,1213
6						1

Tabel 16: Correlatie tussen subgroepen

### 5.2.5 Gelijkenissen tussen subgroepen

Binnen de verschillende subgroepen zijn er overeenkomsten voor 16 van de 40 stellingen. Dit komt neer op een algemene consensus van 40% in de subgroepen. Meer uitgesplitst naar positieve en negatieve overeenkomsten is er slechts een consensus voor 8 van de 40 stellingen, oftewel 20%.

Het gaat om volgende stellingen waar over alle subgroepen positief naar gekeken wordt:

- Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig over dezelfde mogelijkheden beschikt als een normaal voertuig
- Ik vind het belangrijk dat de actieradius van een elektrisch voertuig niet te beperkt is
- Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel

En het gaat om volgende stellingen waar negatief naar gekeken wordt:

- Ik vind het belangrijk dat de volledige opbouw en werking van een elektrisch voertuig overeenkomt met een voertuig op benzine/diesel
- Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig aan strengere veiligheidseisen moet voldoen dan een voertuig op benzine/diesel
- Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen
- Ik vind het belangrijk dat het rijcomfort van elektrisch aangedreven voertuigen beter moet zijn dan een voertuig op benzine/diesel
- Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel

De leden van de ondervraagde subgroepen gaan akkoord met de stellingen waar dit misschien ook wel van verwacht kon worden. Er is binnen dit segment wel geen consensus te vinden binnen een bepaalde categorie. De drie stellingen waarmee de grote meerderheid zich volmondig akkoord verklaart komen telkens uit een andere categorie. De respondenten willen duidelijk amper inboeten op de verworvenheden van het voertuig met een klassieke verbrandingsmotor want ze willen dat een elektrisch voertuig over dezelfde mogelijkheden en eigenschappen beschikt als andere voertuigen. Dit verklaart ook het feit dat de respondenten een groot rijbereik willen houden. Tegelijk wil dit ook zeggen dat op dit vlak de grootste twijfels bestaan over het elektrische voertuig en dat er hier nog veel werk aan de winkel is. Opvallend is dat de ondervraagden wel willen dat een elektrisch voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op fossiele brandstoffen. Het kan zijn dat ze anders het nut ervan gaan betwijfelen, zeker indien er ook nog andere beperkingen aanwezig zouden blijven.

Ook wat betreft de stellingen waarbij men negatief tegenover staat komt hetzelfde beeld naar voren. De respondent wil vooral dat het elektrisch voertuig in al zijn aspecten weinig afwijkt van de huidige voertuigen. Zaken zoals de veiligheid en het rijcomfort moeten zeker op hetzelfde niveau liggen als die van de huidige voertuigen, maar meer ook niet. Zaken zoals de verzekering zouden ook hetzelfde moeten blijven. Hoe de voertuigtechniek verder werkt kan de meeste respondenten niet veel schelen. De herkenbaarheid en bruikbaarheid zijn voldoende.

## 5.3 Subgroepen

De verschillende subgroepen kunnen worden onderscheiden door gebruik te maken van de Normalized factor scores en de Distinguishing characteristics of each factor. De genormaliseerde factorscores worden gebruikt om voor elke subgroep een quasi normaalverdeling op te bouwen. Hieruit volgt dan het opstellen van een algemeen antwoordenpatroon per subgroep. Aan de hand van de antwoordenpatronen kunnen de 10 meest uitgesproken stellingen opgesomd worden. Voor elke subgroep worden de onderscheidende kenmerken van elke factor bepaald en kunnen de subgroepen eigenschappen toegedicht worden. De stellingen waar een grotere positieve ingesteldheid naar is worden aangeduid met een sterretje, neutrale de hoofdletter N. Significante stellingen krijgen verder een lichtgrijze kleur mee. Dit onderscheid is nodig om de volgende stappen in de verwerking en de conclusies te kunnen nemen.

Uit de onderzoeksresultaten worden volgende subgroepen onderscheiden:

- Subgroep 1: Milieubewust tegen elke prijs
- Subgroep 2: Bruikbaar en betrouwbaar
- Subgroep 3: Gelijkwaardige overstap
- Subgroep 4: Overstap enkel met voordelen
- Subgroep 5: Early adopters
- Subgroep 6: Veiligheid primeert

### 5.3.1 Subgroep 1: Milieubewust tegen welke prijs

Het algemene antwoordenpatroon van de eerste subgroep staat hieronder weergegeven in de tabel. Er valt op dat er duidelijk veel draagvlak is voor de stellingen met een milieutechnische achtergrond. De financiële kant van de zaak vindt men dan weer minder van belang. We kunnen besluiten dat de leden van deze subgroep het milieu heel belangrijk vinden en dat vanuit deze ingesteldheid de aanschaf van een elektrisch voertuig zou kunnen plaatsvinden. Toch blijkt echter ook dat de aankoop van een nieuwe wagen niet meteen een elektrisch zal zijn wegens twijfel over de praktische haalbaarheid van het rijden met zo een voertuig. Ook de veiligheid van de omgeving speelt nog een rol. De subgroep vindt het verder niet van belang dat er aparte verzekeringen moeten komen voor elektrische voertuigen. Wel hebben ze graag dat de overheid blijft stimuleren en investeren in elektrische voertuigen. Het valt dus te verwachten dat eenmaal de elektrische voertuigen gelijkwaardig kunnen concurreren met de voertuigen op fossiele brandstoffen deze groep snel zal overgaan tot het kopen en gebruiken van elektrische voertuigen.

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
36	28	38	26	30	15	13	21	16
5	33	8	35	23	4	25	18	20
	34	19	40	6	17	9	3	
		39	37	32	7	11		
		10	12	31	14	2		
			27	22	24			
				1				
				29				

**Tabel 17: Antwoordenpatroon subgroep 1**

<b>Stellingen volledig akkoord</b>			
<b>Milieu</b>	16*	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Milieu</b>	20*	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel	
<b>Milieu</b>	21	Ik vind het belangrijk dat eenmaal versleten, een elektrisch aangedreven voertuig minder belastender voor het milieu moet zijn dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Milieu</b>	18	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen geen enkele vorm van uitstoot genereren	
<b>Bruikbaarheid</b>	3	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn	

**Tabel 18: Stellingen akkoord subgroep 1**

<b>Stellingen volledig niet akkoord</b>			
<b>Financiële impact</b>	36	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen	
<b>Bruikbaarheid</b>	5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	
<b>Verkeersveiligheid</b>	28	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	



<b>Financiële impact</b>	33	Ik vind het belangrijk dat elektrisch aangedreven voertuigen niet alleen subsidies krijgen bij de aankoop	
<b>Financiële impact</b>	34	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	

**Tabel 19: Stellingen niet akkoord subgroep 1**

<b>Stellingen verschillend van andere subgroepen (P&lt;0,01)</b>			
<b>Verkeersveiligheid</b>	24 +	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	

**Tabel 20: Stellingen verschillend subgroep 1**

### 5.3.2 Subgroep 2: Bruikbaar en betrouwbaar

Het algemene antwoordenpatroon van de tweede subgroep staat weergegeven in de onderstaande tabel. Wat meteen in dit antwoordenpatroon opvalt is de ongerustheid over de beperkingen van het elektrische voertuig. Zo willen de respondenten van deze subgroep dat de mogelijkheden van het elektrische voertuig absoluut op hetzelfde niveau liggen als de huidige standaarden bij de wagens op benzine en diesel. Dit geldt verder ook voor het prijsverschil tussen beide types dat ze als negatief ervaren. Voor de rest valt ook wel een beetje de desinteresse op voor het elektrisch voertuig. Zo is men niet akkoord met het subsidiëren en vind men ook niet dat er apart aandacht besteed moet worden aan aspecten van elektrische voertuigen. Ze hebben verder ook geen interesse in het aanschaffen van een elektrisch voertuig als volgende wagen.

<b>-4</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
36	31	26	23	16	25	35	13	15
5	27	28	38	8	30	7	4	1
	34	22	12	40	6	14	11	
		33	21	18	32	10		
		24	17	9	37	2		
			29	19	3			
				39				
				20				

**Tabel 21: Antwoordenpatroon subgroep 2**

<b>Stellingen volledig akkoord</b>			
<b>Betrouwbaarheid</b>	15	Ik vind het belangrijk dat de actieradius van een elektrisch voertuig niet te beperkt is	
<b>Bruikbaarheid</b>	1	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen	
<b>Betrouwbaarheid</b>	13	Ik vind het belangrijk dat de levensduur van de batterijen voldoende is	
<b>Bruikbaarheid</b>	4	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig over dezelfde mogelijkheden beschikt als een normaal voertuig	
<b>Betrouwbaarheid</b>	11	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	

**Tabel 22: Stellingen akkoord subgroep 2**

<b>Stellingen volledig niet akkoord</b>			
<b>Financiële impact</b>	36	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen	
<b>Bruikbaarheid</b>	5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	
<b>Financiële impact</b>	31	Ik vind het belangrijk dat de overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert	
<b>Verkeersveiligheid</b>	27*	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen	
<b>Financiële impact</b>	34	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	

**Tabel 23: Stellingen niet akkoord subgroep 2**

<b>Stellingen verschillend van andere subgroepen (P&lt;0,05)</b>			
<b>Financiële impact</b>	30 +	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel	

**Tabel 24: Stellingen verschillend subgroep 2**

### 5.3.3 Subgroep 3: Gelijkwaardige overstap

Het algemene antwoordenpatroon van de derde subgroep staat weergegeven in de onderstaande tabel. De focus bij deze subgroep ligt vooral op de bruikbaarheid en de problematiek van het herladen van de batterijen. Als dit aspect eenmaal in orde is willen ze zelfs meer moeite doen voor hun voertuig. Zo hoeft het voertuig niet meteen comfortabeler te zijn en vinden ze het ook niet belangrijk dat het voertuig minder onderhoud nodig heeft. Toch vinden ze het niet belangrijk dat hun volgende wagen een elektrische zou kunnen zijn. Vermoedelijk overheerst ook hier de twijfel over de daadwerkelijke bruikbaarheid van elektrische voertuigen.

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
40	23	38	26	13	25	6	7	3
28	12	37	36	30	16	15	14	2
	34	18	35	8	31	22	9	
		39	32	17	4	1		
		5	21	24	20	10		
			33	27	11			
				19				
				29				

Tabel 25: Antwoordenpatroon subgroep 3

Stellingen volledig akkoord			
<b>Bruikbaarheid</b>	3	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn	
<b>Bruikbaarheid</b>	2	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	
<b>Bruikbaarheid</b>	7	Ik vind het belangrijk dat ik mijn elektrisch voertuig zonder problemen thuis kan opladen langs het reguliere stroomnet	
<b>Betrouwbaarheid</b>	14	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan	
<b>Bruikbaarheid</b>	9	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn	

Tabel 26: Stellingen akkoord subgroep 3

<b>Stellingen volledig niet akkoord</b>			
<b>Comfort</b>	40	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Verkeersveiligheid</b>	28	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Verkeersveiligheid</b>	23	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig veiliger is dan zijn tegenhanger op benzine/diesel	
<b>Betrouwbaarheid</b>	12*	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Financiële impact</b>	34	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	

**Tabel 27: Stellingen niet akkoord subgroep 3**

#### 5.3.4 Subgroep 4: Overstap enkel met voordelen

Het algemene antwoordenpatroon van de vierde subgroep staat weergegeven in de onderstaande tabel. Globaal gezien lijkt deze subgroep wel te willen overschakelen, maar enkel indien er voordelen te behalen zijn. Als dit het geval is dan maken bepaalde randaspecten niet zoveel uit. Het voertuig mag gerust anders vormgegeven zijn en andere eisen aan de bestuurder stellen. Ook hoopt deze subgroep dat er de komende jaren een omschakeling naar elektrische voertuigen zal komen, maar vinden ze vooral extra veiligheid van ondergeschikt belang.

<b>-4</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
10	8	30	26	13	31	16	22	11
29	28	38	23	25	21	32	9	2
	24	40	36	6	14	37	39	
		7	4	35	33	18		
		34	27	12	1	17		
			19	15	3			
				20				
				5				

**Tabel 28: Antwoordenpatroon subgroep 4**

<b>Stellingen volledig akkoord</b>			
<b>Betrouwbaarheid</b>	11	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	

<b>Bruikbaarheid</b>	2	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	
<b>Milieu</b>	22	Ik vind het belangrijk dat er de komende jaren een omschakeling zal volgen van voertuigen op benzine/diesel naar elektrische voertuigen	
<b>Bruikbaarheid</b>	9	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn	
<b>Comfort</b>	39	Ik vind het belangrijk dat het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen	

**Tabel 29: Stellingen akkoord subgroep 4**

<b>Stellingen volledig niet akkoord</b>			
<b>Bruikbaarheid</b>	10*	Ik vind het belangrijk dat ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig	
<b>Verkeersveiligheid</b>	29*	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen	
<b>Bruikbaarheid</b>	8	Ik vind het belangrijk dat de volledige opbouw en werking van een elektrisch voertuig overeenkomt met een voertuig op benzine/diesel	
<b>Verkeersveiligheid</b>	28	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Verkeersveiligheid</b>	24	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	

**Tabel 30: Stellingen niet akkoord subgroep 4**

<b>Stellingen verschillend van andere subgroepen (P&lt;0,01)</b>			
<b>Bruikbaarheid</b>	5 N	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	

**Tabel 31: Stellingen verschillend subgroep 4**

### 5.3.5 Subgroep 5: Early adopters

Het algemene antwoordenpatroon van de vijfde subgroep staat weergegeven in de onderstaande tabel. Met enige zin voor nuance kunnen we stellen dat de leden van subgroep 5 de "early adopters" zijn. Het ziet er naar uit dat deze groep de aankoop van een elektrische wagen zeker overweegt. Is het niet als enige auto, dan op zijn minst als vervanging van de tweede wagen. Hiervoor moet natuurlijk wel thuis herladen kunnen worden en moet de technologie verder op punt staan. Verder hechten ze amper belang aan het aantal laadpalen en zijn ze bereid hun dagelijkse gewoonten aan te passen aan de eisen van het elektrische voertuig. Aandacht is er ook voor de zwakke weggebruiker.

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
3	36	26	30	6	13	25	7	34
2	40	23	8	31	16	35	14	5
	28	38	37	15	32	21	24	
		17	4	18	12	1		
		19	22	27	33	11		
			10	39	9			
				29				
				20				

Tabel 32: Antwoordenpatroon subgroep 5

Stellingen volledig akkoord			
<b>Financiële impact</b>	34*	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	
<b>Bruikbaarheid</b>	5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	
<b>Bruikbaarheid</b>	7	Ik vind het belangrijk dat ik mijn elektrisch voertuig zonder problemen thuis kan opladen langs het reguliere stroomnet	
<b>Betrouwbaarheid</b>	14	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan	
<b>Verkeersveiligheid</b>	24	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	

Tabel 33: Stellingen akkoord subgroep 5

<b>Stellingen volledig niet akkoord</b>			
<b>Bruikbaarheid</b>	3*	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn	
<b>Bruikbaarheid</b>	2*	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	
<b>Financiële impact</b>	36	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen	
<b>Comfort</b>	40	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Verkeersveiligheid</b>	28	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	

**Tabel 34: Stellingen niet akkoord subgroep 5**

### 5.3.6 Subgroep 6: Leefbaarheid primeert in stedelijkheid

Het algemene antwoordenpatroon van de zesde subgroep staat weergegeven in de onderstaande tabel. Subgroep 6 kijkt in grote mate af van de andere subgroepen. Dit valt ook op door het groot aantal stellingen in de derde tabel over de verschillen tussen de subgroepen. Deze groep is overtuigd van het gebruik van elektrische voertuigen in stedelijke omgevingen. Ze vinden het zelf ook niet belangrijk dat de voertuigen lange afstanden kunnen afleggen. Idealiter dragen ze vooral bij tot de leefbaarheid in de steden. Minder geluidsoverlast en minder uitstoot zijn daarbij de belangrijkste aspecten.

<b>-4</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
20	36	8	26	30	13	16	25	19
11	1	32	6	23	38	4	27	5
	34	31	15	37	35	17	39	
		14	21	7	40	33		
		9	22	24	28	29		
			18	10	12			
				3				
				2				

**Tabel 35: Antwoordenpatroon subgroep 6**

<b>Stellingen volledig akkoord</b>			
<b>Milieu</b>	19*	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen vooral in stedelijke omgevingen gepromoot worden	
<b>Bruikbaarheid</b>	5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	
<b>Verkeersveiligheid</b>	25	Ik vind het belangrijk dat de hoge stroomsterktes van de elektromotor die in elektrisch aangedreven voertuigen gebruikt worden geen extra gevaar vormen bij een eventueel ongeval	
<b>Verkeersveiligheid</b>	27*	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen	
<b>Comfort</b>	39	Ik vind het belangrijk dat het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen	

**Tabel 36: Stellingen akkoord subgroep 6**

<b>Stellingen volledig niet akkoord</b>			
<b>Milieu</b>	20*	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel	
<b>Betrouwbaarheid</b>	11*	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	
<b>Financiële impact</b>	36	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen	
<b>Bruikbaarheid</b>	1*	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen	
<b>Financiële impact</b>	34	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	

**Tabel 37: Stellingen niet akkoord subgroep 6**



<b>Stellingen verschillend van andere subgroepen (P&lt;0,01)</b>			
<b>Verkeersveiligheid</b>	29 +	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen	
<b>Verkeersveiligheid</b>	28 +	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	
<b>Bruikbaarheid</b>	2 N	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	
<b>Betrouwbaarheid</b>	14 -	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan	
<b>Bruikbaarheid</b>	9 -	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn	

**Tabel 38: Stellingen verschillend subgroep 6**

## 5.4 Verschillen tussen subgroepen

### 5.4.1 Subgroep 1 versus de andere subgroepen

			Subgroep					
			1	2	3	4	5	6
<b>Milieu</b>	20	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel	4	0	1	0	0	-4
<b>Milieu</b>	16	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel	4	0	1	2	1	2
<b>Verkeers- veiligheid</b>	24	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	1	-2	0	-3	3	0

Tabel 39: Verschillen subgroep 1

### 5.4.2 Subgroep 2 versus de andere subgroepen

			Subgroep					
			1	2	3	4	5	6
<b>Bruikbaar- heid</b>	5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	-4	-4	-2	0	4	4
<b>Financiële impact</b>	31	Ik vind het belangrijk dat de overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert	0	-3	1	1	0	-2
<b>Verkeers- veiligheid</b>	27	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen	-1	-3	0	-1	0	3

<b>Financiële impact</b>	30	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel	0	1	0	-2	-1	0
--------------------------	----	---	---	---	---	----	----	---

**Tabel 40: Verschillen subgroep 2**

### 5.4.3 Subgroep 3 versus andere subgroepen

			<b>Subgroep</b>					
			1	2	3	4	5	6
<b>Betrouwbaarheid</b>	12	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel	-1	-1	-3	0	1	1

**Tabel 41: Verschillen subgroep 3**

### 5.4.4 Subgroep 4 versus andere subgroepen

			<b>Subgroep</b>					
			1	2	3	4	5	6
<b>Betrouwbaarheid</b>	11	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	1	3	1	4	2	-4
<b>Bruikbaarheid</b>	10	Ik vind het belangrijk dat ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig	-2	2	2	-4	-1	0
<b>Verkeersveiligheid</b>	29	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen	0	-1	0	-4	0	2

<b>Verkeers- veiligheid</b>	24	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	1	-2	0	-3	3	0
<b>Bruikbaar- heid</b>	5	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is	-4	-4	-2	0	4	4

**Tabel 42: Verschillen subgroep 4**

#### 5.4.5 Subgroep 5 versus andere subgroepen

			<b>Subgroep</b>					
			1	2	3	4	5	6
Financiële impact	34	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn	-3	-3	-3	-2	4	-3
Bruikbaar- heid	3	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn	3	1	4	1	-4	0
Bruikbaar- heid	2	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	2	2	4	4	-4	2
Verkeers- veiligheid	24	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen	1	-2	0	-3	3	0

**Tabel 43: Verschillen subgroep 5**

### 5.4.6 Subgroep 6 versus andere subgroepen

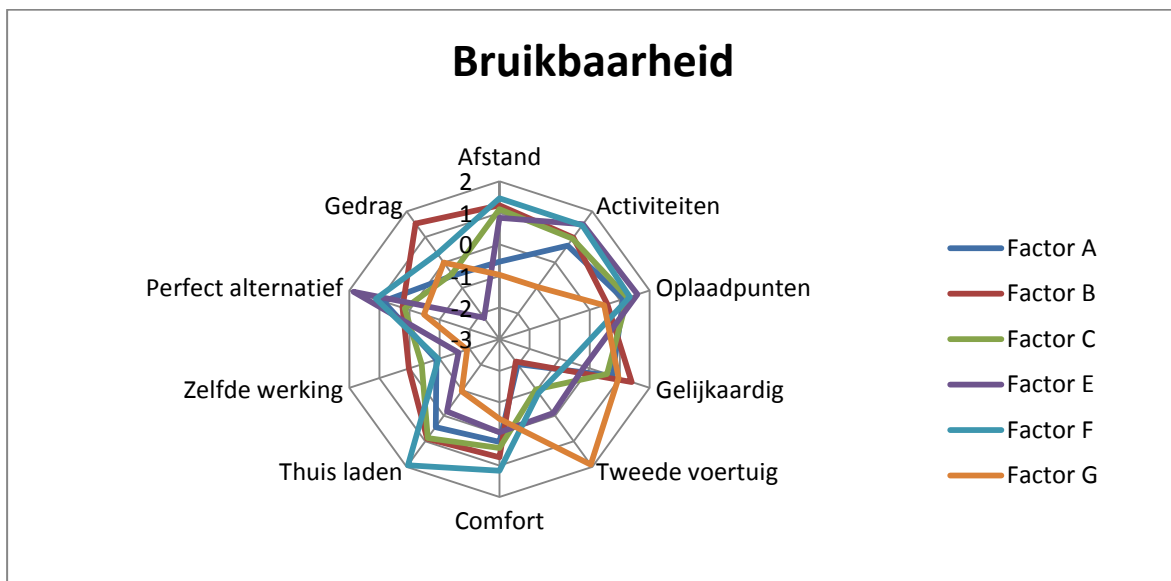
			Subgroep					
			1	2	3	4	5	6
Milieu	19	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen vooral in stedelijke omgevingen gepromoot worden	-2	0	0	-1	-2	4
Verkeers- veiligheid	27	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen	-1	-3	0	-1	0	3
Milieu	20	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel	4	0	1	0	0	-4
Betrouw- baarheid	11	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel	2	3	1	4	2	-4
Bruikbaar- heid	1	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen	0	4	2	1	2	-3
Verkeers- veiligheid	29	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen	0	-1	0	-4	0	2
Verkeers- veiligheid	28	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel	-3	-2	-4	-3	-3	1

Bruikbaarheid	2	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten	2	2	4	4	-4	0
Betrouwbaarheid	14	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan	1	2	3	1	3	2
Bruikbaarheid	9	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn	2	0	3	3	1	2

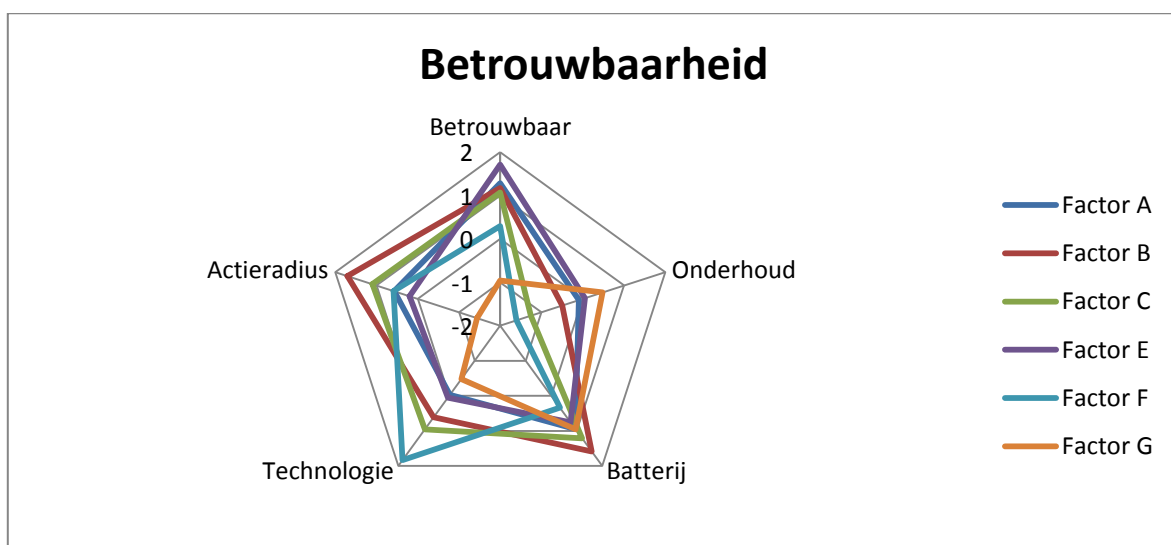
**Tabel 44: Verschillen subgroep 6**

## 5.5 Overzicht

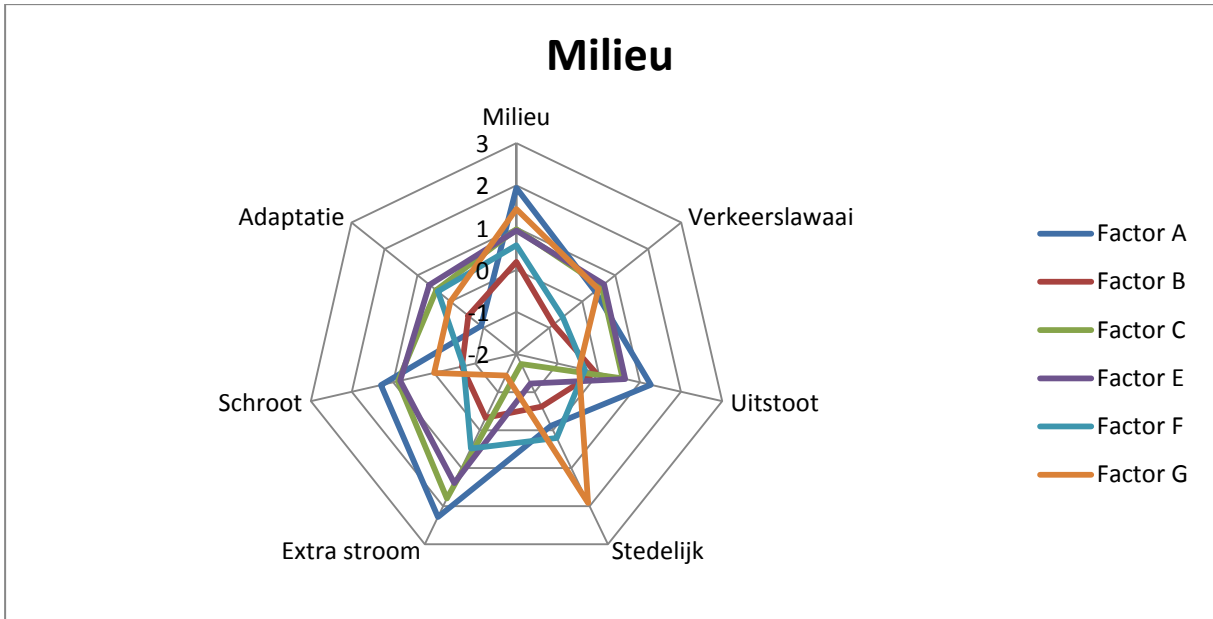
Om een compleet overzicht te creëren werden de genormaliseerde z-scores in de onderstaande grafieken gegoten. Een waarde hoger dan nul betekent dat er een grotere positieve ingesteldheid dan gemiddeld verwacht kan worden. Bij een waarde van nul komt dit overeen met het gemiddelde en bij een negatieve z-score staat men negatiever dan het gemiddelde tegenover de voorgelegde stellingen. Door deze gegevens in een radargrafiek te zetten worden de onderlinge verschillen zeer snel duidelijk, net zoals de verschillen tussen de subgroepen.



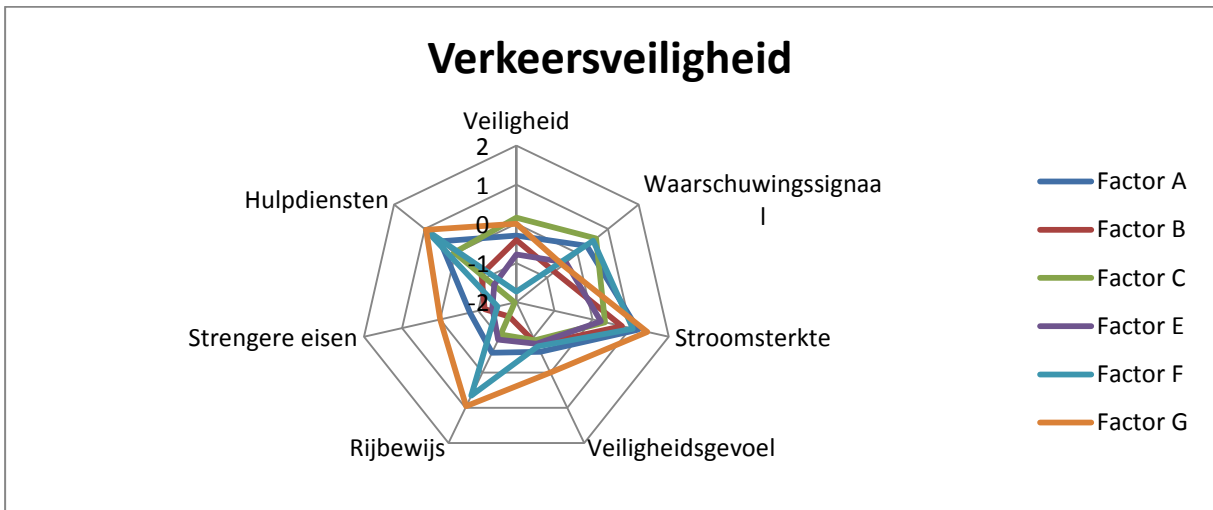
**Figuur 11: Grafiek Bruikbaarheid**



**Figuur 12: Grafiek Betrouwbaarheid**

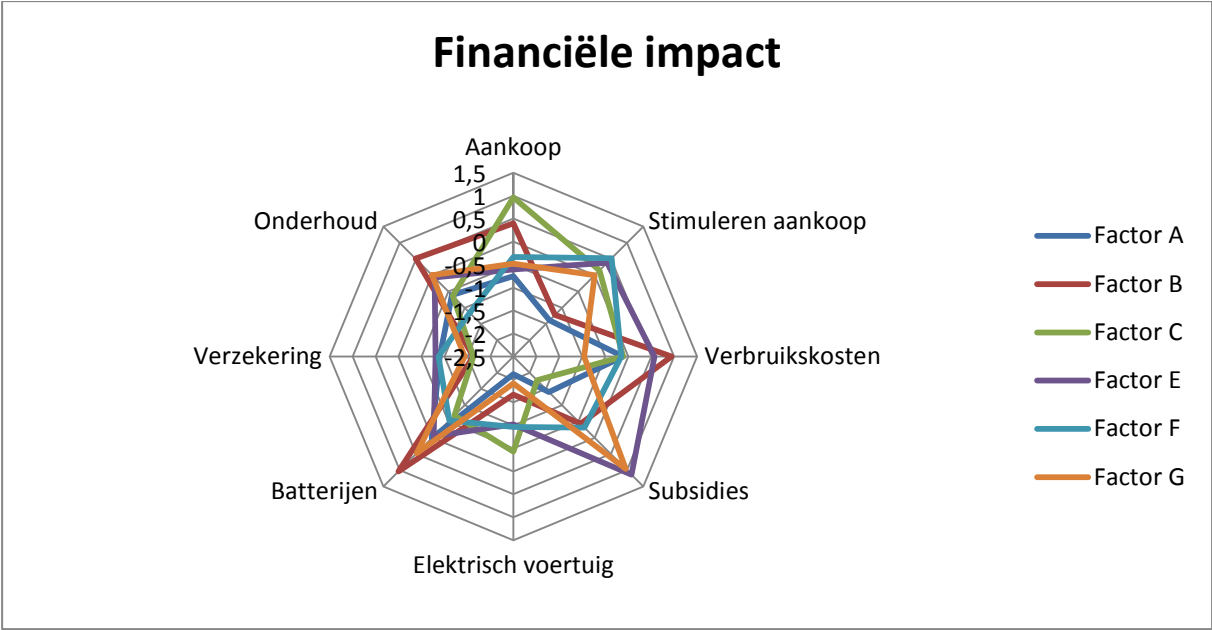


**Figuur 13: Grafiek milieu**

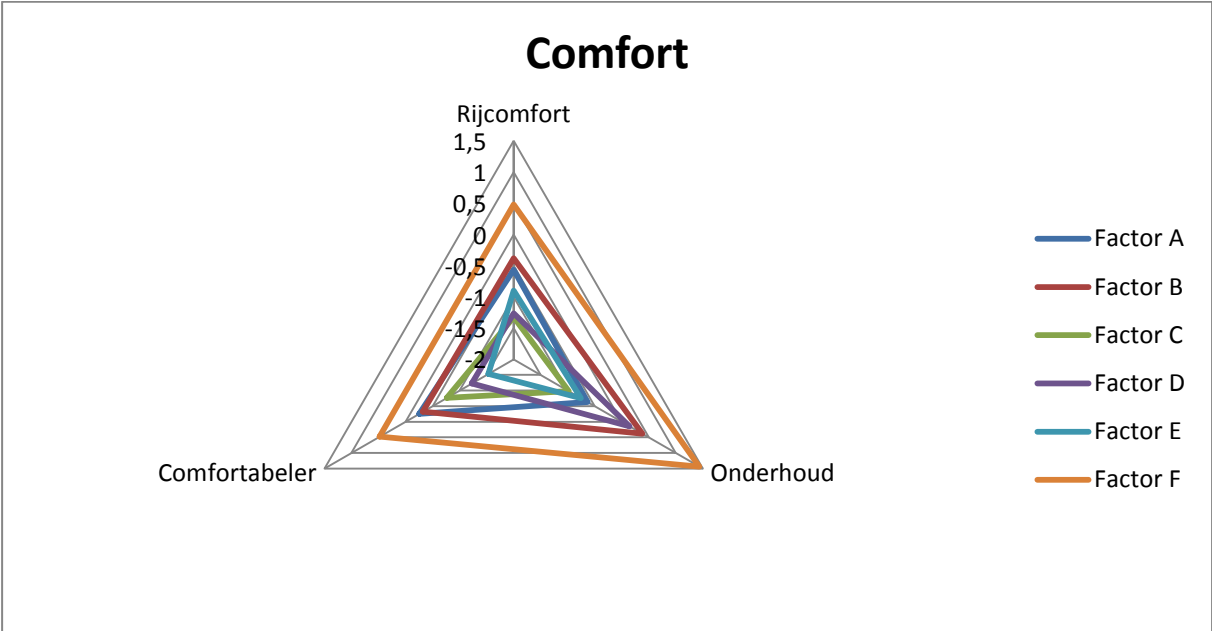


**Figuur 14: Grafiek Verkeersveiligheid**





**Figuur 15: Grafiek financiële impact**



**Figuur 16: Grafiek comfort**

## **5.6 Verbinden van Q en algemene onderzoeken**

Dat de Q-methodologie geschikt is om uit een kleine steekproef toch betrouwbare resultaten te halen werd eerder al aangehaald. Het herleiden van de resultaten van het Q-onderzoek naar een algemeen onderzoek is echter niet zo gemakkelijk. Er worden in de literatuur drie mogelijke methodieken aangereikt. Dit zijn de Talbott's Q block methode, de Brown's standardised factor index score en de Self-categorisation to abbreviated factor descriptions (Baker, Van Exel, Mason, & Stricklin, 2010). Hieronder worden de methodieken beschreven. De uiteindelijke toepassing ervan komt aan bod in hoofdstuk 6.

### **5.6.1 Talbott's Q block methode**

Deze methode is genoemd naar Albert Talbott die in 1963 beschreef wat hij de "Q block methode van de geïndexeerde Q-typologieën noemde". Hij ontwierp vragen waaraan een bepaalde rank moet worden toegekend. Dit klein aantal vragen wordt gekozen uit een uitgevoerd Q-onderzoek. De statements worden geselecteerd op basis van de "saliency" (meest opvallend en in het oog springend) en "distinction" van de oorspronkelijke Q analyse en weergegeven in blokken zodat elke factor wordt weergegeven door een van de statements in elk vragenblok. Binnen deze blokken moet elke factor worden weergegeven, wat in dit geval blokken van 6 statements veronderstelt. Als basis wordt hier meestal de lijst van de distinguishing statements of each factor genomen. De consensus statements zijn hier van ondergeschikt belang, maar met de factorscores wordt best wel rekening gehouden. Wanneer de statements voor elk blok geselecteerd zijn kunnen ze worden gegroepeerd in blokken. Positieve en negatieve stellingen mogen trouwens niet in dezelfde box worden weergegeven (Baker, Van Exel, Mason, & Stricklin, 2010).

### **5.6.2 Brown's standardised factor index score**

Een tweede methodiek om te bepalen welke personen deel uitmaken van welke factorgroep en om de distributie van factoren in een representatief gedeelte van de populatie te onderzoeken werd ontwikkeld door Brown. Bij deze methode worden deelnemers aan een survey onderzoek gevraagd om een sub-sample van een Q-set te evalueren. Deze sub-set bestaat uit de statements die de factoren weergeven die gevonden werden in het Q-onderzoek. Deelnemers worden gevraagd om deze stellingen te sorteren van zeer belangrijk tot helemaal niet belangrijk. Ze doen dit door gebruik te maken van een Likert-type schaalverdeling. Met de gegeven scores kan dan een

gestandaardiseerde factorscore voor elke factor berekend worden. De resultaten kunnen dan gebruikt worden om te kijken hoe elke deelnemer gelinkt kan worden aan de verschillende factoren en welke factor het meest bij het perspectief van de deelnemer zal aansluiten (Baker, Van Exel, Mason, & Stricklin, 2010).

### **5.6.3 Self-categorisation to abbreviated factor descriptions**

De ervaring met de methodieken van Talbott en Brown en in het bijzonder de bezorgdheid over het aantal gelimiteerde statements die representatief zijn voor de betekenis van een factor hebben onderzoekers gemotiveerd om extra onderzoek te doen naar alternatieve manieren om factor-lidmaatschap in grote data-sets te bepalen. Een nieuwe methode waar volop onderzoek naar gedaan wordt is die van "Self-categorisation to abbreviated factor descriptions".

Deelnemers aan een onderzoek wordt een samenvattende beschrijving van de q-factoren aangereikt. Hierna wordt gevraagd om aan te geven welke aansluit bij hun eigen inzichten en gedachten van een bepaald onderwerp. Deze methodiek is voorlopig nog wel in een vroege fase van ontwikkeling. Toch zijn de verwachtingen hooggespannen en wordt deze techniek toegepast in het volgende onderzoek (Baker, Van Exel, Mason, & Stricklin, 2010).

## **6 Stated preference onderzoek**

### **6.1 Inleiding & Methodiek**

In de tweede onderzoeksfase is het de bedoeling dat drie onderzoeksdelen gecombineerd worden. Het gaat hier om een onderzoek naar persoons- en omgevingskenmerken gecombineerd met de resultaten van het inleidende Q-onderzoek en een toevoeging van de Theory of plannend Behaviour. Binnen deze tweede onderzoeksfase wordt vooral een antwoord gezocht op de verschillende deelvragen die helemaal in het begin werden geformuleerd.

*Welke aspecten en eigenschappen van elektrische voertuigen dragen bij tot een succes dan wel een mislukking van het gebruik van elektrische voertuigen?*

*Wat zijn de zwakke en sterke punten van elektrische voertuigen?*

*Wat is het beeld dat de Vlaming heeft van elektrische voertuigen en hoe denkt hij/zij er over?*

*Welke persoons- en omgevingskenmerken van de respondent zijn bepalend voor een mogelijk snelle (of net niet) aanschaf van een elektrisch voertuig?*

*Welke aanbevelingen kunnen gedaan worden naar zowel de overheid als de constructeurs om de populariteit van elektrisch voertuigen te vergroten?*

### **6.2 OVG Vlaanderen**

Het onderzoek verplaatsingsgedrag Vlaanderen, beter bekend onder zijn afkorting "OVG" wordt al uitgevoerd sinds midden jaren 90 van de vorige eeuw. Dit onderzoek heeft als doel het verkrijgen van een beeld en een aantal kenmerken van gezinnen en personen die betrekking hebben op mobiliteit. Meer specifiek gebeurt er onderzoek naar de kenmerken van de vervoersmiddelen waarover de gezinnen beschikken, de effectieve verplaatsingen die personen maken en nog een bevraging naar een aantal bijkomende kenmerken om tot een zinvolle maatschappelijke analyse te kunnen komen. Uit dit onderzoek kunnen we grote delen recupereren van het vragenonderdeel "Persoonsvragenlijst". Door middel van deze lijst kan na ondervraging een goed beeld gevormd worden van de respondent en zijn omgeving (Miermans, Janssens, Cools, & Wets, 2010).

### 6.2.1 Onderdelen in de enquête

- Geslacht
- Geboortejaar
- Woonplaats
- Behaalde diploma
- Beroep
- Burgerlijke staat
- Woonsituatie
- Netto inkomen
- Rijbewijs
- Beschikbare auto's
- Afstand tot werk/school
- Verplaatsingswijze
- Verplaatsingsdoelen

## 6.3 Q-methodologie

De resultaten van het eerder uitgevoerde Q-onderzoek vormen de belangrijke basis voor dit tweede onderzoek. Aan de hand van drie mogelijke methoden kan bepaald worden welke onderdelen van het eerste onderzoek geschikt of vereist zijn voor mee te nemen in dit tweede onderzoek. Het gaat hier om de volgende methodes: de Talbott's Q block methode, de Brown's standardised factor index score en de Self-categorisation to abbreviated factor descriptions (Baker, Van Exel, Mason, & Stricklin, 2010). In het volgende onderdeel worden telkens de gekozen onderdelen aangegeven.

### 6.3.1 Talbott's Q-Block methode

Positieve stellingen:

<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat de actieradius van een elektrisch voertuig niet te beperkt is
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen
<b>Comfort</b>	Ik vind het belangrijk dat het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen

<b>Financiële impact</b>	Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen

**Tabel 45: Positieve stellingen blok 1**

<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is
<b>Financiële impact</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel
<b>Comfort</b>	Ik vind het belangrijk dat het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen

**Tabel 46: Positieve stellingen blok 2**

Negatieve stellingen:

<b>Financiële impact</b>	Ik vind het belangrijk dat er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel
<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
<b>Comfort</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel

**Tabel 47: Negatieve stellingen blok 1**

<b>Financiële impact</b>	Ik vind het belangrijk dat de overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen
<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel
<b>Comfort</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel

**Tabel 48: Negatieve stellingen blok 2**

### 6.3.2 Brown's standardised factor index score

<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel
<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat mijn tweede auto een elektrisch voertuig is
<b>Financiële impact</b>	Ik vind het belangrijk dat de overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen
<b>Financiële impact</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig

<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn
<b>Milieu</b>	Ik vind het belangrijk dat elektrische voertuigen vooral in stedelijke omgevingen gepromoot worden
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen
<b>Verkeersveiligheid</b>	Ik vind het belangrijk dat de elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten
<b>Betrouwbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat de technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan
<b>Bruikbaarheid</b>	Ik vind het belangrijk dat een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn

**Tabel 49: Factor score stellingen**

### **6.3.3 Self-categorisation to abbreviated factor descriptions**

#### **6.3.3.1 Factor 1: Milieubewust tegen elke prijs**

De financiële kant van de zaak vind ik minder van belang. Ik vind het wel heel belangrijk dat een elektrisch voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig dat rijdt op benzine/diesel. Ook is het voor mij van groot belang dat het opwekken van extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine en diesel. Ik vind het ook belangrijk dat de elektrische voertuigen geen luchtvervuiling veroorzaken en dat er voldoende laadpalen op veel plaatsen beschikbaar moeten zijn. Ik heb verder graag dat de situatie niet verandert of amper wijzigt ten opzichte van de huidige situatie. Zo wil ik geen wijzigingen in de verzekeringscontracten maar had ik wel graag subsidies ontvangen. Als laatste lijkt het mij ook noodzakelijk dat de elektrische voertuigen over een soort van waarschuwingssignaal beschikken voor fietsers en voetgangers.



#### **6.3.3.2 Factor 2: Bruikbaar en betrouwbaar**

Ik maak mij toch wat bezorgd over de eventuele beperkingen die een elektrisch voertuig heeft. Zo vind ik dat een elektrisch voertuig liefst even betrouwbaar en vooral bruikbaar is als een voertuig op benzine of diesel. Hieruit volgt natuurlijk ook dat de levensduur en sterkte van de batterijen voldoende moet zijn. Toch vind ik niet dat de overheid een groter gebruik van de elektrische wagen moet stimuleren en ben ik ook niet van plan om als tweede voertuig een elektrische wagen te kopen. Bij het behalen van een rijbewijs vind ik het ook niet belangrijk dat er extra aandacht aan het elektrisch voertuig zal worden besteed. Moest ik toch ooit overgaan tot de aanschaf van een elektrische wagen, dan mag deze zeker niet meer kosten dan de huidige wagens.

#### **6.3.3.3 Factor 3: Gelijkwaardige overstap**

Ik zie zeker dat er enkele voordelen zijn aan het gebruik van elektrische voertuigen. Toch maak ik mij zorgen over de praktische bruikbaarheid ervan en de problematiek van het herladen. Zo vind ik het zeer belangrijk dat er voldoende oplaadpunten zijn en dat het herladen goed te combineren valt met mijn dagelijkse planning. Dit herladen gebeurt bij voorkeur langs het reguliere stroomnet. Ik geloof verder dat het elektrisch voertuig ooit een perfect alternatief kan zijn, maar wacht liever met een aankoop tot de technologie nog wat verder geëvolueerd is. Eenmaal overtuigd ben ik wel bereid om enkele beperkingen te slikken. Ik stel geen hogere eisen aan elektrische voertuigen dan aan de huidige wagens. Dingen zoals onderhoud, veiligheid en comfort zijn voldoende als ze op hetzelfde niveau liggen als gebruikelijk.

#### **6.3.3.4 Factor 4: Overstap enkel met voordelen**

Ik zie de aankoop van een elektrisch voertuig meteen zitten indien dit voordelen oplevert. Indien dit het geval is maken kleine randaspecten niet zoveel uit. Ik vind het bijvoorbeeld zeer belangrijk dat mijn voertuig betrouwbaar is en dat mijn elektrisch voertuig een perfect alternatief vormt. Toch ben ik wel bereid mijn gedrag aan te passen. Ook de werking van het elektrisch voertuig mag gerust wat afwijken. In het voordeel van een elektrisch voertuig spreekt het feit dat er minder onderhoud nodig is. De komende jaren is het volgens mij noodzakelijk dat er een omschakeling komt naar een groter gebruik van elektrische voertuigen. Strengere veiligheidseisen zijn volgens mij verder niet noodzakelijk.

#### **6.3.3.5 Factor 5: Early adopters**

Ik overweeg nu al sterk de aankoop van een elektrisch wagen en wil mijzelf gerust omschrijven als een "early adopter". Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische motor heeft of dat ik op zijn minst mijn tweede voertuig vervang door een elektrische wagen. Verder hoop ik wel op een groot gebruiksgemak en hoop ik dat de veiligheid voor zowel mijzelf als mijn omgeving gewaarborgd is. Ik heb er geen probleem mee dat er nog enkele beperkingen aan een elektrisch voertuig verbonden zijn. Ik ben bereid mij aan te passen aan deze beperkingen zoals de langere laadtijden en het gebrek aan laadpalen.

#### **6.3.3.6 Factor 6: Veiligheid primeert**

Ik ben overtuigd van het nut van elektrische voertuigen, maar niet voor altijd en iedereen. Ik geloof niet dat de huidige negatieve aspecten snel opgelost kunnen worden, maar denk wel dat deze wagens van een groot nut kunnen zijn in stedelijke omgevingen. Toch overweeg ik ook om de elektrische wagen ooit te gebruiken als tweede voertuig. Aangezien deze ideaal geschikt is voor de kortere en kleine verplaatsingen. Om de veiligheid te garanderen denk ik dat extra opleidingen geen slecht idee zijn en dat ook de veiligheid van het voertuig in orde is. Ik sta zelf wel niet te springen om morgen al meteen zo een voertuig aan te schaffen, maar durf het de komende jaren overwegen.

## **6.4 Theory of plannend behavior**

De "theory of plannend behavior" is een van de belangrijkste theoretische concepten op het gebied van menselijke gedragingen. De theorie dateert uit 1988 en werd doorontwikkeld uit de Theory of Reasoned Action van Fishbein (Azjen, 2002). De basisveronderstelling is dat de gedragingen van mensen het direct gevolg zijn van gedragsintenties. Deze intenties zijn op hun beurt weer het gevolg van een attitude die iemand heeft tegenover een bepaald gedrag en de subjectieve normen die aangeven wat relevante mensen in de omgeving goed of slecht vinden. Essentieel aan deze theorie is de toevoeging van de 'perceived behavioural control' wat aangeeft in hoeverre een persoon van mening is dat hij of zij invloed heeft op de situatie (Azjen, 2002). In de enquête worden tien stellingen vanuit de achtergrond van de Theory of planned behavior onderzocht.

## **6.5 Onderzoek**

De drie aangegeven onderdelen werden samengevoegd tot een enquête in het softwareprogramma SNAP waarna deze via internet verspreid werd. Een kopie van de enquête is opgenomen in de bijlage van deze masterproef.

## **6.6 Vervolgstappen analyse**

Omdat dit tweede onderzoek nog volop lopende is zijn er nog geen resultaten beschikbaar. Deze zullen later bijgevoegd worden als addendum in de bijlage en besproken worden op de thesisverdediging.

## 7 Algemene conclusie

### 7.1 Conclusies

Het trekken van conclusies uit het volledige onderzoek is vooralsnog niet mogelijk aangezien het tweede onderdeel nog lopende is. Binnen het Q-onderzoek werd verder ook gevraagd om de uitersten te verklaren. Uit dit onderzoek en uit de verklaringen die gegeven werden kan alvast tot de volgende voorlopige conclusies gekomen worden.

De respondenten zijn in relatie tot het elektrisch voertuig vooral ongerust over

- De aankoopprijs
- De laadmoeilijkheden
- De actieradius van het voertuig

Het grootste probleem dat optreedt bij de aankoopprijs is dat die van de elektrische voertuigen in verhouding hoger ligt dan de aankoopprijs van voertuigen die rijden op benzine of diesel. Voor deze hogere prijs krijgen ze echter "minder" auto. Niet alleen kan het elektrische voertuig veel minder ver rijden met een volle batterij dan een auto met een volle tank benzine of diesel, het herladen duurt ook meteen exponentieel langer dan voltanken. Deze twee aspecten veroorzaken verder enige ongerustheid. Schrik om niet op de eindbestemming te geraken door de beperkte actieradius samen met het gebrek aan laadlocaties en de duur van het herladen versterken nog eens het gevoel van onbetrouwbaar- en onbruikbaarheid.

De respondenten zien in relatie tot het elektrisch voertuig vooral opportuniteiten in

- De milieuvriendelijkheid
- De gebruiks- en onderhoudskosten
- De vrije marktwerking

Dat het elektrisch voertuig een goede zaak is voor het milieu wordt door het overgrote deel van de respondenten onderschreven. De respondenten zijn er zich wel degelijk van bewust dat hun auto voor heel wat milieuoverlast zorgt en dat het elektrisch voertuig hier mogelijk een antwoord op kan vinden. Een ander groot voordeel wordt er gezien in de goedkopere gebruiks- en onderhoudskosten. Binnen dit aspect gaat ongetwijfeld een groot deel van de aandacht naar de besparingen op brandstofkosten. Deze kosten zitten de laatste jaren systematisch in stijgende lijn en nemen zo een steeds grotere hap uit het gezinsbudget. De invloed van de lagere onderhoudskosten zijn vermoedelijk eerder

beperkt. Meest opvallend aan deze categorie is echter de opportuniteiten die door de respondenten gezien worden in de vrije marktwerking. Er kunnen hiervoor twee verklaringen gevonden worden. De eerste is dat de respondenten geloven dat door de technologische evoluties en het duurder worden van ondermeer benzine en diesel het elektrische voertuig automatisch een steeds groter segment van de automarkt zal inpalmen. Anderzijds kan hier ook negatiever naar gekeken worden. Zo is het ook mogelijk dat de respondenten vinden dat de overheid zich niet bezig moet houden met het subsidiëren van elektrische voertuigen en misschien zelfs het opleggen van dwingende maatregelen. Duidelijkheid in hoeverre welke argumenten hier spelen is er nog niet.

Meer specifieke conclusies en details over meningen en persoonskenmerken worden nog verwacht na de uitvoering, verwerking en analyse van het tweede onderzoek. Deze resultaten zullen later worden bijgevoegd als bijlage aan deze thesis.

Globaal kunnen we voorlopig stellen dat slechts een klein deel van de respondenten bereid is om meteen over te schakelen naar een elektrisch voertuig en dat ook de markt in feite nog niet rijp is voor een algehele omschakeling. Het komt er in feite op neer dat van zodra er een elektrisch wagen beschikbaar komt die qua prijs en eigenschappen niet zo hard afwijkt van de huidige gangbare modellen er vermoedelijk snel een overschakeling zal komen.

## **7.2 Aanbevelingen**

Op het einde van deze thesis is het mogelijk om op drie vlakken aanbevelingen te doen naar de toekomst. Interessant is dat uit deze thesis niet alleen aanbevelingen aan de overheid gericht worden, maar dat het ook mogelijk is om dit te doen naar de autoconstructeurs. Als laatste worden ook nog aanbevelingen gedaan naar mogelijk verder onderzoek. De eigenlijke aanbevelingen zijn verder vooral gebaseerd op de resultaten van het Q-onderzoek en de literatuur.

### **7.2.1 Overheid**

Uit de bovenstaande conclusies bleek eerder al dat er van de overheid niet persé verwacht wordt dat ze voorzien in allerlei subsidiesystemen bij de aankoop van elektrische wagens. De ondervraagden geloven hier eerder in het principe van de vrije marktwerking. De overheid kan verder wel een en ander bijdragen in het uitbouwen van een netwerk van laadlocaties. Er wordt dan vooral gedacht aan het zelf plaatsen van laadpalen en er een goedkope en makkelijke manier van tarifiering bij voorzien. Ook kunnen ze veel ondersteuning bieden bij privé-initiatieven.

Meer algemeen is het ook aangeraden dat de verschillende overheden blijven bijdragen aan onderzoek naar de elektrische voertuigen. Er is op heel wat vlakken nog ruimte voor een verbetering van de concurrentiepositie ten opzichte van de huidige voertuigen. Dit alleen overlaten aan de constructeurs zou een gemiste kans zijn.

Verder moet de overheid ook zorgen dat ze mee evolueert met de markt. Het op tijd voorzien van de benodigde wetten en een goede regelgeving zijn van groot belang. Er wordt dan ondermeer gedacht aan de nood aan een standaardisatie. Dit laatste is best zelfs iets dat op Europees niveau kan worden uitgewerkt.

### **7.2.2 Constructeurs**

De komende jaren wordt ook veel verwacht van de constructeurs. Zij worden verondersteld ervoor te zorgen dat de elektrische auto's in feite concurrentieel kunnen worden met de huidige gangbare modellen. Hiervoor dienen zij voornamelijk oplossingen te zoeken voor twee aspecten. Enerzijds de beperkte opslagcapaciteit van de batterijen en anderzijds de lange herlaadtijden van de batterijen. De beperkte opslagcapaciteit van de batterijen kan op twee manieren aangepakt worden. Oftewel streeft men naar een steeds grotere opslagcapaciteit door middel van onderzoek en technologisch innovaties oftewel wordt er gekozen voor een snel wisselsysteem van de batterijen. Dit laatste vereist natuurlijk een nieuw landelijk dekkend netwerk van locaties waar dit dan zou kunnen gebeuren. Het lijkt erop dat de constructeurs voorlopig vooral focussen op de verbetering van de huidige batterijen. Toch worden er ook proeven gedaan met het verwisselen van batterijen. Ondermeer Renault is hiermee bezig. Vooruitgang en evoluties bij de constructeurs worden dus vooral verwacht op technisch vlak. Mogelijk dat na het verwerken van de resultaten van het tweede onderzoek dit nog verder kan worden aangevuld.

### **7.2.3 Verder onderzoek**

Zoals eerder al werd aangegeven wordt nog zeer veel verwacht van het tweede onderzoek dat momenteel lopende is. Het is voorlopig niet echt mogelijk om alvast aanbevelingen te doen richting onderzoek voor de resultaten van deze stated preference ondervraging binnen zijn.

## 8 Bibliografie

- Amjad, S., Neelakrishnan, S., & Rudramoorthy, R. (2010). Review of design considerations and technological challenges for succesful development and deployment of plug-in hybrid electric vehicles. *Renewable and sustainable energy reviews 14*, 1104-1110.
- Azjen, I. (2002). *Constructing a TpB Questionnaire: Conceptual and methodological considerations*. ? : ?
- Baker, R., Van Exel, J., Mason, H., & Stricklin, M. (2010). Connecting Q & Surveys: Three methods to explore factor memberships in large samples . *The international journal of Q Methodology 34 (1)*, 38 - 58.
- Barry, J., & Proops, J. (1999). Seeking sustainability discourses with Q methodology. *Ecological economics 28*, 337-345.
- Brady, J., & O'Mahony, M. (2011). Travel to work in Dublin. The potential impacts of electric vehicles on climate change and urban air quality. *Transportation Research Part D 16*, 188-193.
- Brown, S., Pyke, D., & Steenhof, P. (2010). Electric vehicles: The role and importance of standards in an emerging market. *Energy Policy 38*, 3797-3806.
- Cools, M., Brijs, K., Tormans, H., Moons, E., Janssens, D., & Wets , G. (2011). The socio-cognitive links between road pricing acceptability and changes in travek-behavior. *Trasportation research part A 45*, 779-788.
- Cools, M., Moons, E., Janssens, B., & Wets, G. (2009). *Shifting towards environment-friendly modes: profiling*. Diepenbeek: Springer Science+Business Media, LLC.
- Cuppen, E., Breukers, S., Hisschemöller, M., & Bergsma, E. (2010). Q methodology to select participants for a stakeholder dialogue on energy options from biomass in the Netherlands. *Ecological Economics 69*, 579-591.
- De Laender, J. (2010). *Q-Methodologie - Evalueren van vraagbeperkende maatregelen*. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- De Smedt, P. A. (2011, Januari ). Elektrische voertuigen. *Info FEBIAC Themanummer*, pp. 1-20.
- Dijk, M. (2011). Technological frames of car engines. *Technology in society 33*, 165-180.
- Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2012). The emerge of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, x.
- Duke, M., Andrews, D., & Anderson, T. (2009). The feasibility of long range battery electric cars in New Zealand . *Energy Policy 37*, 3455-3462.
- Eden, S., Donaldson, A., & Walker , G. (2005). Structuring subjectivities? Using Q methodology in human geography. *Area 37.3*, 413-422.
- Eeckhout, D. (2009). *Vergelijking van verschillende monitoring instrumenten en case-study in een 3-tal gemeenten*. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.



- Eriksson, L., Garvill, J., & Nordlund, A. M. (2008). Acceptability of single and combined transport policy measures: the importance of environmental and policy specific beliefs. *Transportation research Part A*, 1117-1128.
- Ernst, C.-S., Hackbarth, A., Madlener, R., Lunz, B., Sauer, D. U., & Eckstein, L. (2011). Battery sizing for serial plug-in hybrid electric vehicles: A model-based economic analysis for Germany. *Energy Policy* 39, 5871-5882.
- Exel, J. v., & de Graaf, G. (2005). *Q methodology: A sneak preview*. Amsterdam: Vrije Universiteit, Dept. of Public Administration & Organisation Science, Faculty of Social Sciences.
- Frantzi, S., Carter, N. T., & Lovett, J. C. (2009). Exploring discourses on international environmental regime effectiveness with Q methodology: a case study of the Mediterranean Action Plan. *Journal of Environmental management* 90, 177-186.
- Garcia, I., & Miguel, L. J. (2012). Is the electric vehicle an attractive option for customers? *Energies* 5, 71-91.
- Gärling, A., & Johansson, A. (1998). *An EV in the Family*. Göteborg: Department of road and traffic planning, Chalmers University of Technology.
- Gehlert, T., Kramer, C., Nielsen, O. A., & Schlag, B. (2011). Socioeconomic differences in public acceptability and car use adaption towards urban road pricing. *Transport Policy* 18, 685-694.
- Graham-Rowe, E., Gardner, B., Abraham, C., Skippon, S., Dittmar, H., Hutchins, R., et al. (2012). Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations. *Transportation Research Part A* 46, 140-153.
- Guoqing, X., Weimin, L., Kun, X., & Zhibin, S. (2011). An intelligent regenerative braking strategy for electric vehicles. *Energies*, 1461-1477.
- Harding, G. G. (1999). *Electric vehicles in the next millennium*. London, UK: Elsevier Science S.A .
- 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, 686-705.
- Hoyer, K. G. (2008, november). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utility Policy* 16, 63-71.
- Kley, F., Lerch, C., & Dallinger, D. (2011). New business models for electric cars - A holistic approach. *Energy Policy* 39, 3392-3403.
- Lieven, T., Mühlmeier, S., Henkel, S., & Waller, J. F. (2011). Who will buy electric cars? An empirical study in Germany. *Transportation Research part D* 16, 236-243.
- Miermans, W., Janssens, D., Cools, M., & Wets, G. (2010). *Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen 4.1 (2008-2009)*. Diepenbeek: Instituut voor Mobiliteit.

- Orbach, Y., & Fruchter, G. E. (2011). Forecasting sales and product evolution: The case of the hybrid/electric car. *Technological forecasting & social change* 78, 1210-1226.
- Pasaoglu, G., Honselaar, M., & Thiel, C. (2012). Potential vehicle fleet CO2 reductions and cost implications for various vehicle technology deployment scenarios in Europe. *Energy Policy*, 404-421.
- Pearre, N. S., Kempton, W., Guensler, R. L., & Elango, V. V. (2011). Electric vehicles: How much range is required for a day's driving? *Transportation Research Part C* 19, 1171-1184.
- Penev, A., & Ivan, C. (2011). *Chinese Consumer Attitudes towards the Electric Vehicle*. Linköping: Linköping University.
- Schoon, C. C., & Huijskens, C. G. (2011). *Verkeersveiligheidsconsequenties van elektrisch aangedreven voertuigen*. Leidschendam : SWOV.
- Shafiei, E., Thorkelsson, H., Ásgeirsson, E. I., Davidsdottir, B., Raberto, M., & Stefansson, H. (2012). An agent-based modeling approach to predict the evolution of market share. *Technological Forecasting & Social Change*, x.
- Shephard, S., Bonsall, P., & Harrison, G. (2012). Factors affecting future demand for electric vehicles: A model based study. *Transport Policy* 20, 62-74.
- Shin, J., Hong, J., Jeong, G., & Lee, J. (2012). Impact of electric vehicles on existing car usage: A mixed multiple discrete-continuous extreme value model approach. *Transportation Research Part D* 17, 138-144.
- Skippon, S., & Garwood, M. (2011). Responses to battery electric vehicles: UK consumers attitudes and attributions of symbolic meaning following direct experience to reduce psychological distance. *Transportation Research Part D*, 525-531.
- Stroobants, E., & Victor, L. (2001). *Beter bestuur - Een visie op een transparant organisatiemodel voor de Vlaamse administratie - Synthese*. Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.
- Thiel, C., Perujo, A., & Mercier, A. (2010). Cost and CO2 aspects of future vehicle options in Europe under new energy policy scenarios. *Energy Policy*, 7142-7151.
- Thomas, S. C. (2012). How green are electric vehicles? *International journal of hydrogen energy* 37, 6053-6062.
- Tormans, H., Brijs, T., Janssens, D., & Wets, G. (2009). *Ontwikkeling van een instrument ter ondersteuning van lokaal verkeersveiligheidsbeleid*. Diepenbeek: Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken - Spoor Verkeersveiligheid.
- Van Vlierden, K., Miermans, W., & Zuallaert, J. (2003). *Gemeentelijk Mobiliteitsbeleid: beter bestuur verhoogt de slaagkans*. Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Departement Leefmilieu en Infrastructuur Administratie Wegen en Verkeer.

- Van Vliet, O., Brouwer, A. S., Kuramochi, T., Van Den Broeck, M., & Faaij, A. (2011). Energy use, cost and CO2 emissions of electric cars. *Journal of power sources* 196, 2298-2310.
- Van Woelderen, S. (2011). *Invloed elektrische auto's op autobranche tot 2020 beperkt*. Amsterdam: ING Bank N.V.
- Väyrynen, A., & Salminen, J. (2011). Lithium ion battery production. *Journal of chemical thermodynamics*, 80-85.
- Venables, D., Pidgeon, N., Simmons, P., Henwood, K., & Parkhill, K. (2009). Living with nuclear power: a Q-method study of local community perceptions. *Risk analysis* 8, 1089-1103.
- Vlek, C., Mesken, J., & Steg, L. (1999). Future-sketching and multi-attribute evaluation maf affect you preference order of complex policy scenarios. *Journal of Behavioral Decision Making*, 107-122.
- Werber, M., Ficher, M., & Schwartz, P. V. (2009). Batteries: Lower cost than gasoline? . *Energy policy* 37, 2465-2468.
- Yabe, K., Shinoda, Y., Seki, T., Tanaka, H., & Akisawa, A. (2012). Market penetration speed and effects on CO2 reduction of electric vehicles and plug-in hybrid electric vehicles in Japan. *Energy Policy*, 529-540.

## 9 Bijlagen

### 9.1 Planning

In de onderstaande tabel wordt de planning weergegeven:

<b>Stappen</b>	<b>Deadline</b>
<b>Plan van aanpak</b>	1 november 2011
<b>Onderzoeksbasis</b>	21 november 2011
<b>Q operationeel</b>	Eind december 2011
<b>Literatuurstudie</b>	Februari 2012
<b>Verwerking Q</b>	Februari 2012
<b>Tussentijdse presentatie</b>	Eind februari 2012
<b>Survey opstellen</b>	Maart - april 2012
<b>Testfase Survey</b>	Eind mei 2012
<b>Runnen van Survey</b>	Zomer 2012
<b>Indienen definitieve versie</b>	Augustus 2012
<b>Verdediging</b>	September 2012

**Tabel 50: Planning**

### 9.2 Q-onderzoek

#### 9.2.1 Brief

Beste,

Voor mijn thesis doe ik onderzoek naar de mening en opinie van Vlamingen over elektrische voertuigen. Om een goede afspiegeling te krijgen van de volledige samenleving had ik hiervoor graag ook uw medewerking gehad.

Het onderzoek gebeurt online en duurt ongeveer 20 min. Het is de bedoeling dat u systematisch 40 stellingen met betrekking tot elektrische voertuigen beoordeelt, deze rangschikt en achteraf nog enkele losse vragen beantwoordt. De gegevensverwerking gebeurt volstrekt anoniem.

In eerste instantie wordt u gevraagd aan te geven in hoeverre u met een bepaalde stelling akkoord gaat of niet (eens-neutraal-oneens). Door de knop "Reassign" te gebruiken kunt u uw antwoord ongedaan maken. Druk na het beoordelen van stellingen op "Next" om naar de tweede stap over te gaan.

In een tweede stap krijgt u dan de mogelijkheid om dezelfde stellingen te rangschikken onder voorafbepaalde categorieën. Hierbij wordt gestart met de extreme categorieën (helemaal oneens – helemaal eens), waarna ook de tussenliggende categorieën aan bod komen. U selecteert in de rechterkolom de stelling die u onder een bepaalde categorie wil plaatsen (door te klikken op "Select"), waarna u deze via de knop "Move here" kan overbrengen naar de gewenste plaats in de linkerkolom. Elke categorie kan maar een bepaald aantal stellingen bevatten. U kunt verder doorheen uw antwoorden uit de eerste stap scrollen.

Op die manier plaatst u systematisch alle stellingen onder de categorie naar uw keuze. Na de extremen worden alle andere categorieën links zichtbaar waartussen u dan naar boven en beneden kunt scrollen. Het invullen gebeurt op exact dezelfde wijze en het aantal stellingen per categorie is al vastgelegd. Indien u wijzigingen wilt doorvoeren drukt u in de linkerkolom bij de bewuste stelling op "Remove" en dan kunt u deze ergens anders plaatsen.

Van zodra alle stellingen een plaats gekregen hebben kunt u dan naar de laatste stap. U drukt hiervoor in de rechterkolom op "Submit".

Bij de laatste stap worden enkele algemene vragen gesteld waarop u dient te antwoorden. Aan de linkerkant verschijnen uw antwoorden die u misschien nodig hebt bij de eerste 4 vragen. Druk na het invullen op "Submit my answers". Het kan handig zijn om tijdens het invullen van de enquête deze mail bij de hand te houden.

Deelnemen doet u door op de onderstaande gepersonaliseerde link te klikken:

<http://q-assessor.com/studies/630/responses/new?code=002819gNeR>

Ik wens u verder bij voorbaat hartelijk te danken voor uw medewerking en tijd. Mocht u nog vragen hebben of moeilijkheden ondervinden kan u mij altijd contacteren!

Met vriendelijke groeten,

Tobias Vyncke

Student Master Mobiliteitsmanagement

Universiteit Hasselt

0496-452121

## 9.3 Stated preference onderzoek

### 9.3.1 Deel 1 Huishoud- en personenvraaglijst

1. U bent een...
  - a. Man
  - b. Vrouw
  
2. In welk jaar bent u geboren?
  
3. Wat is uw woonplaats?
  - a. Postcode
  - b. Gemeente
  
4. Wat is uw hoogst behaalde diploma of getuigenschrift?
  - a. Geen
  - b. Lager onderwijs
  - c. Lager secundair (ASO/TSO/BSO/KSO)
  - d. Hoger secundair (ASO/TSO/BSO/KSO)
  - e. Hoger niet-universitair onderwijs
  - f. Universitair onderwijs
  - g. Post-universitair onderwijs
  
5. Wat is uw hoofdberoep of uw hoofdbezigheid?
  - a. Scholier, student
  - b. Werkzaam in eigen huishouden
  - c. Werkloos
  - d. Gepensioneerd
  - e. Arbeidsongeschikt
  - f. Ambtenaar
  - g. Bediende
  - h. Arbeider
  - i. Vrij beroep
  - j. Zelfstandige
  - k. Andere WEL beroepsactief
  - l. Andere NIET beroepsactief

6. Wat is uw burgerlijke staat?
  - a. Alleenstaand
  - b. Getrouwd
  - c. Officieel samenwonend
  - d. Gescheiden
  - e. Weduwe/weduwnaar
  
7. Wat is uw woonsituatie?
  - a. Ik woon alleen
  - b. Ik woon samen met mijn partner
  - c. Ik woon samen met mijn partner en kinderen
  - d. Ik woon alleen met mijn kinderen
  - e. Ik woon bij mijn ouders in een één-oudergezin
  - f. Ik woon bij mijn ouders in een twee-oudergezin
  - g. Andere woonsituatie
  
8. Uit hoeveel personen bestaat uw gezin of het gezin waar u deel van uit maakt?
  
9. Wat is uw gemiddeld maandelijks NETTO gezinsinkomen?
  - a. 0-1000 euro
  - b. 1000-1500 euro
  - c. 1500-2000 euro
  - d. 2000-2500 euro
  - e. 2500-3000 euro
  - f. 3000-3500 euro
  - g. 3500-4000 euro
  - h. 4000-4500 euro
  - i. 4500-5000 euro
  - j. Meer dan 5000 euro
  - k. Ik wens dit niet te specificeren
  
10. Beschikt u over een rijbewijs (Categorie B)?
  - a. Ja
  - b. Nee
  
11. Zoja, in welk jaar behaalde u uw rijbewijs?

12. Over hoeveel auto's beschikt u thuis?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. Meer dan 3

13. Hoeveel kilometer legt u per jaar, als bestuurder, af met de wagen?

- a. <5000km
- b. 5000-10000km
- c. 10000-15000km
- d. 15000-20000km
- e. 20000-25000km
- f. 25000-30000km
- g. 30000-35000km
- h. 35000-40000km
- i. 40000-45000km
- j. 45000-50000km
- k. >50000km

14. Hoeveel kilometer woont u van uw werk/school of uw meest frequent bezochte locatie?

- a. Ik maak geen werk/school verplaatsing
- b. 0-5km
- c. 5-10km
- d. 10-20km
- e. 20-50km
- f. 50-100km
- g. >100km

15. Hebt u een auto nodig voor uw werk/school (dus niet voor de verplaatsing er naar toe)?

- a. Nee
- b. Dagelijks
- c. Meerdere keren per week
- d. Wekelijks
- e. Minder dan wekelijks



16. Op welke wijze gaat u het vaakst naar uw werk of naar school? Geef het vervoersmiddel aan waarmee u de grootste afstand aflegt.

- a. Te voet
- b. Fiets
- c. Bromfiets
- d. Auto (als bestuurder)
- e. Auto (als passagier)
- f. Motor
- g. Trein
- h. Bus (De Lijn/MIVB/TEC)
- i. Tram/metro
- j. Taxi
- k. Schoolvervoer/Bedrijfsvervoer
- l. Niet van toepassing
- m. Andere

17. Indien u meerdere vervoersmiddelen gebruikt om op het werk/school te geraken, welke zijn dit dan nog? (Meerder opties zijn mogelijk)

- a. Te voet (meer dan 200m)
- b. Fiets
- c. Bromfiets
- d. Auto (als bestuurder)
- e. Auto (als passagier)
- f. Motor
- g. Trein
- h. Bus (De Lijn/MIVB/TEC)
- i. Tram/metro
- j. Taxi
- k. Niet van toepassing

18. Hoe vaak maakt u een woon/werkverplaatsing?

- a. Meerdere keren per dag
- b. Dagelijks
- c. Meerdere keren per week
- d. Wekelijks
- e. Minder dan wekelijks

19. Hoe vaak maakt u een verplaatsing met ontspanning, winkelen of recreatie als doel?
- a. Meerdere keren per dag
  - b. Dagelijks
  - c. Meerdere keren per week
  - d. Wekelijks
  - e. Minder dan wekelijks
20. Welk vervoersmiddel gebruikt u voornamelijk om niet werk of schoolgerelateerde verplaatsingen te doen? (Bijvoorbeeld: bakker, dokter, fitness, ...)
- a. Te voet
  - b. Fiets
  - c. Bromfiets
  - d. Auto (als bestuurder)
  - e. Auto (als passagier)
  - f. Motor
  - g. Trein
  - h. Bus (De Lijn/MIVB/TEC)
  - i. Tram/metro
  - j. Taxi
  - k. Autocar

### **9.3.2 Deel 2: Opinies en ervaringen rond elektrische voertuigen**

Voor u verder gaat kan het handig zijn om eerst enkele eigenschappen van elektrische voertuigen op te lijsten. Een elektrisch voertuig kan met een volle batterij gemiddeld 150km ver rijden. Het laden van de batterij duurt tussen de 6 en 8 uur, maar kan via een gewoon stopcontact gebeuren. De prijs van een elektrische wagen ligt verder hoger dan die van een voertuig op benzine of diesel. Daar staat tegenover dat er allerhande premies en fiscale maatregelen beschikbaar zijn en dat u nooit meer benzine of diesel moet tanken. Ook in onderhoud is een elektrische wagen goedkoper. Verder stoot een elektrisch voertuig helemaal geen schadelijke stoffen uit en produceert een elektrisch voertuig amper geluid. De verbruikskosten liggen bij een elektrisch voertuig op €2/100km als u op nachtarief herlaadt en op ongeveer €9/100km als u benzine of diesel tankt.

21. Hebt u al rijervaring met een elektrisch auto? (Een motorvoertuig, uitsluitend aangedreven door een elektromotor waarvan de tractie-energie wordt geleverd door een in het motorvoertuig geïnstalleerde batterij)
- Ja
  - Nee
22. Hebt u al rijervaring met hybride auto's? (Een motorvoertuig met ten minste twee verschillende motoren. Eentje op elektriciteit en eentje op benzine of diesel. Een gekend voorbeeld is de Toyota Prius.)
- Ja
  - Nee
23. Hebt u ervaring met andere soorten elektrische voertuigen (bijvoorbeeld een elektrische fiets, ...)
- Ja
  - Nee
24. In het nu volgende onderdeel wordt gevraagd om een aantal stellingen te evalueren. Het is de bedoeling dat u elke stelling één oordeel geeft. Opgelet u kunt per vraag elke categorie slechts éénmaal aanduiden. Sorteert en waardeer! Ik vind het belangrijk dat...
- Een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel
  - Ik met een elektrisch voertuig vlot overal naar toe kan rijden
  - Een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen
  - Het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen
  - Mijn volgende wagen een elektrische aangedreven voertuig zal zijn
  - Stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen

25. Sorteert en waardeert! Ik vind het belangrijk dat...

- a. Het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
- b. Een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel
- c. Er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen
- d. Mijn tweede auto een elektrisch voertuig is
- e. Een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel
- f. Het rijden met een elektrisch aangedreven voertuig veel minder onderhoud zal vergen

26. Sorteert en waardeert! Ik vind het belangrijk dat...

- a. Er aparte of andere verzekeringen komen voor elektrische voertuigen
- b. Mijn tweede auto een elektrisch voertuig is
- c. Er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen
- d. Een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel
- e. Het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
- f. Een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel

27. Sorteert en waardeert! Ik vind het belangrijk dat...

- a. De overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert
- b. Ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig
- c. Hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen
- d. Het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
- e. Een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel
- f. Dat een elektrisch voertuig comfortabeler rijdt dan een voertuig op benzine/diesel

28. Evalueer volgende stellingen. Ik vind het belangrijk dat...

- a. Een elektrisch aangedreven voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig op benzine/diesel
- b. Het opwekken van de extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine/diesel
- c. Stille elektrische voertuigen beschikken over een extra signaal om voetgangers en fietsers te waarschuwen
- d. Mijn tweede auto een elektrisch voertuig is
- e. De overheid de aankoop van elektrische voertuigen extra stimuleert

29. Evalueer volgende stellingen. Ik vind het belangrijk dat...

- a. Een elektrisch voertuig voor mij een perfect alternatief voor een wagen op benzine/diesel kan zijn
- b. Er bij het behalen van een rijbewijs er extra aandacht besteed wordt aan elektrische voertuigen
- c. Een elektrisch voertuig evenveel kost bij aankoop als een voertuig op benzine/diesel
- d. Een elektrisch aangedreven voertuig minder onderhoud nodig heeft dan een voertuig op benzine/diesel
- e. Ik mijn gedrag niet moet aanpassen aan de eisen van een elektrisch voertuig

30. Evalueer volgende stellingen. Ik vind het belangrijk dat...

- a. De technologie van elektrisch aangedreven voertuigen helemaal op punt staat, ook al wil dit zeggen dat ik nog enkele jaren ga wachten met de aanschaf ervan
- b. Hulpdiensten een extra opleiding moeten volgen voor het werken met elektrische voertuigen
- c. Er voldoende oplaadpunten voor elektrisch aangedreven voertuigen zijn
- d. Elektrische voertuigen vooral in stedelijke omgevingen gepromoot worden

31. Evalueer volgende stellingen. Ik vind het belangrijk dat...

- a. Het opladen van de batterij te combineren valt met mijn dagelijkse verplaatsingen en activiteiten
- b. Een elektrisch aangedreven voertuig even betrouwbaar is als een voertuig op benzine/diesel
- c. Een elektrisch aangedreven voertuig een grote afstand kan afleggen
- d. De elektrische auto aan strengere veiligheidseisen moeten voldoen dan een voertuig op benzine/diesel

32. Welke mening sluit het beste aan bij die van u?

- a. De financiële kant van de zaak vind ik minder van belang. Ik vind het wel heel belangrijk dat een elektrisch voertuig beter is voor het milieu dan een voertuig dat rijdt op benzine/diesel. Ook is het voor mij van groot belang dat het opwekken van extra benodigde stroom uiteindelijk niet even belastend is voor het milieu als het rijden met voertuigen op benzine en diesel. Ik vind het ook belangrijk dat de elektrische voertuigen geen luchtvervuiling veroorzaken en dat er voldoende laadpalen op veel plaatsen beschikbaar moeten zijn. Ik heb verder graag dat de situatie niet verandert of amper wijzigt ten opzichte van de huidige situatie. Zo wil ik geen wijzigingen in de verzekeringscontracten maar had ik wel graag subsidies ontvangen. Als laatste lijkt het mij ook noodzakelijk dat de elektrische voertuigen over een soort van waarschuwingssignaal beschikken voor fietsers en voetgangers.
- b. Ik maak mij toch wat bezorgd over de eventuele beperkingen die een elektrisch voertuig heeft. Zo vind ik dat een elektrisch voertuig liefst even betrouwbaar en vooral bruikbaar is als een voertuig op benzine of diesel. Hieruit volgt natuurlijk ook dat de levensduur en sterkte van de batterijen voldoende moet zijn. Toch vind ik niet dat de overheid een groter gebruik van de elektrische wagen moet stimuleren en ben ik ook niet van plan om als tweede voertuig een elektrische wagen te kopen. Bij het behalen van een rijbewijs vind ik het ook niet belangrijk dat er extra aandacht aan het elektrisch voertuig zal worden besteed. Moest ik toch ooit overgaan tot de aanschaf van een elektrische wagen, dan mag deze zeker niet meer kosten dan de huidige wagens.

- c. Ik zie zeker dat er enkele voordelen zijn aan het gebruik van elektrische voertuigen. Toch maak ik mij zorgen over de praktische bruikbaarheid ervan en de problematiek van het herladen. Zo vind ik het zeer belangrijk dat er voldoende oplaadpunten zijn en dat het herladen goed te combineren valt met mijn dagelijkse planning. Dit herladen gebeurt bij voorkeur langs het reguliere stroomnet. Ik geloof verder dat het elektrisch voertuig ooit een perfect alternatief kan zijn, maar wacht liever met een aankoop tot de technologie nog wat verder geëvolueerd is. Eenmaal overtuigd ben ik wel bereid om enkele beperkingen te slikken. Ik stel geen hogere eisen aan elektrische voertuigen dan aan de huidige wagens. Dingen zoals onderhoud, veiligheid en comfort zijn voldoende als ze op hetzelfde niveau liggen als gebruikelijk.
- d. Ik zie de aankoop van een elektrisch voertuig meteen zitten indien dit voordelen oplevert. Indien dit het geval is maken kleine randaspecten niet zoveel uit. Ik vind het bijvoorbeeld zeer belangrijk dat mijn voertuig betrouwbaar is en dat mijn elektrisch voertuig een perfect alternatief vormt. Toch ben ik wel bereid mijn gedrag aan te passen. Ook de werking van het elektrisch voertuig mag gerust wat afwijken. In het voordeel van een elektrisch voertuig spreekt het feit dat er minder onderhoud nodig is. De komende jaren is het volgens mij noodzakelijk dat er een omschakeling komt naar een groter gebruik van elektrische voertuigen. Strengere veiligheidseisen zijn volgens mij verder niet noodzakelijk.
- e. Ik overweeg nu al sterk de aankoop van een elektrisch wagen en wil mijzelf gerust omschrijven als een "early adopter". Ik vind het belangrijk dat mijn volgende wagen een elektrische motor heeft of dat ik op zijn minst mijn tweede voertuig vervang door een elektrische wagen. Verder hoop ik wel op een groot gebruiksgemak en hoop ik dat de veiligheid voor zowel mijzelf als mijn omgeving gewaarborgd is. Ik heb er geen probleem mee dat er nog enkele beperkingen aan een elektrisch voertuig verbonden zijn. Ik ben bereid mij aan te passen aan deze beperkingen zoals de langere laadtijden en het gebrek aan laadpalen.

- f. Ik ben overtuigd van het nut van elektrische voertuigen, maar niet voor altijd en iedereen. Ik geloof niet dat de huidige negatieve aspecten snel opgelost kunnen worden, maar denk wel dat deze wagens van een groot nut kunnen zijn in stedelijke omgevingen. Toch overweeg ik ook om de elektrische wagen ooit te gebruiken als tweede voertuig. Aangezien deze ideaal geschikt is voor de kortere en kleine verplaatsingen. Om de veiligheid te garanderen denk ik dat extra opleidingen geen slecht idee zijn en dat ook de veiligheid van het voertuig in orde is. Ik sta zelf wel niet te springen om morgen al meteen zo een voertuig aan te schaffen, maar durf het de komende jaren overwegen.

33. Beoordeel onderstaande stellingen

- a. Ik denk er over na om een elektrisch voertuig te kopen
- b. Ik ga proberen in de nabije toekomst een elektrisch voertuig aan te kopen
- c. Ik ben van plan om een elektrisch voertuig aan te kopen
- d. Als ik de keuze had tussen een elektrisch voertuig en een gewoon voertuig (bijvoorbeeld op het werk) dan koos ik voor het elektrische voertuig
- e. De mensen in mijn omgeving vinden dat ik een elektrisch voertuig zou moeten kopen

34. Beoordeel onderstaande stellingen

- a. Het wordt van mij verwacht dat ik binnenkort een elektrisch voertuig zal kopen
- b. Als ik zou willen, dan zou ik een elektrisch voertuig kunnen kopen
- c. Als ik zou willen, dan zou ik met een elektrisch voertuig kunnen rijden
- d. Als ik een elektrisch voertuig koop dan zal dit bijdragen tot een beter milieu
- e. Factoren zoals werk of financiën maken het mij onmogelijk om een elektrisch voertuig aan te kopen

35. Als ik de keuze had tussen een elektrisch voertuig en een gewoon voertuig dan koos ik voor het elektrisch voertuig?

- a. Ja
- b. Nee



36. Wat houdt u het meeste tegen voor de aankoop van een elektrisch voertuig?

- a. Prijs
- b. Beperkte rijafstand
- c. Herladen van de batterijen
- d. Onbetrouwbaarheid
- e. Onveiligheid

37. Waarom zou u wel een elektrisch voertuig kopen?

- a. Milieuvriendelijkheid
- b. Comfort
- c. Veiligheid
- d. Betrouwbaarheid
- e. Dure benzine- en dieselprijzen

## **Auteursrechtelijke overeenkomst**

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

### **Inschatting van het potentieel gebruik van elektrische voertuigen**

Richting: **master in de verkeerskunde-mobiliteitsmanagement**

Jaar: **2012**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**Vyncke, Tobias**

Datum: **24/08/2012**