

Elektrisch autorijden in Nederland in een stroomversnelling?



Masterscriptie Economische Geografie, Rijksuniversiteit Groningen

C. Bolle
S2435896

Begeleider
Dr. S. Koster

Januari 2018

Colofon

Deze scriptie is geschreven in het kader van de master Economische Geografie aan de Rijksuniversiteit Groningen (RuG)

Titel:

Elektrisch autorijden in Nederland in een stroomversnelling?

Student:

Coen Bolle

S2435896

Begeleider RuG:

Dr. S. Koster

Plaats en datum:

Woerden, januari 2018

Foto omslag:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015

Voorwoord

Beste lezer,

U staat op het punt om deze masterscriptie te gaan lezen die ik in het kader van de opleiding Economische Geografie aan de Rijksuniversiteit Groningen heb geschreven. Het markeert het eindpunt van deze studie. Ik heb in deze scriptie geprobeerd om mijn interesse in auto's, innovatie en ruimtelijk economische ontwikkelingen te combineren samen met de opgedane kennis van mijn bachelor in Utrecht en de master in Groningen. Het doen van onderzoek heb ik als een zeer leerzaam proces ervaren en het is voor mij een waardevolle afsluiting van de studie die aan de basis staat van mijn werkzame leven.

Ik wil de heer Meester en Koster bedanken voor de gesprekken, feedback en sturing gedurende het proces. Dit onderzoek zou niet tot stand zijn gekomen zonder de medewerking van de respondenten, hartelijk dank voor jullie tijd en bijdrage. Naast de procesmatige bijval van verschillende mensen hebben mijn familie en vrienden mij moreel gesteund. Danique, bedankt voor je geduld en kritische blik.

Ik wens u veel leesplezier.

Coen Bolle

Woerden, januari 2018



's Werelds eerste elektrisch aangedreven voertuig is uitgevonden door de Groningse hoogleraar Sibrandus Stratingh in 1834 en is te bewonderen in het Universiteitsmuseum aldaar (Reformatorisch Dagblad, 2009).

Bron: Reformatorisch Dagblad, 2009

Inhoudsopgave

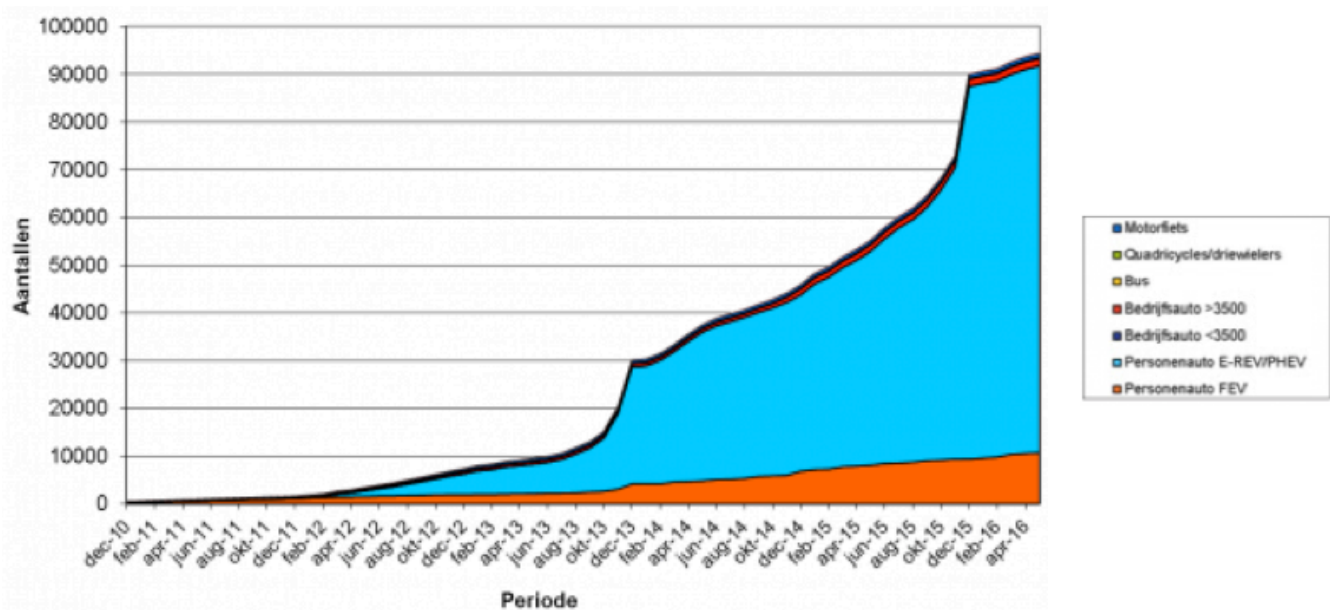
Colofon	2
Voorwoord	3
1. Inleiding en vraagstelling	5
1.1. Achtergrond	5
1.2. Onderzoeksvragen	8
1.3. Doelstelling en relevantie	9
1.4. Aanpak	10
2. Literatuurstudie en conceptueel model	11
2.1. Voorgaand onderzoek	11
2.2. De ontwikkeling van de auto in Nederland	20
2.3. Gebruikers van de elektrische auto	21
2.4. Dimensies van innovatie	25
2.5. Concurrerende innovaties	27
2.6. Conceptueel model	28
3. Methoden	31
3.1. Afbakening van het onderwerp	31
3.2. Kwalitatief onderzoek	31
3.3. Respondenten	32
3.4. Dataverzameling	33
3.5. Data analyse	33
3.6. Betrouwbaarheid en validiteit	34
3.7. Operationalisatie begrippen	35
4. Resultaten kwalitatief onderzoek	40
4.1. Invloed van de overheid op innovaties	40
4.2. Samenwerking om innovatie mogelijk te maken	41
4.3. Geografische verspreiding	43
4.4. innovatie	47
5. Conclusie	53
Literatuurlijst	57
Bijlage 1 Respondenten	63
Bijlage 2 Topiclijst	64

1. Inleiding en vraagstelling

1.1. Achtergrond

In het Nederlandse straatbeeld zijn steeds meer elektrische auto's te zien. Uit de gegevens van de Rijksdienst van Ondernemend Nederland (2016) blijkt dat het aantal auto's dat elektrisch wordt aangedreven in Nederland sterk groeit (figuur 1). Op 1 januari 2013 stonden er in Nederland 6.258 auto's met een stekker geregistreerd. Ruim dertig procent hiervan was een volledig elektrische auto. In januari 2016 was het aantal elektrische auto's gestegen naar 87.531. Dat is een toename van 1.300 procent in drie jaar tijd. De jaarlijkse procentuele stijgingen zijn groot, maar de absolute getallen zijn ten opzichte van het geheel klein. Van het totale Nederlandse wagenpark, dat uit ongeveer acht miljoen voertuigen bestaat, is ruim één procent elektrisch aangedreven (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016).

Figuur 1. Groei aantal elektrische auto's in Nederland in 2011-2016



Bron: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016

Aan de hand van de stijgende lijn van de ontwikkeling van het aantal elektrische auto's in de afgelopen jaren valt te verwachten dat het aandeel elektrische voertuigen in de toekomst zal toenemen (tabel 1). Zo heeft de Rijksoverheid het doel gesteld om in het jaar 2020 200.000 elektrische auto's te hebben rijden in Nederland en dat aantal zou in 2025 moeten zijn opgelopen tot een miljoen voertuigen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2011).

Tabel 1. Aantal elektrische auto's in Nederland in 2012 - 2016

Aantal op 1 januari	2012	2013	2014	2015	2016
Volledig elektrische auto's	1.124	1.910	4.161	6.825	9.368
Semi-elektrische auto's	17	4.348	24.512	36.937	78.163
Totaal	1.141	6.258	28.673	43.762	87.531
Stijging t.o.v. voorgaande jaar	-	448,5%	358,2%	52,6%	100,0%

Het aandeel volledig elektrische auto's van het totale aantal elektrische voertuigen is gedaald van 98,5 procent in 2012 naar 10,7 procent in 2016. Het aantal semi-elektrische auto's is dus, zowel in absolute als in relatieve zin, sterker gestegen dan het aantal volledig elektrische personenauto's. Er zijn een aantal mogelijke redenen van deze verschuiving. Te denken valt aan het relatief hoge prijsniveau, een kleine actieradius, de beperkte mogelijkheden om te laden en de onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen zoals de restwaarde en de mogelijkheden voor hergebruik van onderdelen. Deze thema's zullen verderop in dit onderzoek aan bod komen. In het kort kan worden gesteld dat de prijs-kwaliteitverhouding van de volledig elektrische auto ten opzichte van concurrerende aandrijflijnen minder gunstig was. Dat het aandeel elektrische auto's in 2012 groot was, had te maken met het gebrek aan aanbod van semi-elektrische auto's. Deze kwamen in 2012 op de Nederlandse automarkt beschikbaar.

Bij de aanduiding van e-auto's wordt onderscheid gemaakt tussen volledig elektrische en semi-elektrische auto's. De eerste categorie wordt ook wel aangeduid met *Full Electric Vehicle* (FEV) of *Battery Electric Vehicle* (BEV). Een dergelijk type auto heeft een elektromotor en een accupakket dat door middel van een stekker wordt opgeladen. Bij een semi-elektrisch auto kan een verdeling worden gemaakt naar een *Extended-Range Electric Vehicle* (E-REV) en een *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV). Zowel de E-REV en PHEV zijn naast een elektromotor ook uitgerust met een verbrandingsmotor. De twee typen semi-elektrische auto's verschillen van elkaar als het gaat om de wijze van aandrijving. Bij een E-REV geschiedt de aandrijving altijd door middel van elektromotoren. De accu's die hier de stroom voor leveren kunnen naast de stekker ook worden opgeladen door middel van de verbrandingsmotor. Hierdoor is de automobilist niet alleen afhankelijk van het laden met de stekker zoals bij een FEV. Een *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* is qua opzet vergelijkbaar met de E-REV, alleen is het bij dit type semi-elektrische auto ook mogelijk dat de verbrandingsmotor de wielen aandrijft. Het voortbewegen van een PHEV kan daardoor afwisselend enkel

elektrisch gebeuren, enkel op de brandstofmotor of middels een combinatie van beide (Graham-Rowe et al., 2012, p. 141). De semi-elektrische auto kan als transitie-model worden beschouwd tussen enerzijds de conventionele brandstofaandrijving en anderzijds het volledig elektrische voertuig.

De stijgende groei van het aantal elektrische auto's wordt gevoed door maatschappelijke ontwikkelingen. Een actueel maatschappelijk vraagstuk is het veranderende klimaat op aarde. Het nadeel van het gebruik van fossiele brandstoffen is namelijk dat er bij verbranding stoffen vrijkomen zoals koolstofdioxide (CO₂), ultra-, fijnstof en roet. Deze gassen zijn niet alleen schadelijk voor de gezondheid, maar zorgen ook voor een versterkt broeikaseffect. Koolstofdioxide speelt in het bijzonder een rol bij de opwarming van de aarde. In 2014 bedroeg de gemiddelde CO₂ uitstoot van de nieuwverkopen in Nederland en in de Europese Unie respectievelijk 107 en 123 gram per kilometer. Nederland was daarmee koploper met relatief het schoonste nieuwe wagenpark in Europa (Compendium voor de Leefomgeving, 2016). Vanaf 2021 mogen nieuwe personenauto's gemiddeld over alle verkopen van het merk niet meer dan 95 gram koolstofdioxide per kilometer uitstoten van de Europese Unie (Geilenkirchen et al., 2014, p. 12). In het kader van het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen is er in december 2015 een klimaatconferentie in Parijs gehouden waar een akkoord is gesloten over te treffen maatregelen waardoor de temperatuurstijging op aarde onder de twee graden Celsius gehouden tracht te worden in 2100. In het akkoord is opgenomen dat er zo snel mogelijk een einde dient te komen aan het gebruik van fossiele brandstoffen vanwege de hiermee gepaarde uitstoot van schadelijke stoffen. Bij ontwikkelende landen zal dit proces langer duren dan bij ontwikkelde landen zoals Nederland (United Nations, 2015, p. 21). De gevolgen ten aanzien van luchtvervuiling zijn echter voornamelijk in stedelijke gebieden zoals in Nederland een aspect dat de gezondheid van mens en milieu aantast. Elektrisch autorijden kan een middel zijn om de uitstoot van CO₂ te verminderen, omdat bij elektrisch rijden geen lokale uitstoot plaatsvindt. De stoffen die vrijkomen zijn afkomstig van de banden en eventueel door de opwekking van grijze stroom. Wanneer de stroom echter wordt geleverd door hernieuwbare energiebronnen is elektrisch rijden emissievrij. De transitie van motorbrandstoffen zoals aardolie en aardgas, naar een duurzamere vorm zoals groene elektriciteit zal gevolgen hebben voor de omgeving. Het is voor de samenleving van belang dat er meer bekend wordt over deze energietransitie en de rol die de elektrische auto hierin kan spelen. Dat is op mondiaal niveau van belang met betrekking tot het versterkte broeikaseffect.

Een andere kwestie waardoor de belangstelling voor elektrisch rijden groeit, is de afhankelijkheid van olieproducerende landen voor fossiele brandstoffen. Dit maakt dat men voor de aandrijving van onder andere auto's gebonden is aan landen in bijvoorbeeld het Midden-Oosten. Vanuit geopolitiek oogpunt is het onwenselijk om afhankelijk te zijn van landen in een onstabiele regio.

Bij het proces van vernieuwingen van elektrische auto's zijn er versnellers en remmers te identificeren. Stimulerende factoren zijn onder andere subsidiebeleid van overheden en technische aanpassingen of innovaties. De noodzaak om innovatief te zijn is in een opkomende sector sterk aanwezig. *Collective entrepreneurship* is in dat perspectief erg belangrijk voor succes en overleving van de organisatie (Schoonhoven & Romanelli, 2001). In het begin is het collectieve doel om de strijd met de gevestigde orde aan te gaan groter dan het individuele belang van een organisatie. Totdat de sector tot wasdom is gekomen, vergroot samenwerking met goede toekomstige concurrenten de overlevingskans. Tegenover een dergelijke aanjager voor innovatie staan ontwikkelingen zoals zuiniger wordende brandstofmotoren en een niet dekkend laadnetwerk die wijdere verbreiding van de e-auto belemmeren. Voor het zover is dat elektrisch autovervoer een substantieel deel uitmaakt van de gereden kilometers zullen er ruimtelijke aanpassingen plaats moeten vinden. Eén van die benodigde veranderingen is momenteel zichtbaar in het straatbeeld; het laadpunt. Om tot een groter aandeel elektrische auto's te komen is er sprake van een kip-ei dilemma. De kwestie is aan welke voorwaarden eerst voldaan dienen te worden. Is dat aan de vraagzijde van consumenten of de aanbodzijde van laadinfrastructuur? Het spanningsveld van stimulerende en remmende factoren in de verbetering van elektrische auto's is een ruimtelijk-economische vraagstuk waar deze scriptie inzicht in tracht te geven.

1.2. Onderzoeksvragen

Op basis van de beschreven aanleiding kan worden geconstateerd dat het van belang is dat de elektrische auto zich verder ontwikkelt. Over de ontwikkeling van producten en processen zijn generieke innovatietheorieën bekend, maar zijn deze ook toepasbaar op de vooruitgang en het gebruik van de elektrische personenauto? Dat wordt in deze scriptie nader uitgewerkt. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de technische innovatie van de auto, maar ook naar welke belemmerende en versnellende elementen van invloed zijn op het gebruik en de verbetering van de elektrische auto. Aan de hand van deze invalshoek is de volgende hoofdvraag opgesteld die in het vervolg van deze studie verder wordt uitgewerkt.

Op welke manier worden innovaties op het gebied van elektrisch autorijden in Nederland gestimuleerd of geremd?

In deze studie staan drie factoren centraal die van invloed zijn op innovatie op het vlak van elektrisch rijden, namelijk overheden, de markt en gebruikers. De onderzoeksvraag valt daarom uiteen in de volgende drie deelvragen.

1. Wat is de invloed van overheden op de stimulering van de elektrische auto?
2. Wat is het effect van branchesamenwerking op innovaties binnen elektrische auto's?
3. Welke invloed heeft de vraag van gebruikers op elektrisch autorijden?

De wet- en regelgeving leidt ertoe dat de automarkt zich moet aanpassen. Dit zorgt voor technologische uitdagingen en nieuwe marktcombinaties. Een technische uitdaging is het verhogen van de energiedichtheid van batterijen tegen een gunstige prijs voor consumenten. Dat zou de reikwijdte van e-auto bevorderen, waardoor deze een aantrekkelijker alternatief wordt voor een conventionele auto. Naast innovaties zorgt de elektrische auto er voor dat er nieuwe ontwikkelingen in de autobranche ontstaan. De toetreding van de Amerikaanse fabrikant Tesla tot de automarkt is daar een voorbeeld van.

Naast dat overheden restricties opleggen aan autoleveranciers, zijn er vanuit het oogpunt van de consument redenen om elektrisch te gaan rijden. De populariteit van de elektrische auto is in Nederland relatief groot in vergelijking met andere landen (Weeda et al., 2012, p. 5). De vraag naar auto's met elektrische aandrijving wordt onder andere gevoed door het prijsniveau van fossiele brandstoffen, het milieuvriendelijke imago en een overheidsbeleid dat elektrisch rijden fiscaal aantrekkelijk maakt. Wanneer brandstofprijzen stijgen, is het rendabeler om elektrisch te rijden. Een voorbeeld van het effect van overheidsstimulering in Nederland is het succes van hybride auto's met een stekeraansluiting. Door fiscale voordelen van de Nederlandse overheid, werden bijvoorbeeld alle plug-in hybrides van Mitsubishi die in 2013 voor Europa waren bestemd in Nederland verkocht. Vanaf 1 januari 2014 werden de belastingregels aangepast, waardoor het bijtellingstarief van dergelijke auto's werd verhoogd. Deze en soortgelijke stimuleringsmaatregelen hebben de Rijksoverheid tussen 2007 en 2014 naar schatting € 5,2 miljard gekost (Algemene Rekenkamer, 2014).

1.3. Doelstelling en relevantie

Er is al veel onderzoek gedaan naar innovatie in het algemeen (Schumpeter, 1934; Nelson & Winter, 1982; Porter, 1990). Specifiek voor elektrische auto's is er voornamelijk onderzocht wat technische verbeteringen zijn. Vanuit ruimtelijk wetenschappelijk perspectief is de bijdrage aan de literatuur nog beperkt. Een onderzoek waarin wordt gekeken naar innovatie op het gebied van elektrisch rijden en de ruimtelijke effecten die elektrisch rijden met zich meebrengt, is nieuw. Deze exploratieve studie heeft ten doel om kennis te vergaren en nieuwe inzichten te geven over het elektrisch autorijden en de ontwikkeling hiervan. Deze studie is daarom aan te merken als fundamenteel wetenschappelijk onderzoek. Dit wil echter niet zeggen dat deze scriptie alleen bedoeld is voor wetenschappers die zich bezighouden met innovaties en transitietheorieën. De resultaten kunnen ook van belang zijn voor overheden, autofabrikanten, laadpuntexploitanten en consumenten. De moderne economische geografie bestudeert de samenhang tussen technologie, organisatie en territorium (Atzema et al., 2009, p. 150). Er zijn recente maatschappelijke ontwikkelingen waardoor de vraag naar elektrisch vervoer steeds groter wordt, en hiermee ook de vraag naar meer kennis over elektrisch rijden.

1.4. Aanpak

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen is een kwalitatieve studie uitgevoerd. Aan de hand van literatuuronderzoek is een vertaling gemaakt naar het veld van onderzoek dat resulteerde in vooronderstellingen. Middels het afnemen van interviews zijn deze aannames getoetst in de praktijk voor zover deze niet beantwoord zijn door wetenschappelijke publicaties. Hoofdstuk 2 is de literatuurstudie uiteengezet waarin dieper wordt ingegaan op innovaties in de autobranche en elektrisch rijden. Aan de hand van deze literatuur is het conceptueel model opgesteld. Hierbij worden de assumpties die bij de theorie horen nader uitgewerkt. In het derde hoofdstuk wordt uitgebreid beschreven welke onderzoeksmethoden zijn gebruikt voor deze studie. Vervolgens worden de resultaten van de interviews weergegeven en in hoofdstuk 5 volgt de conclusie met de beantwoording van de onderzoeksvragen. Deze thesis sluit af met een discussie en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

2. Literatuurstudie en conceptueel model

2.1. Voorgaand onderzoek

Binnen de autobranche is elektrisch rijden een voorbeeld van innovatie, de invoering van een vernieuwing. Als voorbereiding op deze studie, is onderzocht welke kennis al beschikbaar is. Hierbij is gekeken naar algemene theorieën op het gebied van innovatie van onder andere Schumpeter (1934), Vernon (1966), Boschma et al. (2002), Hekkert en Ossebaard (2010) en Aneqawa (2010).

Klassieke innovatietheorieën

Schumpeter (1934) was één van de eersten die de invoering van nieuwe combinaties van productiefactoren een innovatie noemde. Schumpeter was tevens de eerste die innovatie als een endogeen proces typeerde, wat inhoudt dat hij innovatie koppelde aan de ondernemer die bij innovatie een centrale rol speelt (Van Praag, 1999, p. 319; Atzema et al., 2009, pp. 143-147; Stam et al., 2012, p. 23). De creatie van nieuwe combinaties wordt door Schumpeter (1934) beschreven als de belangrijkste endogene oorzaak van verandering en ontwikkeling in het economische systeem. Door de verandering ontstaat een nieuw evenwicht. Daarmee wordt geïmpliceerd dat het economische systeem zich in een voortdurend disequilibrium bevindt en dat innovatie hier wijzigingen in teweegbrengt. In de meeste gevallen worden de nieuwe combinaties of innovaties niet door de oude producenten of ondernemers uitgevoerd. In veel gevallen starten nieuwe bedrijven met productie, naast al bestaande bedrijven. Uiteindelijk zullen oude ondernemingen die zich niet meer kunnen aanpassen aan de nieuwe situatie met hun zaken stoppen (Van Praag, 1999, p. 320). Deze vorm van vernieuwing waarbij oude spelers verdwijnen, wordt *creative destruction* genoemd (Schumpeter, 1942).

Lundvall (1988) ziet, in tegenstelling tot Schumpeter, innovaties niet als een zaak van alleen de ondernemer, maar als een collectief leerproces. Innovaties zijn dan het resultaat van *learning-by-doing* en *learning-by-using*. Leren door te doen slaat op het proces waarbij producenten van elkaar leren hoe de technologie verbeterd kan worden. Voor gebruikers geldt dat ze beter leren om te gaan met een nieuwe techniek wat neerkomt op *learning-by-using*. Gebruikers kunnen zowel consumenten als experts zijn. Wanneer meer mensen dezelfde technologie gebruiken, zullen de leereffecten groter zijn door *spillovers* als gevolg van meeropbrengsten (Boschma et al., 2002, p. 67).

Volgens Pleijster et al. (2010, p. 14) draait het bij innovatie om alle mogelijke vormen van vernieuwing door het bedrijfsleven die uiteindelijk worden opgenomen door de markt. In de kern verwijst het begrip innovatie naar de totstandkoming van nieuwe producten, processen of toepassingen. Volgens Atzema et al. (2009, pp. 143-144) kan innovatie worden onderscheiden in de volgende vijf categorieën:

- Procesinnovatie Vernieuwingen in het productieproces
- Productinnovatie Introductie van nieuwe producten
- Organisatie-innovatie Nieuwe structuren in de organisatie
- Marktinnovatie Nieuwe doelgroepen aanboren
- Grondstofinnovatie Ontwikkeling van nieuwe inputgoederen

Evolutionaire economische geografie

In de jaren '80 van de vorige eeuw ontstond er een nieuwe stroming binnen de economie, waarbij evolutionaire processen werden toegepast om innovatie te verklaren. De evolutionaire economische geografie is hier een afgeleide van. Begrippen uit de evolutie zoals overerving, selectieomgeving en mutatie worden vertaald naar respectievelijk routines, concurrentie en innovatie (Boschma et al., 2002, p. 24). Deze drie begrippen worden hierna verder uitgewerkt.

Routines

Het biologische begrip overerving is in de evolutionaire economische geografie overgezet naar routines. Volgens Nelson en Winter (1982) gaan bedrijven innoveren wanneer de bestaande routines worden bedreigd. Dit kan veroorzaakt worden door verandering van de omgeving zoals toenemende concurrentie of wanneer consumentenvoorkeuren verschuiven. Veranderingen worden veroorzaakt doordat bedrijven zich proberen aan te passen via hun routines. Dit wordt *adaptive learning* genoemd. In dit licht bezien kan innovatie breed worden gedefinieerd als veranderingen in routines. Bedrijven die succesvol hun routines aanpassen profiteren van selectie-effecten, wat betekent dat hun marktaandeel wordt vergroot.

Routines zijn de stabiliserende factor in economische processen en vormen het geheugen van het bedrijf (Nelson & Winter, 1982). Het is te vergelijken met DNA dat wordt doorgegeven, zodat er een bepaalde mate van continuïteit ontstaat. Binnen een organisatie draait het om formele en informele procedures waarin routinematig wordt gehandeld. Een voorbeeld van dit automatisch handelen, is dat er binnen een bedrijf standaard een bepaald percentage van de winst wordt gereserveerd voor *Research and Development* (R&D). Verder beperken bedrijven zich tot de productie van goederen waar ze in het verleden ervaring mee hebben opgedaan en ze verdiepen zich nauwelijks in groeimogelijkheden in andere sectoren. Dit komt onder andere door de onomkeerbaarheid van grote investeringen of *sunk costs*. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de aanschaf van dure productiemachines of grootschalige infrastructuurgebonden

technologieën. Verandering van routines kan om financiële redenen gefrustreerd worden. Als dit het geval is, wordt er gesproken van hoge *switching costs* (Boschma et al., 2002, pp. 24-27).

Iedereen binnen een organisatie heeft er baat bij dat het bedrijf goed presteert. Routines leiden er toe dat problemen gezamenlijk opgelost worden. Veranderingen in de opgebouwde routines worden veroorzaakt via zoekprocedures die bedrijven actief toepassen door bijvoorbeeld te investeren in R&D, *adaptive learning*. Naast de zoekeffecten zijn er ook selectie-effecten. Hier worden aanpassingen mee bedoeld waarbij de winstgevende bedrijven expanderen en hun marktaandeel vergroten. Wanneer een verandering ver afstaat van de routines van de onderneming, vergt dit veel aanpassingsvermogen. Het is daarmee risicovoller dan stapsgewijze verbeteringen van bestaande producten wat incrementele innovaties zijn. Kleine opwaarderingen worden bij uitbreiding van het bedrijf eerder beloofd dan innovaties die niet dichtbij de *core business* van de onderneming liggen. Het mechanisme van routinematigheden is dat men de risico's zo klein mogelijk tracht te houden (Boschma et al., 2002, pp. 30-31). Veranderen van routines vergt grote investeringen en het effect van de verandering voor de onderneming is onzeker. Zo kunnen dus om economische redenen, maar ook vanwege sociale factoren, zoals handelen in eigenbelang of vasthouden aan oude gewoonten, veranderingen in de kiem gesmoord worden.

Concurrentie

Natuurlijke selectie uit de biologische evolutie, wordt in de economische evolutionaire geografie uitgedrukt in concurrentie. Onder dit begrip vallen markten, instituties en de ruimtelijke omgeving (Lambooy, 2002). Het concurrentieveld vormt de omgeving waarin de bedrijven zich bevinden. De selectie bestaat uit vier mechanismen. Dat is in de eerste plaats de consumentenmarkt die verschil maakt tussen winstgevende en verlieslijdende ondernemingen. Dit wordt veroorzaakt door de consument die gevoelig is voor de prijs-kwaliteit verhouding. Bedrijven die relatief veel winst maken, kunnen hun marktaandeel ten koste van anderen vergroten. Wanneer een onderneming failliet gaat, is dat te vergelijken met het sterven van een organisme. De volgende selectiefactor is de marktstructuur. Wanneer er sprake is van een oligopolie kunnen bijvoorbeeld hoge barrières opgeworpen worden waardoor toetreding van nieuwe partijen wordt verhinderd (Clark et al., 2003, p. 52). Door de toename van schaalvoordelen van de bestaande grote bedrijven neemt de efficiëntie toe. Dit heeft tot gevolg dat een onderneming eigenschappen opbouwt waardoor het zijn producten stapsgewijs kan verbeteren. Een derde selectiemiddel is de kapitaalmarkt. Financiële instellingen hebben namelijk beperkte middelen om te investeren. Rigoureuze plannen worden vanwege de hoge risico's niet snel goedgekeurd door de terughoudende financiële instellingen.

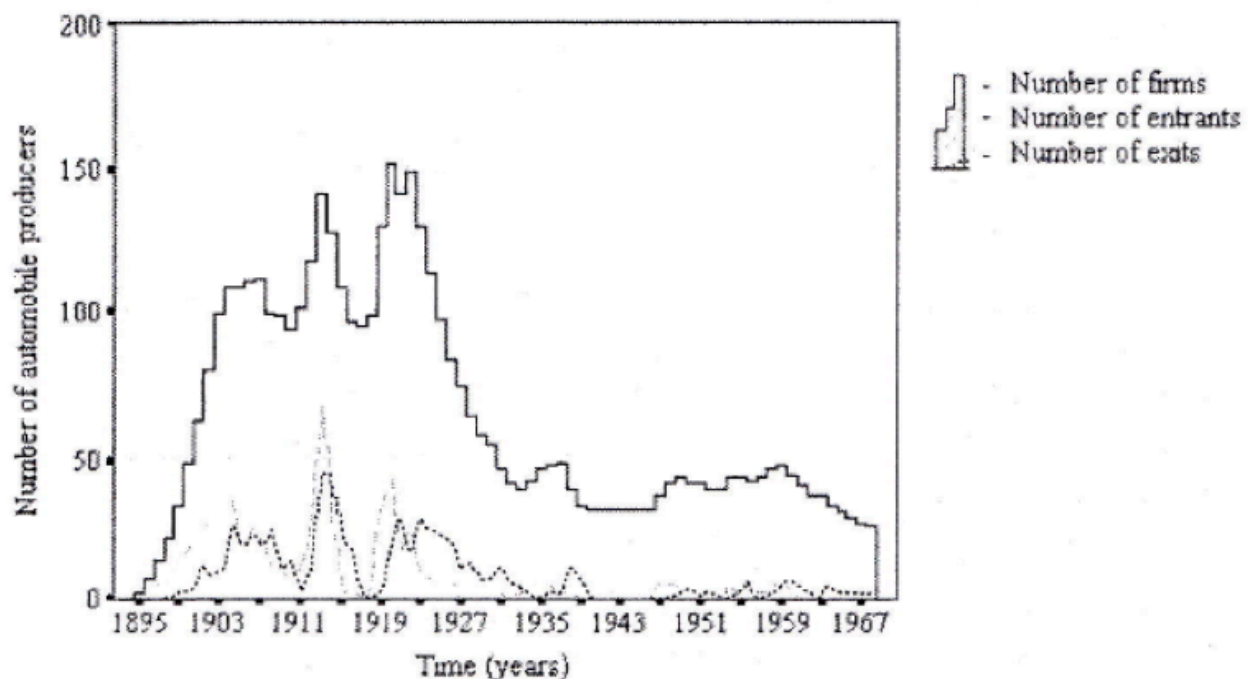
Het laatste selectiemechanisme van het concurrentieveld bestaat uit instituties. Een markt kan onder andere gecreëerd worden door subsidiëring. Op die manier trachten publieke instanties het economische handelen van actoren te beïnvloeden (Atzema et al., 2009, pp. 131-132). Verder kunnen instituties zoals de overheid van groot belang zijn voor het ontstaan van innovaties, omdat zij een stabiele omgeving kunnen creëren waarbinnen risicovolle ontwikkelingen kunnen plaatsvinden. Zij zorgen immers voor de wet- en

regelgeving waar de ondernemingen mee te maken hebben. Daarnaast kunnen reguleringen en subsidies bepaalde initiatieven belonen of bestraffen. Verder geldt dat overheden bezitter zijn van grond, gebouwen, goederen en infrastructuur. Hierdoor fungeert de overheid ook als consument en is er sprake van vraag naar diensten en producten. In sommige gevallen kan de overheid dienen als *launch customer*. Dit betekent dat de publieke sector een voorbeeld kan zijn voor de samenleving door bijvoorbeeld vooruitstrevende of duurzame diensten of goederen af te nemen. Een andere mogelijkheid voor stimulering is dat bedrijven financieel worden ondersteund om een bepaald innovatieplan te verwezenlijken (Boschma et al., 2002, pp. 28, 168).

De productlevenscyclus

De productlevenscyclus van Vernon (1966) heeft verschillende stadia. Dit zijn de fasen introductie, expansie, rijpheid en teruggang. Deze ontwikkeling die modelmatig een S-curve vormt, heeft steeds andere gevolgen voor bedrijven. Eerst zijn er pionierende ondernemers actief, vervolgens komen er meer toetreders totdat de aanbodmarkt verzadigd raakt. Dan vindt een *shake-out* plaats waardoor het aantal ondernemers afneemt (figuur 2). Dit wordt in verband gebracht met productinnovatie en toenemende schaalvergroting.

Figuur 2. Het aantal autofabrikanten, toetreders en verlaters in Groot-Brittannië in 1895-1968



Bron: Boschma & Wenting, 2007, p. 221 (bewerking van Culshaw & Horrobin (1974) en Georgana (1968))

In het beginstadium van de diffusie van een product zien bedrijven een groeimarkt, waardoor er veel toetreders zijn. Als de vraag stijgt, gaan toenemende meeropbrengsten een rol spelen die kunnen leiden tot *lock-in*. Als daar sprake van is, dan is de organisatie inflexibel geworden en is het zeer moeilijk om in te spelen op veranderingen. Nadat de groei van schaalvoordelen is afgevlakt gaan bedrijven concurreren op de kosten. Kleinere bedrijven kunnen die kostenreducties niet opbrengen en zijn daardoor gedwongen om de bedrijfstak te verlaten, de *shake-out* vindt plaats. Hierdoor neemt het aantal ondernemers af en zal er een oligopolie ontstaan (Boschma et al., 2002, p. 74). De productlevenscyclus met zijn verschillende stadia is duidelijk terug te zien in de autosector in Groot-Brittannië in de periode 1895 tot 1968.

Atzema et al. (2009, p. 182) maken op basis van Vernon (1966) onderscheid tussen structuurvolgende en structuurvormende bedrijven. Deze tweedeling is relevant omdat structuurvolgende bedrijven wel door overheidsinterventies zijn te beïnvloeden, maar structuurvormende bedrijven juist nauwelijks. Deze laatste bedrijven houden zich bezig met nieuwe producten en bevinden zich voor in de productlevenscyclus. Structuurvolgende bedrijven produceren goederen en diensten met een gestandaardiseerd karakter en kunnen dus meer achter in de cyclus geplaatst worden. Het structuurvormende bedrijf opereert in een steeds veranderende omgeving met onzekere markten. De noodzaak om innovatief te zijn is dan sterk aanwezig. *Collective entrepreneurship* is in dat perspectief erg belangrijk voor succes en overleving van de organisatie. Hierbij gaat de ondernemer pas individueel denken en handelen als de gevestigde orde is verslagen. Tot die tijd is samenwerking met goede toekomstige concurrenten verstandig (Schoonhoven & Romanelli, 2001).

Demand conditions zijn factoren die volgens Porter (1990) van belang zijn om te komen tot vernieuwingen. Veeleisende afnemers op de thuismarkt dwingen ondernemers om kwaliteitsproducten te leveren voor een relatief gunstige prijs. Op zijn minst zijn er hier aanrakingspunten met Vernon's interpretatie van de productlevenscyclus en met Schumpeter's concurrentiekapitalisme. Net als Vernon (1979) stelt Porter (1990) dat de weg van besparingen op factorkosten voor hoogontwikkelde economieën een doodlopende weg is. Dit betekent dat men niet louter op prijs kan concurreren. Een andere manier om zich te onderscheiden is dan onder andere innovatie. Schumpeter (1934) veronderstelt dat nood of uitdaging door economische depressie innovaties uitlokt. De economische laagconjunctuur kan op productniveau ook worden geïnterpreteerd als het punt waarop men niet meer kan besparen op factorkosten.

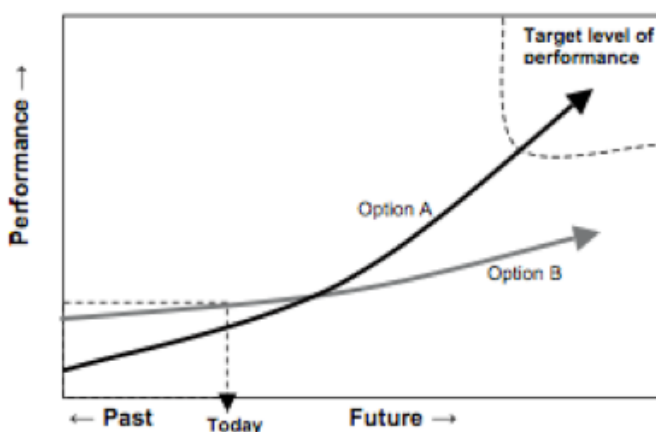
Ontwikkelingen van innovaties en gebruikers

Naast de genoemde stromingen vanuit de economische wetenschappen bestaat er ook een richting in de innovatietheorie die is gestoeld op de sociologie en geschiedenis van technologie. Een kernbegrip hierin is *social construction of technology* (SCOT). Technologie wordt dan niet als een objectief gegeven beschouwd, maar het wordt gezien als een beschrijving door de ogen van maatschappelijke groepen. De technologie kan verschillende kanten op ontwikkelen door een verscheidenheid aan maatschappelijke

interpretaties door verschillende groeperingen. Deze groepen kunnen worden ingedeeld aan de hand van een aantal criteria, zoals opleidingsniveau, beroep, sekse et cetera (Dijk, 2010, pp. 13-24). Voor de acceptatie van een innovatie is het van belang dat de benodigde verandering van het gedrag van de gebruiker nihil is en dat de vernieuwing past in zijn of haar denkframe.

Er zijn twee cruciale factoren die een innovatie succesvol kunnen maken. Dat zijn de omgeving waarin de technologie toegepast en ontwikkeld wordt en de eigenschappen van de innovatie zelf (Hekkert & Ossebaard, 2010). Bij innovatie is richting geven aan het zoekproces nodig, omdat het proces anders wordt bemoeilijkt. De verwachtingen en visies op de toekomst zijn hierbij bepalend. Het idee dat verwachtingen een sleutelrol spelen in de ontwikkeling van technologie heeft Van Lente (1993) vervat in de sociologie van verwachtingen. Verwachtingen zijn namelijk van groot belang voor technologische ontwikkeling, vanwege het sturende en stimulerende effect op actoren (Borup et al. 2006). Hierbij valt te denken aan de wet van Moore die in de jaren '60 van de vorige eeuw vaststelde dat het aantal componenten op een chip jaarlijks verdubbelt. Producenten gingen hier naar streven, waardoor er een *selffulfilling prophecy* ontstond (Boschma et al., 2002, p. 31). Verwachtingen worden in de context van innovatie door Borup et al. (2006) gedefinieerd als een beeld van toekomstige technologieën en mogelijkheden. De mogelijkheden hangen af van de combinatie van de verwachte vooruitgang, de toekomstige markt en de maatschappelijke situatie. De verschillende opties kunnen zich op een afwijkende manier ontwikkelen (figuur 3). Het behalen van het gewenste prestatieniveau wordt geïllustreerd met het voorbeeld van de jaarlijkse verdubbeling van de capaciteit van een chip.

Figuur 3. Mogelijke ontwikkelrichtingen van een technologie



Bron: Bakker, 2011, p. 114

Veelbelovende technologieën kunnen in het ontwikkelingsproces deel uit maken van een agenda. Daarbij helpt het om draagkracht te creëren in de vorm van investeringen. Technici en andere actoren kunnen met

voldoende financiële middelen doorgaan met het ontwikkelen van de technologie. Het is dan wel zaak om te voldoen aan de gestelde verwachtingen. Hier kan tijdens het proces uiteraard op worden ingespeeld (Bakker, 2011). De gebruikers kunnen worden ingedeeld in vijf groepen, waarbij elke groep mensen andere verwachtingen heeft van een nieuw product of nieuwe techniek. Zo wordt er onderscheid gemaakt in eerste gebruikers of *early adopters*, vroege gebruikers, vroege meerderheid, late meerderheid en laatste gebruikers (Rogers, 2002). In de beginfase schaffen nog weinig mensen het nieuwe product of de nieuwe dienst aan. Het kan zijn dat deze *early adopters* worden ingezet om het goed te helpen verbeteren. Als dat is gebeurd, dan gaat vervolgens een grotere groep tot aanschaf over en tenslotte treedt er verzadiging van de markt op. Dit proces van opgang en verzadiging is te vatten in een S-curve. Het is een bruikbaar model, omdat de verschillende categorieën van gebruikers andere verwachtingen hebben van het product waardoor ze verschillende aanschafredenen hebben.

Invloeden op innovaties

De leidende markt wordt gedefinieerd als het land dat als eerste een wereldwijde standaard van een innovatie invoert. De standaard wordt in dat geval in het betreffende land gezet. De markt vormt hierin een ruimtelijke component, omdat een geografisch gebied namelijk het eerst kan zijn met het aannemen van de innovatie. De geografische afbakening wordt mogelijk doordat beslissingsmakers op nationaal niveau de innovatie helpen te verspreiden. Innovaties kunnen verschillen per regio, omdat wet- en regelgeving aan grenzen gebonden is (Lambooy, 2007, p. 33). Het proces van diffusie kan zowel in de breedte als de diepte gaan. De breedte vertegenwoordigt de verspreiding naar andere landen en wordt eveneens gestuurd door overheden. De diepte wordt geassocieerd met een verbeteringsproces binnen het land dat samenhangt met het nationale consumentengedrag (Zubaryeva et al., 2012).

De mate waarin bedrijven innoveren hangt onder andere af van de bedrijfsgrootte en de branche waartoe het bedrijf behoort. De innovativiteit wordt bijvoorbeeld mede bepaald door de hevigheid aan concurrentie. Bij geringe competitie is de noodzaak voor verbetering minder aanwezig. De aard van innovaties hangt ook samen met de kapitaalintensiteit van een sector (De Kok, 2012). De innovaties ondervinden ook steeds weer invloeden via (consumenten)markten en instituties, wat voor selectie zorgt. Volgens de neoklassieke economische opvatting moeten markten vrij baan hebben. Op die manier kan de zogenaamde onzichtbare hand de marktwerking aansturen. Bij goede marktwerking zullen de uitkomsten optimaal zijn en overheidsingrijpen zou het proces dus verstoren. Braaksma (2012) stelt echter dat er drie situaties zijn waarbij interventie door middel van beleid valt te legitimeren. Dat is wanneer er sprake is van:

- Spillovers
- Markt falen
- Systeem falen

Ingrijpen van overheden kan bij spillovers oftewel overloopeffecten nodig zijn, omdat in een dergelijk geval andere partijen in de nabijheid van een innoverende onderneming meeprofiteren. Hiervan is sprake wanneer het publieke belang van de innovatie dat van de private organisatie overstijgt. Innovatiebeleid is volgens Braaksma (2012) in de regel eerder van toepassing bij baanbrekende innovaties, omdat die meer worden gekenmerkt door spillovers. Er worden drie soorten spillovers onderscheiden. Dit zijn kennis-, netwerk- en rent spillovers. Bij kennis spillovers lekt er als het ware informatie van het ene naar het andere bedrijf. Een voorbeeld is wanneer medewerkers van het ene bedrijf bij het concurrerende bedrijf gaan werken en opgedane kennis en ervaring inzetten. Er is sprake van netwerk spillovers als op verschillende plaatsen technologieën elkaar versterken, zoals internetinfrastructuur voor de ICT-sector. Wanneer een goed wordt verbeterd en de prijs niet stijgt, is er sprake van rent spillovers. De prijs-kwaliteit verhouding is namelijk gunstiger geworden.

Markt en systeem falen betreffen voornamelijk technologie en baanbrekende innovatie. Markt falen houdt in dat de markt niet zorgt voor een optimale oplossing. Dat is het geval bij markten die inefficiënt zijn. Voorbeelden zijn publieke diensten en goederen zoals dijken en defensie van een land. Er is ook sprake van markt falen bij fundamenteel onderzoek, waarbij kennisvergaring centraal staat. Bij R&D, waarbij het meestal om risicovolle investeringen gaat, is het onzeker of de opbrengsten hoog genoeg zijn om de kosten terug te verdienen.

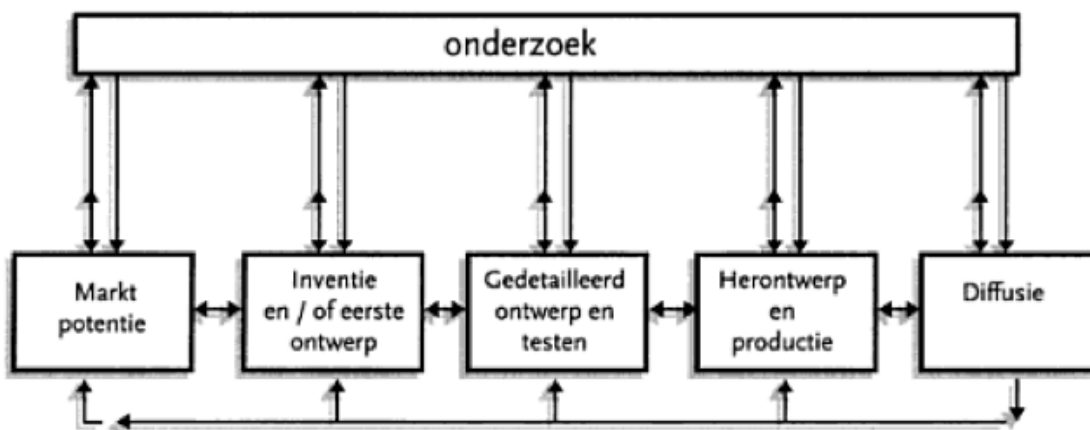
Achter systeem falen zit de gedachte dat innovatie mede tot stand wordt gebracht door partijen die hier een bijdrage aan leveren. Een innovatie staat dus niet op zichzelf, want er is sprake van een innovatiesysteem. Dat is een netwerk van partijen of actoren en alle regels en gewoonten die van invloed zijn op de richting en snelheid van innovatie en de bijbehorende diffusieprocessen. Dit suggereert dat innovatie een collectief proces is waarbij de betrokken actoren elkaar nodig hebben. Een voorbeeld hiervan is een meewerkende institutionele omgeving die de spelregels bepaalt (Hekkert & Ossebaard, 2010). Gebrekkige instituties kunnen de interactie tussen actoren verstoren wat innovatie in de weg staat. Andere actoren die deel uit maken van een innovatiesysteem zijn economisch, sociaal, politiek en organisatorisch van aard. Een randvoorwaarde om tot innovatie te komen is het complexe samenspel tussen gebruikers, bedrijven, kennisleveranciers, intermediairs en infrastructurele voorzieningen (Braaksma, 2012).

Hekkert en Ossebaard (2010) onderscheiden zeven belangrijke processen voor de opbouw van een innovatiesysteem. Dat zijn:

1. Activiteiten door ondernemers (produceren en experimenteren)
2. Kennisontwikkeling
3. Kennisuitwisseling
4. Richting geven aan het zoekproces
5. Zorgen voor voldoende middelen
6. Creëren van een markt
7. Creëren van legitimiteit.

Stappen die leiden tot innovatie worden geprobeerd te vangen in een model. Er zijn verschillende modellen die innovatie typeren. Zo is er het klassieke innovatiemodel dat ook wel het lineaire model wordt genoemd (Lee & Gaertner, 2007, p. 115; Roobeek, 1987, p. 32). De stappen in dit schema zijn achtereenvolgend en behelzen onderzoek, ontwikkeling, productie en diffusie. Dit model wordt veelal gebruikt bij het maken van beleid. Het idee is hoe meer input bij onderzoek, hoe meer output of diffusie.

Figuur 4. Schematische weergave van het chain-linked model



Bron: Kline & Rosenberg, 1986, p. 290 (bewerking door Hekkert & Ossebaard, 2010, p. 15)

In het chain-linked model zijn alle facetten van innovatie met elkaar wederzijds verbonden (figuur 4). Er is geen vaste volgorde in de verschillende fasen, omdat het een cyclisch proces is. In het schema geven de pijlen de kennistromen weer. Onderzoek is het overkoepelende aspect en is verbonden met elke stap die onderling ook in verbinding staat.

2.2. De ontwikkeling van de auto in Nederland

Om vergelijkingsmateriaal te hebben met de opkomst van elektrisch rijden, is bekeken of er vanuit de introductie van de auto in Nederland lering valt te trekken. De periode van eind negentiende eeuw tot de Eerste Wereldoorlog kan worden beschouwd als de pionierstijd waarin de basis voor de ontwikkeling van de auto gelegd werd. Tussen 1896 en 1905 is sprake van de introductiefase van de auto in Nederland. Zoals te verwachten valt op basis van de productlevenscyclus van Vernon (1979) vond er een periode van groei plaats tot 1917. Er kwamen tot dat moment nieuwe gebruikers en de bruikbaarheid van de auto nam toe. In de tijd daarna tot de Tweede Wereldoorlog vond er een versnelde groei van het autobezit plaats.

De opkomst en de verbreiding van de auto in Nederland was een complex proces. Er waren veel factoren die hier invloed op hadden. De verhouding tussen ondernemers, gebruikers en overheid veranderde in de genoemde periode voortdurend. Zo had in bepaalde perioden de ene partij meer invloed dan de andere, waardoor de selectieomgeving voortdurend veranderde. De stijgende welvaart was een constante factor waardoor er een grotere afzetmarkt voor auto's kwam. Ten opzichte van belendende landen liep Nederland achter als het gaat om de verbreiding van auto's. Dit valt te verklaren door de remmende invloed van de overheid. Er werd tot in de jaren '30 door de overheid reactief gehandeld naar de behoefte die ontstond en er werd niet op voorhand gefaciliteerd (Van de Vinne, 2007).

Vanuit economisch oogpunt zou de verbreiding van een product sneller gaan wanneer de prijs er van daalt. In de beginjaren van de auto was de ontwikkeling ervan juist belangrijker dan het prijsniveau. Nadat de auto verbeterd was, nam het belang van de prijs toe. Op het moment dat de gebruikskosten daalden, werd een tweede groep gebruikers aangeboord. De gebruiksvriendelijkheid nam door de introductie van de elektrische startmotor sterk toe. Het aanslingeren van een auto, wat voorheen nodig was, bleek een relatief gevaarlijke bezigheid die kon leiden tot letsel. Hierdoor was autorijden voorbehouden aan mannen. Elektrische auto's werden begin vorige eeuw vanwege het gemak waarmee ze te bedienen waren vooral door vrouwen gereden. Nadat de brandstofauto op dit punt verbeterd werd, was de potentiële markt daarvoor toegenomen. Daarnaast daalden de benzinekosten, waardoor de auto met een brandstofmotor de standaard werd (Cowan & Hultén, 1996).

De verwachting is dat de vraag naar elektrische voertuigen toeneemt wanneer de economische situatie verbetert. Een verandering van auto's met brandstofmotoren naar elektrische auto's brengt verschillende aspecten met zich mee. Zo is er een laadinfrastructuur nodig die wordt geëxploiteerd. Hierbij zou er een grote omschakeling moeten zijn naar opwekking van duurzame energie. Om de marktpenetratie van elektrische auto's te versnellen is het van belang dat er stabiele marktcondities worden gecreëerd (Zubaryeva et al., 2012).

Bij een gering aantal auto's nam de overheid beperkte maatregelen om het verkeer te reguleren. Naarmate er meer auto's op de wegen verschenen, nam het aantal verkeersregels toe. Voor de ene groep is de invloed van het handelen van de overheid sterker dan voor de andere. Zo hebben hogere belastingen minder invloed op de eerste kopersgroep of *early adopters*, die beter bemiddeld is, dan op de tweede groep gebruikers. Mogelijkheden voor gebruik en de gebruikskosten bepalen voor een groot deel de aanschaf voor de minder welvarende groep. Zo kon de derde groep gebruikers pas overgaan tot aanschaf van een goedkopere volksauto na de Tweede Wereldoorlog. Tijdens de introductiefase van de laatste groep gebruikers was de expansiefase bezig van de tweede kopersgroep. De prijsdaling die aan de introductie van de auto voor het derde type gebruikers ten grondslag lag, werd veroorzaakt door *economies of scale* oftewel schaalvoordelen. Concluderend kan worden gesteld dat door met name overheidsingrijpen de verbreiding van de auto in Nederland afweek van die in andere landen in Europa (Van der Vinne, 2007). Hiermee is de cruciale rol van overheidsbeleid ten aanzien van de verbreiding van de auto in Nederland aangetoond. Er zijn op basis van de kopergroepen parallellen te trekken met de huidige situatie van de elektrische auto. De techniek is relatief duur, maar zal interessanter worden voor een grotere groep naarmate de prestaties toenemen en de prijs daalt.

2.3. Gebruikers van de elektrische auto

Van der Vinne (2007) onderscheidt drie groepen gebruikers. De eerste groep, die over het algemeen welgesteld is, rijdt en betaalt de auto privé en hoeft de kosten niet zakelijk te verrekenen. Een tweede minder welvarende groep moet de kosten zakelijk wel verrekenen. Tot slot is er een derde categorie gebruikers die de kosten zakelijk niet kan verrekenen. Alle drie de groepen gebruikers hebben specifieke kenmerken. De S-curve van gebruikers is om die reden een geaggregeerd model die uit drie S-curves bestaat. Naast bedrijven en gebruikers handelt de overheid ook volgens de S-curve (Boschma et al., 2002, pp. 64-66). Uit onderzoek van Hidrue et al. (2011) naar de bereidheid om te betalen voor elektrische auto's blijkt dat er enkele factoren zijn waardoor men eerder geneigd is om tot aanschaf over te gaan. Dit heeft te maken met leeftijd, opleidingsniveau, groene levensstijl, beschikken over een gemakkelijk bereikbare laadaansluiting bij huis en het idee dat brandstofprijzen zullen stijgen. Ook is in het onderzoek naar voren gekomen dat bij mensen die in de markt zijn voor een kleinere of middelgrote auto of een hybride model de kans groter is dat de volgende aangeschafte auto elektrisch zal zijn. Het inkomen en bezit van meerdere auto's heeft geen significante invloed op het koopgedrag wat betreft een volgende auto. Het positieve effect van brandstofbesparing telt voor consumenten zwaarder mee dan het belang van milieuvriendelijk rijden. Een ander resultaat dat in het onderzoek naar voren komt, is de angst voor het vroegtijdig stranden door de beperkte actieradius, oftewel *range anxiety* (Hoekstra, 2010, p. 79). Verder vormen de aanwezige laadinfrastructuur, lange laadtijden, hogere aanschafprijs en onzekere inruilwaarde obstakels voor consumenten om tot elektrisch autorijden over te gaan (Graham-Rowe et al., 2012). Met name op het gebied van laadtijd valt er voor fabrikanten relatief veel te winnen, omdat dit voor consumenten zwaarwegend is bij de besluitvorming. Ook blijkt het nuttig om bij marketing in te zetten op jonge

hoogopgeleide mensen. Het prijsniveau is minder belangrijk dan men a priori verwachtte. De batterij bepaalt ongeveer een derde van de aanschafprijs van een elektrische auto. Door massaproductie en verbetering van de accutechniek kan dit in de toekomst lager worden, waardoor de stekkerauto's goedkoper worden (Aon, 2015).

De angst om zonder accucapaciteit te stranden, wordt gereduceerd wanneer er snelladers worden geplaatst (Anegawa, 2010, p. 7). Een gemeten effect in Japan is dat het gemiddelde rijbereik per maand met een elektrische auto toenam van 203 kilometer naar 1.472 kilometer dankzij de voorziening van snelladers. Daarnaast bleek dat men de capaciteit van de accu beter benutte. Eerst werd de batterij niet verder leeggereden dan 50 procent, terwijl dat na het plaatsen van snelladers opliep tot vijftien procent resterende capaciteit. Dit verschil is waarschijnlijk te verklaren door een mentaal effect bij de bestuurders. Dit fenomeen wordt aangeduid als psychologisch laden. 75 Procent van de Nederlanders rijdt per dag minder dan 100 kilometer. De batterijcapaciteit zou voor hen 389 kilometer moeten zijn om geïnteresseerd te zijn in een volledig elektrische auto (Bunzeck et al., 2011).

Er zijn een aantal studies gedaan naar de vraagzijde van elektrisch rijden in Nederland. Accenture, Greenflux en Oranjewoud (2012) hebben een enquête gehouden onder 151 bestuurders van de drie varianten van elektrische auto's die ook in deze studie centraal staan. Het onderzoek was gericht op de categorieën van het bestuurdersprofiel, keuze en aanschaf van een elektrische auto, reiskeuze, laadinfrastructuur en dagelijks gebruik. De onderzoekers vonden dat de elektrische auto ingezet wordt als primair vervoermiddel door de *early adopters*. Bij het komen tot de keuze voor een elektrische auto is duurzaamheid oftewel milieubewustzijn het belangrijkste argument. Kosten zijn niet zwaarwegend volgens de respondenten. Wanneer het gaat over de reis, blijkt dat bestuurders zorgvuldiger hun route plannen dan gebruikers van een brandstofauto. Dat is verklaarbaar door de beperktere actieradius en geringere laadinfrastructuur. De langere laadtijd heeft echter geen negatief effect op hoe bestuurders de elektrische auto beoordelen. Verder is de tijd dat een auto staat te laden op een andere manier te besteden in tegenstelling tot een tankbeurt bij het pompstation. Bijna 80 procent van de 151 respondenten vindt dat een laadsessie niet langer dan vijf uur mag duren. Voor snelladen is door een ruime meerderheid van 103 bestuurders een maximaal tijdsbestek van vijftien minuten aangegeven. Bestuurders van elektrische auto's waarderen het comfort en stilte van hun voertuig.

De studie van Hidrue et al. (2011) over de bereidheid om over te stappen op elektrische auto's vond plaats in de Verenigde Staten. In de Nederlandse situatie is de leasemarkt essentieel. Een leaseauto maakt bij veel werkgevers deel uit van secundaire arbeidsvoorwaarden. Gemiddeld wordt een auto voor de duur van vier jaar geleased. Dit maakt het tot een kansrijke markt voor elektrische auto's, omdat het maandelijkse leasebedrag op basis van de catalogusprijs en het bijtellingstarief wordt bepaald. Elektrische auto's vallen in Nederland in een lagere bijtellingsschaal dan een auto met verbrandingsmotor. Daarnaast vernieuwt de

leasemarkt zich relatief snel. In vier jaar tijd is grofweg het hele bestand vervangen. Dat versnelt de implementatie van elektrisch rijden. Tot slot speelt mee dat ondernemingen een groen imago willen benadrukken onder andere door middel van hun wagenpark.

Elektriciteit

Wat elektrisch vervoer als voordeel heeft ten opzichte van de verbrandingsmotor is de vermindering van de uitstoot van schadelijke stoffen zoals CO₂. Hierdoor draagt het minder bij aan het versterkte broeikas effect dat het klimaat op aarde beïnvloedt. Een volledig elektrische auto die op de gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix rijdt, zorgt voor 30 tot 40 procent minder CO₂ emissies dan een auto met verbrandingsmotor. De stroom is dan opgewekt met gas, kolen en duurzame energie. Op basis van de Europese elektriciteitsmix dalen de emissies in vergelijking met een conventionele auto met circa 50 procent. Voor plug-in hybride voertuigen is de daling van de CO₂ uitstoot ongeveer drie tot tien procent, met de Nederlandse elektriciteitsmix als uitgangspunt. Bij deze berekening is aangenomen dat de aandrijving voor 13 tot 38 procent van de kilometers volledig elektrisch is (TNO, 2011). Als het aandeel duurzame energie in de elektriciteitsmix toeneemt, daalt de indirecte CO₂ uitstoot van elektrisch rijden. Wanneer een elektrische auto op groene stroom rijdt in plaats van stroom uit voornamelijk fossiele bronnen, stoot een volledig elektrisch voertuig geen CO₂ uit. Daarom is het belangrijk om elektrisch rijden aan de duurzame energievoorziening te koppelen. Alleen op die manier wordt Nederland minder afhankelijk van fossiele brandstoffen.

De extra CO₂ uitstoot bij het gebruik van grijze stroom moet worden gecompenseerd. In het emissiehandelssysteem is een CO₂ plafond voor de industrie en elektriciteitsproductie bepaald. Als de vraag naar elektriciteit toeneemt, moet de extra CO₂ uitstoot als gevolg hiervan elders worden gecompenseerd. De opkomst van elektrisch rijden kan daardoor niet leiden tot meer CO₂ uitstoot door de toenemende vraag naar stroom. Voor het elektriciteitsnet kan op wijkniveau overbelasting van het distributienetwerk worden voorzien bij grotere aantallen tegelijk ladende auto's. Door het sturen van laadpatronen kunnen de pieken echter afgevlakt worden. Dat kan bijvoorbeeld door 's nachts de auto's te laden. Dit wordt geregeld door middel van *smart grids*. Ook kunnen de accu's in de auto's dienen als energieopslag op de momenten dat er veel duurzame energie wordt opgewekt. Op het moment dat het nodig is, kan de auto vervolgens stroom terugleveren aan het elektriciteitsnetwerk. Dit principe wordt *vehicle to grid (V2G)* genoemd. Netverzwaring is daarom niet direct nodig in Nederland (Van Vliet et al., 2011; TNO, 2011).

Uitstoot

In 2007 werd 63 procent van de CO₂ uitstoot voor personenverkeer over de weg veroorzaakt door auto's. De personenauto veroorzaakt ruim elf procent van de totale kooldioxide-emissies in Nederland (tabel 2). Elektrisch vervoer is een mogelijkheid om de reductie van CO₂ uitstoot, waar de mondiale gemeenschap

naar streeft, te bewerkstelligen. Daarnaast kan het de luchtkwaliteit in met name stedelijke gebieden verbeteren.

Wanneer gekeken wordt naar het aantal kilometers dat in Nederland gereden wordt in het personenvervoer over de weg, dan blijkt dat van grote importantie te zijn. Gemiddeld rijdt een auto in Nederland 37 kilometer per dag. Nederlandse personenauto's leggen per jaar 113,2 miljard kilometer af (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2012). Dat staat gelijk aan 2,8 miljoen keer de aarde rond. Het aantal auto's in Nederland bedraagt 7,9 miljoen waarvan 7,1 miljoen op naam staan van een persoon (CBS, 2015). Nederland is één van de landen met de hoogste autodichtheid ter wereld. Momenteel bedraagt het aantal auto's 230 per vierkante kilometer. Het gebruik van een auto zorgt voor verbranding van fossiele brandstoffen wat leidt tot uitstoot van emissies (tabel 2). Personenautoverkeer is voor bijna veertig procent debet aan de uitstoot van koolmonoxide en ruim tien procent van de kooldioxide emissies wordt door auto's veroorzaakt. In Nederland is het verkeer met personenauto's voor één procent verantwoordelijk voor de productie van fijnstof, door verbranding van fossiele brandstoffen. Slijtage aan het wegdek en banden, wat gelijk is bij elektrisch vervoer, is hierbij niet meegerekend. Langdurige blootstelling aan fijnstof kan leiden tot sterfte bij mensen. In bijna heel Nederland wordt de norm (50 µg/m³) voor kortdurende blootstelling overschreden (Berendsen, 2008, pp. 312-313). De hoeveelheid van 900 miljoen kilogram uitstoot van fijnstof door personenauto's kan tot vrijwel nul worden gereduceerd wanneer het wagenpark honderd procent elektrisch is.

Tabel 2. Emissies in Nederland in 2014 in miljoenen kilogram

	Alle bronnen	Personenauto's
Koolmonoxide (CO)	630,7	247,0 (39,2 %)
Kooldioxide (CO ₂)	176.470,0	18.700,0 (10,6 %)
Vluchtige organische stoffen (NMVOS)	147,8	15,0 (10,1 %)
Stikstofoxiden (NO _x)	316,7	26,0 (8,2 %)
Fijnstof (PM10)	30,9	0,9 (2,9 %)

Bron: Planbureau voor de Leefomgeving, 2015, p. 1

Vergeleken met een auto met verbrandingsmotor is een elektrische auto aanzienlijk efficiënter. Het rendement van een elektromotor is 62 procent, terwijl die waarde voor een benzine- en dieselmotor tussen de 25 en 40 procent ligt. Als er wordt gekeken naar het verschil in CO₂ uitstoot zijn er een aantal factoren van belang. Ten eerste is de stroomopwekking van invloed op de milieuvervuilende stoffen die vrijkomen. Een volledig elektrische auto op groene stroom stoot 70 gram koolstofdioxide per kilometer uit. Ten tweede is de aandrijflijn waarmee vergeleken wordt van belang. Ten opzichte van een benzineauto is het verschil 30

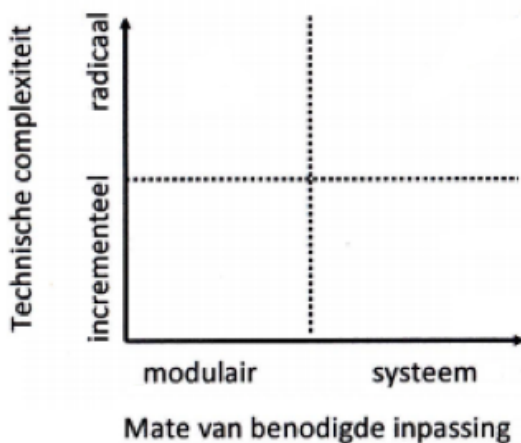
procent in het voordeel van de elektrische auto op grijze stroom. In vergelijking met een dieselmotor en hybride auto zijn de emissies vijftien procent lager van een BEV. Bij een PHEV gaat TNO (2015) ervan uit dat bijna eenderde van de tijd elektrisch wordt gereden. Hierdoor zijn de verschillen kleiner dan bij een BEV. Het laadgedrag van de bestuurder is sterk bepalend voor het aandeel elektrisch gereden kilometers.

2.4. Dimensies van innovatie

De karakteristiek van innovaties is te vatten in een technologische dimensie en de benodigde inpassing. De technische complexiteit wordt onderverdeeld in incrementele en radicale innovatie. Bij de mate van benodigde inpassing wordt onderscheid gemaakt tussen modulaire en systeem innovaties (figuur 5).

Figuur 5. Typologie van innovatie

Karakteristieken van de innovatie



Bron: Hekkert & Ossebaard, 2010, p. 27 (eigen bewerking)

Technische dimensie van innovatie

De technische dimensie van innovatie wordt onderscheiden in incrementele en radicale innovatie. Een voorbeeld van incrementele innovatie is de zij-airbag die door de autofabrikant Volvo is ontwikkeld. Dit type airbag beschermt de voorste inzittende bij een zijdelingse aanrijding. Volvo had al ervaring met frontale airbags, dus het was betrekkelijk eenvoudig om deze techniek toe te passen op een andere plaats in de auto. Op basis van de al aanwezige kennis was het relatief makkelijk om te vernieuwen. Hierdoor was het niet nodig om bijvoorbeeld ander personeel of leveranciers aan te trekken om de ontwikkeling en productie van zij-airbags mogelijk te maken. Wanneer het aanpassingsvermogen van een fabrikant wel groot moet zijn, is er sprake van een radicale innovatie (Hekkert & Ossebaard, 2010, p. 25).

Bestaande technologieën die wijdverbreid zijn, bieden ruimte voor radicale of baanbrekende innovaties door technologische niches. Het concept van technologische niches is in meerdere studies aangetoond (Ieromonachou et al., 2004; Lopolito et al., 2010; Raven & Geels, 2010; Schot et al., 1994). Het begrip niche duidt de maximale marktomvang aan van een technologie (Bakker, 2011, p. 120; Boschma et al., 2002, p. 61). Voor de facetten van innovatie worden geen marktniches bedoeld, maar de niche die fungeert als een incubator in het huidige systeem. Wanneer de vereiste aanpassing van de maker groot is, is er sprake van een radicale innovatie (Geels & Raven, 2006; Verbong & Geels, 2007). In het geval van een auto gaat het er dan bijvoorbeeld om dat de vorm van aandrijving ingrijpend verandert. Het kernprobleem bij radicale innovaties tot een succes brengen, is dat de technologie moet opboksen tegen het bestaande regime. De huidige productie is geoptimaliseerd en zeer moeilijk te veranderen. Dit komt doordat het een efficiënte, goedkope en goedwerkende technologie is. Hierbij is sprake van schaalvoordelen die ontstaan wanneer een techniek ver in de leercurve is en dus goed is doorontwikkeld. Verder is de consumentenmarkt vertrouwd met het bekende en dat staat verandering in de weg. Daarnaast sluiten wet- en regelgeving aan bij de bestaande technieken. Dit alles kan de radicale innovatie tegenwerken. Het principe van innovaties binnen de gevestigde industrie nadat er concurrerende technieken opkomen, wordt het zeilschipeffect genoemd. Toen in de achttiende eeuw de stoommachine werd uitgevonden, duurde het nog lang voordat de scheepbouw in stoomschepen investeerde. Men verfijnde eerst de zeiltechnieken, omdat dit goedkoper was. Vervolgens duurde het enkele decennia voordat het stoomschip de standaard werd (Dijk, 2010). Er zijn grote belangen bij de gevestigde industrie die het de inrechtende techniek bemoeilijken. Dit veroorzaakt samen met de institutionele omgeving *lock-in* of inertie. Dat komt door de padafhankelijkheid van de ontwikkeling waarbij een bepaalde weg is ingeslagen (Boschma et al., 2002, p. 45). Hierdoor wordt het vrijwel onmogelijk om dat te veranderen oftewel het proces is onomkeerbaar.

Inpassingsdimensie van innovatie

De mate van inpassing van de technologie die wordt vereist, is aan te duiden met modulaire en systeem innovatie (figuur 6). Onder het kwadrant van een modulaire en incrementele innovatie wordt een drop-in of makkelijk inpasbare innovatie geschaard. De technische complexiteit is gering en er is amper inpassing vereist. Bij een radicale variant van een modulaire innovatie is er weinig aanpassing vereist, maar de technologische sprong is groter dan bij een incrementele innovatie. Wanneer er een hoge mate van aanpassing nodig is, spreekt men over een systeem innovatie. Ook van een dergelijke typering van innovatie is een incrementele en radicale variant. Zo is er in het eerste geval sprake van een technologisch gemakkelijke vernieuwing die veel aanpassing vereist. De radicale systeem innovatie is het moeilijkst realiseerbaar, omdat het om een grote technologische sprong gaat die tevens veel aanpassingsvermogen vereist (Hekkert & Ossebaard, 2010).

Aan de kant van de innovatie zelf zijn er ook obstakels te herkennen. Zo zijn de meeste uitvindingen relatief inefficiënt waardoor ze op het moment van introductie niet worden herkend als een nieuwe innovatie en

vallen in een niche. In de beginfase is er nauwelijks sprake van voordelen ten opzichte van de bestaande technologie. In deze context wordt ook wel gesproken van *hopeful monstrosities*. Het is hoopvol, omdat de toekomst veelbelovend is en het gedrocht verwijst naar de slechte prestaties (Mokyr, 1990, p. 291). Het proces van diffusie of verspreiding gaat langzaam vanwege de nadelen ten opzichte van de huidige techniek (Hekkert & Ossebaard, 2010). Dit komt doordat de innovatie zich aan het begin van de leercurve bevindt. Daardoor zou door marktwerking de concurrentie van de gevestigde techniek te sterk zijn. Een slechte prijs-kwaliteit verhouding kan een voorbeeld zijn van de slechte prestatie van de innovatie. In de beginfase kan de innovatie daardoor moeilijk concurreren met de huidige technologie. In veel gevallen worden radicale innovaties ontwikkeld door nieuwe bedrijven of door bedrijven die eerst actief waren in andere sectoren (Anderson & Tushman, 1990). De nieuwe techniek kan geholpen worden door publiciteit, legitimiteit en financiële steun. Deze middelen maken het voor de innovatieve technologie mogelijk om te ontwikkelen en uit te kristalliseren. De nieuwe technologie moet wel veelbelovend zijn en de potentie hebben om het nichestadium te overstijgen, zodat het in de toekomst kan wedijveren met de huidige technieken. Wanneer dit vooruitzicht er niet is, zal de innovatie geen succes worden (Bakker, 2011, pp. 119-120).

2.5. Concurrerende innovaties

Om een vernieuwing te beschermen, subsidiëren overheden onderzoeksprogramma's en past men regelingen aan om het selectiemilieu te veranderen. Dit leidt tot een verwachting in de technologische vooruitgang wat er voor kan zorgen dat twee concurrerende technieken een verschillende ontwikkeling laten zien. Naarmate dit proces vordert zal het convergerend werken richting een wereldwijde standaard. Hierbij is het van belang dat de verwachtingen van de nieuwe technologie positief zijn.

Wat gebeurt er wanneer meerdere technologieën tegelijkertijd de bestaande techniek beconcurreren binnen dezelfde markt? In het onderzoek van Bakker (2011) worden de waterstofauto en de elektrische auto naast elkaar gezet als twee alternatieven of niche technologieën voor de aandrijving van de toekomst. De waterstofauto heeft een brandstofcel die waterstof omzet in elektriciteit. Het grootste verschil tussen de twee technieken is de manier waarop de energie is opgeslagen. In een elektrische auto is dat elektriciteit die via een stekker in accu's terecht komt. Bij een waterstofauto wordt er waterstof getankt en dat komt in een reservoir in de auto. De brandstofcel in de auto maakt van waterstof elektriciteit waardoor de auto wordt aangedreven. Beide technieken breken met oude conventies, vragen om publiciteit, *Research & Development*-budgeten, belastingmaatregelen en aanpassingen van de infrastructuur.

Het wezenlijke verschil is dat de ene auto met de accutechniek via het stroomnetwerk wordt opgeladen en de andere auto tankt waterstof. De vraag rijst of deze twee technieken dan wel naast elkaar kunnen worden ontwikkeld, omdat aanpassingen in de infrastructuur hoge investeringen vragen. In landen als Duitsland en Japan is men veel verder op het gebied van een netwerk van waterstofstations.

De auto-industrie ondersteunt *Research & Development*-afdelingen en doet praktijkonderzoek. Deze beschermende factoren hebben als resultaat dat er mondiale en lokale technieken worden ontwikkeld. Zo zijn er voor de elektrische auto verschillende type accu's te gebruiken zoals lithium-ion accu's of batterijen op basis van nikkelmetaal. Hetzelfde geldt voor de waterstofauto, want er zijn verschillende technieken voor het opslaan van waterstof en de omzetting van waterstof naar energie die de auto aandrijft (Bakker, 2010).

Wanneer het gaat om de hoeveelheid publiciteit en verschillen daartussen, heeft Bakker (2011, pp. 123-129) het aantal artikelen in het Nederlandse autoblad *Autoweek* gemeten die over één van beide technieken gingen. Hieruit bleek dat rond het jaar 2003 de verwachtingen van de auto van de toekomst hooggespannen waren, omdat er een piek in het aantal artikelen waarneembaar was. In 2008 en 2009 lag het aantal artikelen over de elektrische auto twee keer zo hoog dan stukken die gingen over de waterstofauto.

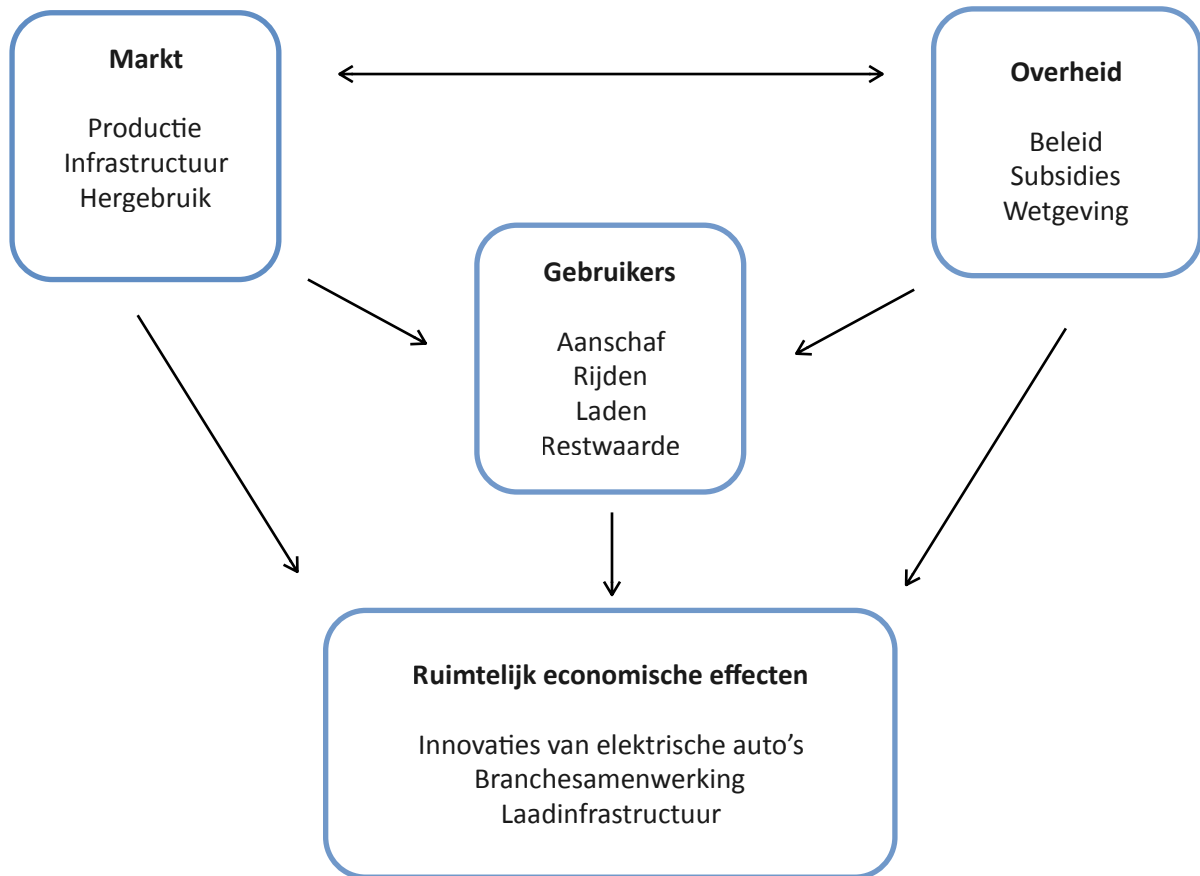
Om aan emissienormen te voldoen en vanwege stijgende brandstofprijzen ontwikkelt de auto-industrie auto's die zuiniger zijn. Het principe van innovaties binnen de gevestigde industrie nadat er concurrerende technieken opkomen, wordt het zeilschipeffect genoemd (Dijk, 2010). De verfijning in de huidige techniek is ook terug te zien in de auto-industrie. Een voorbeeld hiervan is het start-stop systeem dat de motor automatisch uitschakelt wanneer de auto stilstaat en de motor weer aan laat slaan wanneer men weg wil rijden. Naast zo'n verbetering van de huidige techniek, loopt er ook onderzoek naar biobrandstoffen en aardgas. Deze technieken zijn niet radicaal vernieuwend, maar dragen wel bij aan de vermindering van uitstoot. Volgens Dijk (2010, p. 122) zijn de meest radicale innovaties voor aandrijving de waterstofauto en de volledig elektrische auto. Deze type auto's worden ook wel *zero emission* genoemd. Het verschil tussen beide technieken is dat de waterstofauto de stroom niet uit een accu haalt, maar uit de brandstofcel die functioneert als generator voor de benodigde stroom.

2.6. Conceptueel model

In het conceptueel model worden de belangrijkste verbanden van deze studie weergegeven (figuur 6). Bij elektrisch autorijden worden drie actoren onderscheiden. Dat zijn de markt, de overheid en gebruikers. Onder de markt worden autofabrikanten verstaan die de elektrische auto's vervaardigen en leveranciers van laadvoorzieningen. Naast de productie valt het proces van demontage van auto's onder dezelfde categorie, omdat hier in het vervaardigingsproces rekening mee kan worden gehouden door de fabrikant. Naast producenten zijn er de overheden die op verschillende bestuurlijke niveaus invloed hebben op de subsidies en de laadinfrastructuur. De effecten van de actor overheid beslaan het terrein van beleid, subsidies en wetgeving. Gebruikers zijn opgenomen in het conceptueel model, omdat zij innovatie beïnvloeden door de verwachtingen en wensen die zij hebben. Onder gebruikers kunnen vanzelfsprekend ook marktpartijen en ambtelijke organisaties worden verstaan die elektrische auto's gebruiken. Bij elektrisch autorijden zijn aanschaf, rijden, laden en restwaarde kernwoorden die de activiteiten van de actor gebruiker samenvatten.

Producenten oftewel de markt, beleidsmakers en gebruikers hebben allemaal invloed op de innovatie op het gebied van elektrisch autorijden. Dit kunnen stimulerende factoren zijn, maar ook belemmerende randvoorwaarden.

Figuur 6. Conceptueel model



Aan de hand van voorgaande literatuur en het conceptueel model, kunnen vertalingen van de theorie worden gemaakt die aansluiten bij de onderzoeksvragen.

Wat is de invloed van overheden op de stimulering van de elektrische auto?

Op basis van de literatuur is de verwachting dat de overheid grote invloed heeft op innovaties op het gebied van elektrisch autorijden. De overheid kan een stabiele omgeving creëren waarbinnen risicovolle ontwikkelingen kunnen plaatsvinden. Bijvoorbeeld door het uitgeven van subsidies producenten of financieel voordeel voor gebruikers. De overheid stelt regelgeving op, maar kan ook een voorbeeldfunctie vervullen door zelf veel gebruik te maken van elektrisch vervoer. Wanneer de overheid meewerkend is in een innovatiesysteem, bijvoorbeeld door regelgeving omtrent elektrisch rijden, dan heeft dat een positieve invloed op innovaties. Tot slot kan de overheid een verwachting creëren als het gaat om elektrisch rijden. Een verwachting heeft een sturend en stimulerend effect omdat producenten deze verwachting willen waarmaken.

Wat is het effect van branchesamenwerking op innovaties binnen elektrische auto's?

De verwachting op basis van de literatuur is dat samenwerking tussen (concurrerende) bedrijven veel invloed heeft op innovaties. Voor innovaties is het van belang dat producenten samenwerken om de gevestigde orde te kunnen verslaan. Producenten leren van elkaar hoe de nieuwe techniek verbeterd kan worden en op die manier wordt de techniek verder en sneller ontwikkeld. Concurrentie tussen producenten van elektrische auto's en producenten van auto's met een verbrandingsmotor kan er toe leiden dat innovatie op het gebied van elektrisch rijden afremt. Wanneer auto's met een verbrandingsmotor zuiniger en milieuvriendelijker worden, is dit meer concurrentie voor de innovatieve techniek van het elektrisch rijden, waardoor er minder vraag is naar elektrische auto's. Dit is het zeilschipeffect.

Welke invloed heeft de vraag van gebruikers op elektrisch autorijden?

Gebruikers van een nieuwe techniek zijn in vijf groepen in te delen. Zo zijn er eerste gebruikers of *early adopters*, vroege gebruikers, vroege meerderheid, late meerderheid en laatste gebruikers (Rogers, 2002). Elk van deze groepen heeft een andere verwachting van elektrische auto's. Aan deze verschillende verwachten moet kunnen worden voldaan. Vooral door vraag naar een grotere actieradius en meerdere plekken om de aut op te kunnen laden, is innovatie op dat gebied nodig om de groep gebruikers groter te maken. De eerste groep gebruikers, hebben vaker een oprit en de middelen voor een eigen laadpaal. Wanneer producenten en de overheid een grotere groep gebruikers wil bereiken, is een laadinfrastructuur van belang.

De voorgaande verwachtingen zijn opgesteld aan de hand van het theoretisch kader en het literatuuronderzoek. Om te bepalen of de respons van betrokkenen in de autobranche deze veronderstellingen onderschrijven, is kwalitatief onderzoek gedaan. In hoofdstuk 3 wordt uiteengezet op welke manier deze verwachtingen zijn getoetst. De resultaten van het onderzoek worden in het daarop volgende hoofdstuk beschreven. In het vijfde hoofdstuk worden de onderzoeksvragen zo goed mogelijk beantwoord door de uitkomsten van het kwalitatieve onderzoek te paren aan de assumpties die volgden uit de literatuur.

3. Methoden

3.1. Afbakening van het onderwerp

De auto's die het onderwerp van dit onderzoek vormen, hebben gemeen dat er een accupakket in de auto aanwezig is dat kan worden opgeladen door middel van een stekker in het stopcontact of laadpaal. Hierdoor vallen hybride auto's zonder stekker buiten het onderzoeksgebied. De hybride verschilt immers in gebruik nauwelijks van auto's met een reguliere aandrijftrein. Zowel met een conventionele auto als een hybride wordt alleen fossiele brandstof getankt. Doordat een hybride auto additioneel een elektromotor heeft, verschilt enkel de manier van aandrijving. Voor volledig elektrische auto geldt dat zij geen gebruik kunnen maken van de brandstofverkooppunten. Ook semi-elektrische auto's hoeven van dat netwerk niet alleen afhankelijk te zijn. De elektrotechniek vraagt om aanpassingen van de infrastructuur, omdat de energievoorziening voor elektrische auto's anders is. Om die reden is een economisch-geografisch onderzoek naar dit onderwerp van waarde. Veranderingen in de infrastructuur gaan vaak gepaard met hoge investeringskosten, omdat deze voor de lange termijn worden gemaakt. Dit blijkt uit het feit dat tussen 2007 en 2014 de nationale overheid € 5,2 miljard heeft uitgegeven aan stimuleringsmaatregelen van milieuvriendelijke auto's (Algemene Rekenkamer, 2014). Hoe de techniek en infrastructuur zich gaan ontwikkelen heeft invloed op beslissingen die nu worden genomen. Hetzelfde geldt echter ook andersom, beslissingen in het heden hebben impact op de toekomst. Vanuit maatschappelijk oogpunt is het vanwege de mogelijke gevolgen van de stijgende trend nuttig om nader naar de ontwikkelingen op het vlak van elektrische auto's te kijken. De Rijksoverheid heeft als doel gesteld dat er in 2025 één miljoen elektrische voertuigen zijn. Dit zou betekenen dat ongeveer 12 procent van het wagenpark dan elektrisch is tegenover één procent momenteel. Deze scriptie hoopt een bijdrage te leveren aan een beschouwing van de innovatie op gebied van de elektrische auto in Nederland.

3.2. Kwalitatief onderzoek

Bij deze studie naar invloeden op innovaties op het gebied van elektrisch autorijden sluit een kwalitatief onderzoek het beste aan. Kwalitatief onderzoek is een methode die geschikt is om achterliggende motieven aan het licht te brengen. Dat is met name bruikbaar voor een onderwerp dat moeilijk meetbaar is. Onderzoek door middel van interviews levert een rijke hoeveelheid data op. Daardoor is het mogelijk om op basis van de uitkomsten theoretische inzichten te formuleren. In deze studie is het kwalitatieve deel aanvullend op het literatuuronderzoek wat in hoofdstuk 2 is uiteengezet. Er is getracht theorieën uit de genoemde literatuur toe te passen op de elektrische auto en lijnen waar mogelijk door te trekken. Om de theorieën te staven is met behulp van diepte-interviews gepoogd om een duidelijkere invulling te kunnen geven aan de uitkomsten.

Door kwalitatief onderzoek te kiezen is het niet mogelijk om generaliserende uitspraken te doen op basis van de uitkomsten. Dat is een verschil met kwantitatief onderzoek met een voldoende grote steekproef. Op

basis van kwantitatief onderzoek is het wel mogelijk om generaliserende uitspraken te doen. Voorbeelden hiervan in dit onderzoek zijn Accenture, Greenflux en Oranjewoud (2012), Hoen en Koetse (2012) en Kievit et al. (2012). Bij een kwantitatieve studie toetst de onderzoeker veelal hypothesen die vervolgens met de verzamelde data statistisch kunnen worden gestaafd. De kwalitatieve onderzoeksmethode biedt juist de mogelijkheid om door te vragen naar achtergronden en beweegredenen. Hierdoor kan er naar verbanden worden gezocht wat een globaal beeld van het veld van onderzoek oplevert. Met het oog op de onderzoeksvragen is daarom de kwalitatieve manier van onderzoek het best passend geacht, omdat daarbij naar achtergronden en invloeden kan worden doorgevraagd. Door interviews kan de onderzoeker naar de visie van respondenten vragen. Dat is een geschikte manier om een totaaloverzicht van het onderwerp te krijgen. Een exploratief onderzoek maakt het mogelijk om een voorstelling te krijgen van innovaties op het gebied van elektrisch rijden in Nederland en de effecten die daarmee gemoeid zijn. De selectie van de respondenten voor het kwalitatieve onderzoek staat hieronder beschreven.

3.3. Respondenten

Er zijn voor dit onderzoek vijf interviews afgenomen bij sleutelpartijen op het gebied van elektrisch autorijden in Nederland. Op basis van deskresearch is een lijst opgesteld van organisaties die een bijdrage kunnen leveren aan dit onderzoek (bijlage 1). Vervolgens is binnen de verschillende organisaties gezocht naar experts die op basis van hun functie en kennis het best de vragen kunnen beantwoorden. In één geval is gebruik gemaakt van de sneeuwbalmethode waarbij een respondent contactgegevens van een nieuwe respondent verstrekte op verzoek van de onderzoeker. Via een e-mail zijn de respondenten uitgenodigd om deel te nemen aan het onderzoek middels een interview. De e-mailadressen zijn gevonden via de websites van de betreffende organisaties. De selectiemethode is niet willekeurig, daarom is er sprake van een *convenience sample* waarbij beschikbaarheid en bereikbaarheid de basis zijn. Er zijn zes partijen benaderd en vijf personen waren bereid om hun medewerking te verlenen. Er is gezocht naar sleutelpersonen in het veld. Door mensen te interviewen over de volle breedte van het onderzoeksgebied, is getracht een goede afspiegeling te creëren. De organisaties die de innovatie-actoren vertegenwoordigen en geïnterviewd zijn, worden hierna kort beschreven.

Energy Expo is een kennisplatform dat duurzame mobiliteit bevordert in Noord-Nederland. Het is gevestigd in Groningen op het terrein van EnTranCe. Dit is het energie transitie centrum van de Hanze Hogeschool. Energy Expo heeft een rol in het leggen van een verbinding tussen bedrijven, overheden en onderwijsinstellingen. Allego is een commerciële organisatie die laadoplossingen biedt voor elektrische auto's. Het bedrijf is een afsplitsing van het netwerkbedrijf Alliander. ElaadNL is een stichting die deels een voortzetting is van Stichting Elaad. ElaadNL is het kennis en innovatiecentrum op het gebied van laadinfrastructuur. Fastned is een commercieel bedrijf dat een snellaadnetwerk bouwt voor elektrische auto's langs de Nederlandse snelwegen. Nissan is een autofabrikant die onder andere elektrische modellen

in het gamma heeft. Hiermee was het een van de eerste reguliere automerken die een volledige elektrische auto op de markt bracht.

3.4. Dataverzameling

De gehouden diepte-interviews zijn semigestructureerd. Dit betekent dat het interview een vaste opbouw kent, maar er is ruimte gelaten om hier van af te wijken. De respondent is zo veel mogelijk aan het woord in het gesprek. Door goed te luisteren is het voor de onderzoeker mogelijk om door te vragen bij interessante uitspraken. Semigestructureerd interviewen maakt het ook mogelijk om in te spelen op onverwachte antwoorden van de respondent die niet of later in de topiclijst voorkwamen. De topiclijst is een interview instrument bij kwalitatief onderzoek (bijlage 2). Om tot zo'n lijst met thema's te komen zijn de onderzoeksvragen gesplitst naar theoretische onderbouwing. Op die manier is nagegaan of de veronderstellingen vanuit de theorie van toepassing zijn op de onderzochte situatie van elektrisch autorijden. Door de vaste opbouw op basis van thema's is het gemakkelijk om de interviews naderhand met elkaar te vergelijken. De verschillende topics vormen de structuur van de codeboom. Nadat de interviews waren afgenomen zijn deze getranscribeerd. De focus in de gesprekken lag op de informatievoorziening.

De interviews zijn persoonlijk afgenomen op een rustige locatie naar keuze van de respondenten. Op die manier werd er in het gesprek zo min mogelijk gestoord en was de geluidsopname helder verstaanbaar. Aan alle respondenten is vooraf aan het diepte-interview toestemming gevraagd om het gesprek op te nemen. Iedereen ging hiermee akkoord en de vraaggesprekken zijn met een *smartphone* opgenomen. Daarnaast is gevraagd of men bezwaar had om in de scriptie bij naam genoemd te worden. Wederom gaven de respondenten hun goedkeuring. Eén persoon wilde wel vooraf inzage in de citaten en dat is gebeurd. Bij een onderzoek waar gevoelige informatie mee is gemoeid, is het van belang om de anonimiteit van de respondenten te waarborgen. Wanneer dat niet gebeurt, wordt de kans op sociaal wenselijke antwoorden vergroot. In dit onderzoek is geen sprake van een sociaal beladen onderwerp. Daarom is met het oog op transparantie er voor gekozen om toestemming te vragen aan de respondenten om hun namen te noemen. Alle respondenten hebben een kopie van de scriptie via e-mail ontvangen.

3.5. Data analyse

De getranscribeerde gesprekken zijn per topic ingedeeld. Zo ontstaat een codeboom met takken die verschillende onderwerpen beslaan. Dit resulteert in een overzicht van hetgeen er door de verschillende respondenten is gezegd. Met de codeboom is het gemakkelijk om de interviews te coderen. Er zijn drie fasen in het coderen. Dat zijn open, axiaal en selectief coderen. Open coderen houdt in dat alle gegevens die verzameld zijn in fragmenten worden ingedeeld. Vervolgens worden relevante fragmenten gelabeld en onderling vergeleken. De codes zijn notaties die een samenvatting geven van de betekenis die in het stukje tekst staat. Bij axiaal coderen wordt er gecodeerd rond één thema. Na axiaal coderen ontstaat een codeboom waarin de codes zijn gerangschikt. In veel gevallen redeneert men hierbij vanuit de codes naar

de gegevens om onderscheid te maken tussen hoofd- en bijzaken. Tijdens de fase van selectief coderen past de onderzoeker de gevonden gegevens in elkaar en structureert het vervolgens. De nadruk ligt op het leggen van verbanden tussen de verschillende categorieën (Boeije, 2008, pp. 66-110). Voor dit kwalitatieve onderzoek is de beschreven coderingsmethode toegepast op de getranscribeerde interviews. Er is in deze studie getracht om een beeld te schetsen van de elektrische auto in Nederland en om de facetten daarvan weer te kunnen geven is kwalitatief onderzoek de meest logische keuze. Doordat de data met behulp van de topiclijst is verzameld, konden de fragmenten eenvoudig worden geselecteerd op onderwerp. De antwoorden van de verschillende respondenten die gingen over hetzelfde thema zijn bij elkaar geplaatst. Vervolgens zijn deze tekstgedeelten onderling met elkaar vergeleken en gerangschikt. De interviews die in fragmenten zijn geknipt, konden op die manier met elkaar worden vergeleken om eventuele verschillen en overeenkomsten te achterhalen. De citaten in het volgende hoofdstuk zijn aan de hand van selectieve codering naar voren gekomen, omdat ze kernachtig een begrip of onderwerp verwoorden. Het komt voor dat de respondenten niet over alle thema's iets hebben gezegd. Bij het schikken van de fragmenten is dat naar voren gekomen als dat niet het geval was. In de verdere verslaglegging is per topic duidelijk aangegeven welke respondenten daar iets over hebben verteld.

3.6. Betrouwbaarheid en validiteit

De betrouwbaarheid van een onderzoek gaat over de afwezigheid van toevallige fouten. Dit worden ook wel meetfouten genoemd, omdat het een kortdurende invloed op het resultaat van de meting heeft. Toevallige fouten zijn niet systematisch van aard, dus tasten ze de validiteit van het onderzoek niet aan. Met veel van dergelijke fouten worden de onderzoeksresultaten wel verzwakt.

Meetfouten die de betrouwbaarheid van deze studie kunnen aantasten betreffen de omstandigheden waarin de respondent de vragen beantwoordde. Dit hangt onder andere samen met de omgeving en de interpretatie van de vraag. Validiteit hangt samen met de geldigheid van de interpretatie van de onderzoeksresultaten. Uit niet valide onderzoek worden verkeerde conclusies getrokken. Een voorbeeld hiervan is wanneer men sociaal wenselijke antwoorden geeft. Dit kan deels ondervangen worden door de anonimiteit van de respondent te waarborgen. In dit onderzoek is daar niet voor gekozen, omdat het onderwerp van het vraaggesprek niet sociaal gevoelig ligt. De mogelijkheid bestaat echter wel dat vanuit bedrijfsbelang niet waarheidsgetrouwe antwoorden zijn gegeven. De transparantie van een onderzoek wordt vergroot als de respondenten bij naam worden genoemd. Dit maakt het controleren van de resultaten gemakkelijker wat de herhaalbaarheid bevordert. Het is bij kwalitatief onderzoek ook mogelijk dat er systematische fouten optreden door de onderzoeker. Het gaat dan om de geldigheid van de analyse die is gedaan met de verzamelde data (Boeije, 2008, p. 146). Het is hierbij van belang dat duidelijk is waar de onderzoeker zijn interpretatie op baseert. Methodische verantwoording waarbij de stappen die zijn genomen in het onderzoek worden verklaard, vergroot de validiteit. Dit maakt het voor anderen mogelijk

om de stappen in het onderzoek na te gaan. Tevens zouden de getranscribeerde interviews geraadpleegd kunnen worden.

Een hoge validiteit houdt in dat de uitkomsten van een studie in hoge mate generaliseerbaar zijn. Dit betekent dat de methoden en uitkomsten toepasbaar zijn buiten het specifieke onderzoeksgebied. Het krijgen van een hoge validiteit is in deze studie geen doel geweest. De resultaten zijn hooguit indicatief van aard. Desondanks zullen sommige uitkomsten uit het kwalitatieve onderzoek ook van toepassing zijn in andere landen dan Nederland. Hierbij moet in ogenschouw worden genomen dat de groep respondenten beperkt is, dus er kunnen geen generaliserende uitspraken worden gedaan. Daar is uitgebreider onderzoek voor vereist. Tot slot zijn algemene theoretische inzichten gebruikt als toepassing voor elektrisch autorijden. Deze theorieën en methoden zijn generaliseerbaar gebleken en zijn dus niet voorbehouden aan het onderwerp van deze studie.

3.7. Operationalisatie begrippen

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, is het van belang om de begrippen te concretiseren oftewel te operationaliseren. In het geval van deze studie gaat het om de kernwoorden elektrische auto's, laadinfrastructuur en ruimtelijk economische effecten. Tot slot wordt in de operationalisering de gebiedsafbakening beschreven.

Elektrische auto's

De auto is een vervoermiddel waarin volgens de Nederlandse regelgeving niet meer dan acht passagiers in vervoerd mogen worden en die minder dan 3.500 kilogram weegt. Wat betreft elektrische auto's zijn er verschillende typen te onderscheiden. Het verschil wordt gevormd door de aandrijving en de energieopwekking. In de eerste plaats zijn er hybride auto's. Deze hebben naast een verbrandingsmotor een elektromotor. De elektromotor krijgt stroom via een accupakket dat wordt opgeladen door de verbrandingsmotor tijdens het rijden. Daarnaast wordt tijdens het afremmen energie teruggewonnen en omgezet in elektriciteit door middel van een dynamo, dit wordt ook wel recupereren genoemd (D-INCERT, 2011, p. 49). Deze techniek is niet voorbehouden voor elektrische auto's. Het wordt ook toegepast bij auto's met een verbrandingsmotor. De hybride auto is niet in dit onderzoek meegenomen, omdat deze niet door middel van een stekker kan worden opgeladen. De brandstofmotor levert de energie voor het accupakket. Dit maakt dat een aanpassing in de laadinfrastructuur niet nodig is voor deze auto's. Er zijn echter ook tweemotorige auto's die een stekker hebben om de accu in de auto via het stroomnetwerk op te laden. Dit zijn de zogenaamde *Plug-in Hybride Electric Vehicles* (PHEV). Deze stekkerauto's hebben over het algemeen een grotere accucapaciteit dan een hybride auto zonder stekker. Een derde variant is de volledig elektrische auto. Deze auto heeft een elektromotor die wordt gevoed door een accu. In de Engelse literatuur wordt gesproken over een *Full Electric Vehicle* (FEV) of *Battery Electric Vehicle* (BEV). In deze studie wordt deze auto aangeduid met volledig elektrische auto. De batterij van de volledig elektrische auto wordt opgeladen via het stroomnetwerk.

Naast de batterij-auto's zijn er elektrische auto's die worden aangedreven door een elektromotor, maar ook een verbrandingsmotor aan boord hebben. De verbrandingsmotor fungeert dan als een generator voor het accupakket. Daarom wordt zo'n hulpmotor een *range-extender* genoemd. Het verschil met een plug-in hybride is dat de auto met *range-extender* altijd wordt aangedreven door de elektromotor, ookal is de verbrandingsmotor in werking. Bij een plug-in hybride kan de verbrandingsmotor ook direct voor de aandrijving zorgen. Beide modellen worden ook wel een semi-elektrische auto genoemd. In het Engels wordt het onderscheid verduidelijkt met de aanduiding *Extended-Range Electric Vehicle* (E-REV) en *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV). Vanwege het feit dat de semi- en volledig elektrische auto's een stekker hebben, vallen zowel de BEV, E-REV en PHEV in dit onderzoek onder de aanduiding elektrische auto.

Met elektrisch rijden wordt in deze studie het voortbewegen van een stekkerauto bedoeld. Het gaat hierbij om semi-elektrische auto's en volledig elektrische auto's met een accupakket. Een waterstofauto zou ook onder de noemer elektrische auto kunnen worden geschaard. Waterstof wordt door een brandstofcel aan boord van de auto omgezet in elektriciteit. Een waterstofauto heeft echter geen stekker, want de benodigde energie wordt gehaald uit waterstof in plaats van het elektriciteit. Dit type aandrijving vergt een andere soort infrastructuur dan de elektrische auto en daarom is de waterstofauto geen onderwerp van studie in dit onderzoek. Er wordt echter wel naar gerefereerd, omdat het raakt aan het onderwerp van de transitie van de aandrijving van auto's.

In deze studie wordt gesproken over elektrisch rijden. Er zijn naast elektrische auto's ook elektrische bussen, elektrische scooters, elektrische fietsen et cetera. Dit zou allemaal onder elektrisch rijden kunnen vallen, maar deze studie richt zich op elektrische auto's. Deze hebben maatschappelijk gezien namelijk de grootste impact wat betreft de omvang van het aantal gereden kilometers. Elektrische bussen zonder bovenleiding rijden op een beperkt aantal plaatsen in Nederland. Op Schiermonnikoog en Schiphol rijden dergelijke bussen voorbeeld (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016). Voor reizigers of consumenten is de keuze voor het type aandrijving van het openbaar vervoer zeer beperkt. Dat maakt dat het een heel ander soort markt betreft. Om die reden zijn elektrische bussen niet meegenomen in dit onderzoek. Ook voor voertuigen zwaarder dan 3.500 kilogram geldt dat de markt er heel anders uit ziet. Hierbij bestaat de klantengroep namelijk niet uit particulieren, maar uit bedrijven.

Laadinfrastructuur

Een netwerk van laadvoorzieningen vormt een laadinfrastructuur. De laadinfrastructuur is een randvoorwaarde voor elektrisch autorijden vergelijkbaar met brandstofstations voor brandstofauto's. Wanneer alle Nederlandse brandstofstations langs de snelweg een snellader zouden hebben, is er bijna altijd binnen 25 kilometer een ander laadpunt aanwezig.

Elektrische auto's kunnen door middel van een stekker via het stroomnetwerk worden opgeladen. Dat kan op verschillende locaties. Zo zijn er standaard laadpunten die openbaar of semipubliek zijn. Openbare laadpunten zijn voor iedereen met een elektrische auto te gebruiken (figuur 7). Daarvan waren er op 1 januari 2016 in Nederland 7.395. Semipublieke laadpalen staan op eigen terrein zoals in parkeergarages of bij bedrijven, maar zijn wel deels openbaar toegankelijk (figuur 8). Er zijn nationaal 10.391 beperkt openbaar toegankelijke laadpunten. Totaal zijn er 17.786 publieke en semipublieke laadpunten in Nederland (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016). Normaal laden is in Europa gestandaardiseerd en gaat door middel van 220 volt.

Figuur 7. Publiek laadpunt A-weg te Groningen



Bron: Bolle, 2015

Naast de standaard laadpunten die publiek of semipubliek zijn, kan er ook thuis geladen worden door middel van een wandkast of stopcontact. Er zijn geen officiële cijfers van het aantal private laadpunten in Nederland. Op basis van onderzoek uit 2012 wordt geschat dat dit aantal momenteel boven de 55.000 ligt. De genoemde drie vormen van laadinfrastructuur betreffen langzaam laden. Dit impliceert dat er ook de mogelijkheid is van snelladen. Voor een aanzienlijk deel van de huidige elektrische auto's is dat inderdaad het geval. Bij snelladen is in een half uur tijd de accu tot tachtig procent vol geladen. Bij snelladen is er het Japanse protocol dat CHAdeMO heet. Dat betekent 'kopje thee', omdat het laden in de tijd van theedrinken klaar is. Het Duits-Amerikaanse systeem van snelladen heet Combo. Van publieke en semipublieke snelladers zijn er op 1 januari 2016 in Nederland 465 aanwezig. Sinds 1 januari 2014 is het aantal publieke (+ 210 procent), semipublieke (+ 462 procent) en snellaadpunten (+ 439 procent) fors toegenomen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2016).

De gemiddelde kilowattuur (kWh) prijs in Nederland is € 0,22. Vanzelfsprekend kan dit bedrag variëren op basis van bijvoorbeeld het tarief van dag- en nachtstroom. Voor het thuisladen wordt door autofabrikanten een laadbox of –paal geadviseerd, omdat de gevraagde stroom van de auto de leveringscapaciteit van een gewoon stopcontact dikwijls overschrijdt. Hierdoor zou het langer duren voordat de accu helemaal is opgeladen. De prijs van een particuliere box of paal ligt tussen de € 1.500 en € 2.500 inclusief installatie.

Figuur 8. Semipubliek laadpunt Paterswoldseweg te Groningen



Bron: Bolle, 2015

De kosten van het openbaar laden verschillen per locatie en aanbieder. Alle kosten van een laadsessie worden doorberekend aan de gebruiker die een laadpas heeft waarmee je als het ware bij de laadpaal kunt in- en uitchecken. In veel gevallen wordt bij een publieke lader een starttarief en/of een tijdtarief in rekening gebracht. Daarnaast is de prijs per kWh van € 0,29 tot € 0,36 hoger dan het particuliere stroomtarief (Flowcharging, 2016). Voor snelladen worden veelal hogere tarieven in rekening gebracht. Zo bedraagt de prijs per kWh bij Fastned, een leverancier van snellaadstations langs de Nederlandse snelwegen, tussen de € 0,35 en € 0,79 (Fastned, 2016). De prijs is afhankelijk van het soort abonnement dat de bestuurder heeft.

Ruimtelijk economische effecten

Traditioneel wordt bij analyses in de economische geografie een verdeling gemaakt tussen stedelijke economie en regionale economie. Bij het eerste onderzoeksveld wordt gezocht naar hoe de economie in de stad werkt. Dat beperkt het geografische blikveld tot een enkele stad en dat is in deze studie niet aan de orde. Bij de categorie regionale economie gaat het om grotere gebieden. Dit blijkt ook uit de onderliggende vraag bij dit type van ruimtelijk economische analyse. In regionaal economische analyses staat namelijk de

interactie centraal die plaats vindt tussen regio's en waarom die interactie verschilt ten opzichte van andere gebieden (McCann, 2013, p. xxi).

In dit onderzoek worden onder ruimtelijk economische effecten de volgende zaken verstaan:

- Innovatie van elektrische auto's
- Branchesamenwerking
- Laadinfrastructuur

De innovatie van elektrische auto's is met het oog op bijvoorbeeld de accutechniek een mogelijk gevolg voor het ruimtelijk gedrag. De samenwerking met andere organisaties vormt een netwerk van economische aard. De laadinfrastructuur heeft een ruimtelijke component, omdat het een netwerk vormt.

Gebiedsafbakening

Binnen een geografische studie is een gebiedsafbakening onvermijdelijk. Omdat het hier om een exploratief onderzoek gaat, is voor de nationale schaal gekozen. Dat betekent dat Nederland als onderzoeksgebied fungeert. Er is echter niet alleen naar Nederland gekeken. In het onderzoek komen andere landen aan bod in zowel Europa als daarbuiten. De mate waarin over het buitenland wordt gesproken in dit onderzoek hangt af van de beschikbare secundaire informatie. Het is echter niet minder waardevol voor de beeldvorming van het onderzoeksonderwerp, omdat het in een breder perspectief geplaatst wordt. De focus op nationaal niveau brengt als voordeel met zich mee dat de gegevens gemakkelijk zijn te interpreteren en te vergelijken. Een ander argument is dat de regelgeving op het vlak van elektrisch rijden voornamelijk op nationaal niveau wordt georganiseerd. Dit kan ervoor zorgen dat aan de ene kant van de landsgrens er een heel andere uitwerking van het beleid is omtrent elektrische auto's dan aan de andere zijde. Door het nationale niveau te bestuderen, wordt het mogelijk om eventuele verschillen tussen landen te onderzoeken in de studie.

4. Resultaten kwalitatief onderzoek

In de gesprekken met de respondenten is veel informatie verzameld om de onderzoeksvragen van deze scriptie te kunnen beantwoorden. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste gegevens uit de gesprekken weergegeven. De conclusie van de resultaten en de beantwoording van de onderzoeksvragen volgt in hoofdstuk 5.

4.1. Invloed van de overheid op innovaties

In deze paragraaf gaat het over de relatie van de organisaties uit dit onderzoek met verschillende overheden. Dit omvat de Europese Unie, Rijksoverheid, provincies en gemeenten. Daarnaast gaat het over de invloed die de overheden hebben op elektrische auto's en de taak die ze volgens de respondenten zouden moeten hebben. Tot slot zijn de nationale doelstellingen op het vlak van elektrisch autorijden voorgelegd aan de respondenten.

ElaadNL heeft contact met alle lagen van de overheid. Zo werkt het heel veel samen met Economische Zaken, omdat ElaadNL nog het grootste netwerk van publieke laadpunten heeft in Nederland en daardoor veel ervaring en kennis heeft op dit gebied. Daarnaast is er regelmatig contact met gemeenten over laadpalen die er staan. Hierbij gaat het om 340 gemeenten. Met enkele provincies is ook nauwe betrokkenheid vanuit ElaadNL. Dit geldt voor Noord-Brabant en Gelderland. Via contactpersonen bij de netbeheerders heeft ElaadNL contacten op Europees niveau in Brussel voor lobby doeleinden.

Fastned en Allego hebben vooral contact met gemeenten. Allego geeft aan ook over provinciaal beleid mee te praten. Daarnaast is er het formule E-team dat op nationaal niveau opereert en praat over nieuwe samenwerkingsverbanden of optimalisaties die meerdere marktpartijen willen bereiken. Bij de Europese Unie zit Allego rond de tafel als adviseur wanneer het gaat om subsidie en standaardisering van laadvoorzieningen binnen de EU. Energy Expo geeft aan relaties te hebben met Drenthe en Groningen over subsidies, omdat deze provincies stimuleringsmaatregelen voeren voor de uitbreiding van het laadnetwerk. Nissan voert overleg met de overheid met name op Europees niveau over regelgeving. Dit gebeurt door de internationale afdeling van het automerk.

Overheden hebben volgens de respondenten een belangrijke taak wat betreft elektrische auto's. Dit hangt volgens ElaadNL samen met de interoperabiliteit.

“Dat is namelijk van algemeen belang, maar er is geen marktpartij die geld wil uitgeven aan algemeen belang.” (ElaadNL)

De markt van elektrisch vervoer is te belangrijk om ongereguleerd te laten en het zou veel goedkoper zijn wanneer het wordt georganiseerd vanuit de overheid. Allego vindt het voor een groot deel een

overheidstaak, omdat verduurzaming vanuit het openbaar bestuur is geïnitieerd. Eén van de mogelijkheden daarvoor is elektrisch rijden. Fastned vindt het vooral belangrijk dat de overheid consistent beleid voert dat lokaal goed wordt ingevuld. De markt zou vanaf 2015 echter zichzelf moeten kunnen bedruipen, waardoor de overheid een faciliterende rol moet aannemen. Wanneer er geen standvastig beleid is, zorgt dat voor nieuwe spelregels waar de markt zich aan moet aanpassen. Dat is voor het innovatieproces een belemmerende factor die het bestuur kan veroorzaken. Volgens Energy Expo hebben gemeenten een duidelijke taak bij het realiseren van de laadinfrastructuur. Daarnaast zouden ze een rol hebben in de communicatie en het voorzien van informatie over het laadnetwerk in de gemeente. Volgens Energy Expo bieden de subsidies vanuit Het Rijk voldoende financieel voordeel voor consumenten, waardoor provincies daar geen extra bijdrage aan hoeven te leveren.

De invloed die overheden op de bedrijfsvoering hebben is volgens Fastned nihil, terwijl Nissan stelt dat de overheid juist wel invloed heeft op hun activiteiten, bijvoorbeeld door subsidies op elektrische automodellen vanwege de doelstelling van een miljoen elektrische auto's in Nederland in 2020. De fabrikant ziet dat de stimuleringsmaatregelen erg van invloed zijn op de autoverkopen die zonder de huidige subsidies een stuk lager zouden uitvallen voor elektrische auto's. Een hogere vraag, betekent meer afzet en dat brengt de volgende fase van expansie in de productlevenscyclus dichterbij.

4.2. Samenwerking om innovatie mogelijk te maken

In deze paragraaf staan de resultaten en analyse van het topic 'organisaties' centraal. De bijbehorende vragen die naar voren zijn gekomen in alle interviews zijn: of men samenwerkt met andere organisaties of bedrijven op het gebied van elektrisch rijden en of er op ditzelfde vlak samenwerking plaatsvindt met onderwijsinstellingen.

De twee stichtingen in dit onderzoek, ElaadNL en Energy Expo, geven aan dat ze samenwerkingsverbanden hebben met hun achterban. In het geval van ElaadNL gaat het om de Nederlandse netbeheerders, waardoor deze stichting tachtig procent van alle aansluitingen in Nederland vertegenwoordigt. ElaadNL heeft veel contact met universiteiten omdat de stichting data heeft over onder andere laadgedrag waarmee onderzoek wordt gedaan. De Technische Universiteit Eindhoven wordt als voornaamste partner genoemd, maar er zijn ook contacten met de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen en de Hogeschool van Amsterdam. Voor Energy Expo geldt ook dat er samen wordt gewerkt met energieleveranciers, marktpartijen, overheden en onderwijsinstellingen in Noord-Nederland. Zo zijn Noorderpoort en Alfa College partners op MBO gebied. Op HBO niveau is het met name Entrance waar mee samen wordt gewerkt. De verbindingen met de Hanzehogeschool en Rijksuniversiteit Groningen zijn daardoor gemakkelijk. Er zijn ook verbindingen met de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen op het vlak van automotivestudies. Kennisdelen is een van de pijlers van de activiteiten van het kennisplatform Energy Expo.

Allego gaf aan dat ElaadNL een samenwerkingspartner is. Ze wisselen kennis uit met elkaar over de functionaliteit van laadpalen en openbare palen. Voor het aanvragen van netaansluitingen wordt samengewerkt met EV NL, wat tot voor kort een onderdeel was van ElaadNL. Dit leidt tot efficiëntiewinst. Verder gaf Allego over samenwerking met concurrenten aan:

“We werken samen met concurrenten. We lopen in Nederland tegen dezelfde dingen aan en dan kun je beter de krachten bundelen dan elkaar beconcurreren op de Nederlandse markt terwijl er een wereldmarkt aan onze voeten ligt.” (Allego)

Een voorbeeld van zo'n samenwerking is met The New Motion, een bedrijf dat laadoplossingen voor elektrische auto's biedt, waar Allego het snellaadnetwerk mee uitlegt in Berlijn. Daarnaast zit Allego met andere partijen rond de tafel om ervaringen met leveranciers uit te wisselen. Op het gebied van dienstverlening werkt Allego niet samen. Allego werkt samen met hogescholen, omdat het momenteel moeilijk is om aan geschoold personeel te komen in de energiesector. Met onderwijsinstellingen als de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Hogeschool van Amsterdam, Radboud Universiteit en de Technische Universiteit Eindhoven is Allego in gesprek om hun kennis in te zetten om het curriculum van opleidingen bij deze onderwijsinstellingen vorm te geven. Dat gebeurt ook op MBO niveau voor monteurs die leren omgaan met de techniek van een elektrische auto.

Het andere bedrijf in dit onderzoek dat voor laadinfrastructuur zorgt, namelijk Fastned, geeft aan samen te werken met leveranciers van stroom. Sinds de splitsingswet zijn in Nederland de energieleveranciers en netbeheerders gescheiden. In het geval van Fastned zijn Nuon, Eneco en Greenchoice de leveranciers van stroom. Daarnaast is er een specialistisch bouwteam uit Letland voor de realisatie van de stations. Dit bouwteam heeft in deze Baltische staat het eerste dekkende snellaadnetwerk ter wereld gebouwd. Wat betreft elektrisch rijden zijn er geen partijen waar Fastned mee samenwerkt. Er is volgens de respondent te weinig samenwerking met Fastned en het onderwijs. Een afstudeerder van de Technische Universiteit Delft houdt zich bij Fastned bezig met het ontwerpen van binnenstedelijke netwerken, maar dit is de enige relatie die het bedrijf heeft met een kennisinstelling.

Nissan is een Japans automerk dat een alliantie vormt met de Franse autofabrikant Renault. Dit maakt dat beide fabrikanten samenwerkingspartners zijn. Er vindt daarnaast samenwerking plaats met andere autofabrikanten op het gebied van accu's. Zo worden er door de Europese *Research and Development* afdelingen op dat vlak ervaringen en expertise gedeeld met Mercedes-Benz wat de ontwikkelingen zal versnellen volgens de respondent van Nissan.

“Ik weet dat de verbanden er zijn en dat ze (Nissan en Mercedes-Benz) bij elkaar in de keuken kijken om te zien hoe dingen kunnen worden verbeterd.” (Nissan)

Verder gaf de respondent van Nissan aan dat er in Brussel gelobbyd wordt door organisaties over regelgeving en subsidiemogelijkheden voor schone auto's. Die lobbyende organisaties bestaan uit internationale samenwerkingsverbanden van autofabrikanten. Nissan Nederland is internationaal gezien een kleine marketing afdeling die op onderwijsgebied alleen lijnen heeft met Innovam. Dat is een opleidingsinstituut van de autobranche waar medewerkers worden getraind in autotechnieken.

In de pioniersfase van elektrisch autorijden in Nederland lijkt er sprake te zijn van bijzondere samenwerkingen. Het gemeenschappelijk doel om de nieuwe techniek in de bestaande markt een plaats te veroveren staat hoog op de prioriteitenlijst van de organisatie. Vanuit dit streven wordt de stap gezet naar samenwerkingsverbanden wat gestimuleerd kan worden door platforms. In de gevallen van de respondenten zijn er een beperkt aantal partijen waar kennis mee wordt uitgewisseld. Het betreft meestal uitwisseling van expertise en gezamenlijke belangenbehartiging richting een overheidsorgaan. Met onderwijsinstellingen bestaat een wederzijdse connectie, behalve bij Fastned. Deze onderneming zou daar wel behoefte aan hebben.

4.3. Geografische verspreiding

Vragen die onder het thema geografische verspreiding vallen zijn: waar de activiteiten van de respondenten voornamelijk plaatsvinden, welk land of regio volgens de respondent leidend is op het gebied van elektrisch autorijden en of er in Nederland specifieke kennis aanwezig is die bruikbaar is voor de organisatie? Daarnaast wordt in deze paragraaf ingegaan op de vraag of de laadinfrastructuur volgend is op de elektrische auto of vice versa.

Alle respondenten werken bij organisaties die hun thuisbasis in Nederland hebben. Stichting ElaadNL is gevestigd in Duiven, Energy Expo in de stad Groningen, Fastned heeft het kantoor in Amsterdam, Nissan Nederland is in Amsterdam gevestigd en Allego heeft zijn vestiging in Arnhem. Toch wil dat niet zeggen dat deze organisaties zich uitsluitend op de Nederlandse markt richten. Allego bijvoorbeeld, is werkzaam in Nederland, België en Duitsland. Zij geeft aan dat België nu nog een markt in het beginstadium van de ontwikkeling van laadvoorzieningen is, maar dat Duitsland in vergelijking al een stuk verder is op het gebied van elektrisch rijden. De organisatie wil in Duitsland corridors van laadpalen gaan plaatsen, zodat je daar volledig elektrisch van A naar B kunt reizen over de snelwegen. Om dit te bereiken heeft Allego recent een deal gesloten in Berlijn. Door de beperking die de elektrische auto heeft ten aanzien van het rijbereik, is het noodzakelijk om een dekkend snellaadnetwerk te hebben. Daardoor zal de consument, ondanks de limitatie, de elektromotor als volwaardige alternatieve aandrijving van een verbrandingsmotor kunnen beschouwen. Totdat de accutechniek verder is gevorderd en een grotere actieradius mogelijk maakt tegen een concurrerende prijsniveau, is een laadnetwerk essentieel voor expansie van elektrisch rijden.

Fastned heeft evenals Allego toekomstplannen voor het buitenland. Momenteel opereert het bedrijf alleen in Nederland, maar het heeft een Europese subsidie binnengehaald voor laadpalen in Duitsland. Fastned wil net als Allego meewerken aan een corridor van laadpalen, in dit geval van Wenen naar Stockholm. Fastned zal hiervan de realisatie van het Nederlandse en Duitse gedeelte op zich nemen.

Op de vraag aan Fastned waarom het zich juist richt op de Duitse markt wordt als antwoord gegeven dat Duitsland in vele opzichten een interessant land voor hen is. Zo heeft Duitsland een autolcultuur met een grote auto-industrie waarin veel Duitse automerken serieus kijken naar de ontwikkeling van elektrische auto's. Verder is het een groot land met een centrale markt. En niet onbelangrijk voor Fastned is dat het vanuit Nederland gemakkelijk te bereiken is.

“En één van de belangrijkste punten is dat er infrastructuur in Duitsland moet worden geplaatst. Dus dat is interessant voor ons.” (Fastned)

Wanneer Duitsers voor een groot deel zouden overgaan op elektrisch rijden, kan dat voor Europa een hefboomeffect veroorzaken. De Europese auto-industrie is immers in Duitsland geconcentreerd en die sector kan een voortrekkersrol in de wereldmarkt gaan spelen wanneer het zich committeert aan de elektrische auto. Daarnaast is Duitsland op Rusland na de staat met de meeste inwoners en het heeft dus een grote thuismarkt en een aanzienlijke kritische massa.

We zien dat het internationale bedrijf Nissan zich met zijn activiteiten richt op de hele wereld. Nissan Nederland heeft als aandachtsgebied de Nederlandse markt, maar er bestaan over de hele wereld vele vestigingen van Nissan.

Wanneer de respondenten gevraagd wordt naar de leidende markten op gebied van elektrisch rijden en de elektrische infrastructuur, noemen zij allen Nederland als een land dat internationaal voorop loopt. Redenen die hiervoor gegeven worden is dat partijen in goed overleg met plannen komen en dat Nederland een relatief klein land is met een poldercultuur. Ook heeft de overheid hier aan bijgedragen met interessante regelingen voor bijvoorbeeld zakelijke rijders.

“Vanuit Nissan wereldwijd is Nederland benoemd als een van de speerpunt landen wat betreft het uitrollen van het EV traject binnen de organisatie.” (Nissan)

Zoals hierboven wordt genoemd, is Duitsland ook een voorloper op het gebied van elektrisch rijden. Energy Expo roemt het kabinet overstijgende beleid in Duitsland, zodat je als consument weet waar je aan toe bent. Het stabiele bestuurlijke kader stimuleert om activiteiten te ontplooiën. De kans op desinvesteringen

of inspanningen die tevergeefs blijken te zijn door veranderend beleid zijn processen die frustrerend werken bij het innovatietraject.

Een ander land met een voortrekkersrol dat veel genoemd wordt is Noorwegen. In het interview met Fastned komt naar voren dat de fysieke ruimte in Noorwegen heel anders is dan in Nederland. In Noorwegen zijn er banen op de snelweg en in steden aangelegd speciaal voor elektrische auto's. Hierbij wordt aangegeven dat meer ruimte ook meer mogelijkheden biedt voor elektrisch rijden. Vanuit het standpunt van Fastned is dat een begrijpelijke analyse, omdat zij een laadnetwerk langs snelwegen exploiteren. In Nederland is de fysieke ruimte daarvoor zeer beperkt, terwijl de uitgestrektheid van Noorwegen op dat vlak kansen biedt. Nissan geeft aan dat in Noorwegen veel positieve verkoopontwikkelingen zichtbaar zijn van elektrische auto's. De infrastructuur is daar goed voor elkaar en elektrisch rijden wordt gestimuleerd door subsidieregelingen.

Door Fastned worden ook negatieve kanten van subsidieregelingen gezien, bijvoorbeeld in Letland en Denemarken. Daar is het elektrisch rijden niet genoeg commercieel uitgebuit, waardoor er laadstations gebouwd zijn door overheidspartijen waar geen klanten komen. Fastned ziet graag dat de overheid in Nederland het elektrisch rijden en het plaatsen van laadpalen nu overlaat aan de markt. Voor de respondenten zijn de locaties van de laadpalen en de laadinfrastructuur erg belangrijk vanuit commercieel oogpunt. Allego heeft sinds twee jaar samen met The New Motion een netwerk van laadpalen ingericht die onder andere gevestigd zijn bij een restaurantketen. Op dat moment valt het bijladen te combineren met andere activiteiten, zoals een rustpauze, vergadering of nachtrust.

Is de auto volgend op de infrastructuur of vice versa? In Nederland is er voor gekozen om eerst de laadinfrastructuur op poten te zetten. Volgens Allego heeft ElaadNL daar heel veel aan bijgedragen. Wanneer de laadvoorziening goed geregeld is, kunnen autoverkopen van de grond komen. Bij Nissan merken ze dat het een moeizaam proces is. Als er te weinig palen staan, worden de auto's niet verkocht. Het standpunt van Nissan is dan ook dat de auto er is en de laadinfrastructuur nog moet worden uitgebreid. Met name de energieleveranciers zouden daar volgens Nissan voor moeten zorgen. Om het verspreidingsproces verder op gang te krijgen, heeft Nissan ook laadpalen op openbare locaties geplaatst.

Volgens Energy Expo heerste het idee in Nederland om laadpalen te plaatsen waarna de e-auto vanzelf zou komen. Dat blijkt niet het geval te zijn. Vanwege kostenefficiëntie zou de laadinfrastructuur dan ook na de auto moeten komen. Dat is het geval in de stad Groningen. Energy Expo gaf aan dat mensen bereid zijn om tot 400 meter te lopen van de openbare laadplaats naar de bestemming. Daarnaast werd gezegd dat driekwart van de berijders van een stekkerauto een oprit of garagebox heeft. Dat maakt het thuisladen gemakkelijker, omdat er geen gebruik gemaakt hoeft te worden van een openbare laadpaal. ElaadNL zei dat openbare laadpunten voor met name de tweede kopersgroep die geen oprit of garage heeft van belang zijn,

omdat zij op straat moet laden. Ongeveer een derde van de Nederlanders heeft een parkeerplaats op particulier terrein. Voor een publieke paal is de *business case* valide wanneer er voldoende bezoekers zijn. Om die reden plaatst Allego laadpalen op plaatsen waar veel verkeer valt te verwachten. Daar komt bij dat berijders het liefst thuis en op het werk laden, zodat onderweg laden incidenteel is. Dat is ingegeven door de gemiddelde laadtijd die de duur van een reguliere tankbeurt ver overschrijdt.

Een dekkend laadnetwerk voor volledig elektrische auto's is erg belangrijk volgens alle respondenten. ElaadNL maakt daarbij de kanttekening dat het commercieel helemaal niet belangrijk is, maar vanuit maatschappelijk oogpunt wel. Het is namelijk een *pull factor* voor een bepaalde kopersgroep die anders niet overstag gaat. Met het plaatsen van laadpalen wordt meer vertrouwen gekweekt onder potentiële rijders.

“Het is van belang dat je weet dat op de plekken waar je veel komt kunt laden, anders durf je veel minder ver te rijden.” (Allego)

Een studie in Japan heeft aangetoond dat men zeven keer verder rijdt wanneer men weet dat er onderweg een snellaadpunt aanwezig is, terwijl die laadvoorziening niet wordt gebruikt (Anegawa, 2010, p. 7). Het psychologisch laden is voor plug-in hybrides minder essentieel, omdat die op fossiele brandstof kunnen rijden. Daarmee is bij dit type aandrijving de *range anxiety* ondervangen. Wanneer een dergelijke auto een snellaad optie heeft, wordt er onderweg wel mee geladen volgens de gegevens van Fastned. Een voordeel bij snelladen is dat de accu's meestal niet volledig leeg zijn wanneer er bijgeladen wordt. Daarnaast worden de batterijen niet volledig opgeladen wanneer men vertrekt. Hierdoor laadt men voornamelijk de capaciteit in het 'middengebied' van een accu wat gunstig is voor de laadtijd. In de startfase bij een volledig lege accu en de eindfase van een bijna volle accu gaat het laden namelijk langzamer. Energy Expo stipt aan dat we met snelladen wel te maken hebben met piekbelasting en een verminderde levensduur van de accu.

Hoe het laadpalennetwerk van de organisaties er uitziet is heel verschillend, evenals de totstandkoming ervan. Bij het plaatsen van palen had ElaadNL het plan om 80 procent te plaatsen bij iemand met een elektrische auto. Het resterende deel bestaat uit zogenaamde strategische palen die op een politiek wenselijke plaats kwamen. De locatie van die palen werd bepaald door gemeentebestuurders. In de grote steden zie je een concentratie van laadpalen die door ElaadNL zijn geplaatst, omdat daar de meeste mensen wonen die een elektrische auto hebben aangeschaft. Allego heeft cirkels in Nederland getrokken waardoor er iedere 75 kilometer een lader van hen zou moeten staan mits er een goede locatie is. Dat is in veel gevallen op het parkeerterrein van een restaurantketen, omdat de New Motion daar een deal mee heeft. Ook Nissan heeft gekeken naar toegankelijke locaties zoals wegrestaurants of winkelcentra. Bij winkelen verblijft men langer op dezelfde plek en daarom voldoen gewone laders. Nissan heeft 40 snellaadpalen in Nederland. In Europa zijn er in totaal 200 laadpalen van de autofabrikant geplaatst. Doordat de afstanden tussen steden in Nederland relatief kort zijn, is door Nissan bewust gekozen voor een hoge concentratie van

palen ten opzichte van andere Europese landen. Daarnaast gaf de respondent aan dat Nissan erkent dat Nederland voorop loopt in elektrisch vervoer en daardoor een aandachtsgebied is.

Voor snelladers worden locaties langs de snelweg geprefereerd, omdat men dan niet hoeft om te rijden gedurende de reis. Fastned heeft de locaties langs de snelweg door middel van een openbare aanbesteding verworven. In Nederland zijn er 245 brandstofstations langs de rijkswegen en voor 201 locaties heeft Fastned de concessies van Rijkswaterstaat verworven. Op bijna al die plekken gaat het bedrijf snellaadstations realiseren. Energy Expo en de gemeenten in Groningen hebben alle P&R's voorzien van laadpalen. Daarnaast zijn bijna alle parkeergarages in de stad Groningen voorzien van palen. Verder staan er met name palen op bedrijventerreinen op de grond van MKB'ers.

“De stad Groningen kan betiteld worden als goed voorzien wat laadinfra betreft. In de provincie Groningen staat her en der wel een paal, maar daar is de vraag minimaal.” (Energy Expo)

In ruim één jaar tijd is het aantal laadpalen in de gemeente Groningen gestegen van zeven naar 130. Naar inwoneraantal exclusief studenten is dat relatief veel. Er is een loket vanuit de provincie Groningen waar een particulier een openbare laadpaal kan aanvragen. De locatie hangt dan af van het woonadres van de aanvrager van de laadpaal.

Fastned verwacht niet dat beide snellaadstekkers, CHAdeMO en Combo, gaan integreren. Het zijn namelijk twee ontwikkellijnen. Nissan, wat CHAdeMO toepast, zou het wenselijk vinden dat er een standaard komt voor snelladen. Het Kennisinstituut Laadinfrastructuur dat onder andere vanuit ElaadNL is opgericht praat op Europees niveau over de standaardisering van autostekkers. Voor autofabrikanten is de prikkel voor één snellader niet sterk aanwezig, omdat de laadstations worden ingericht op de huidige situatie. Daarom valt niet te verwachten dat een universele lader snel wordt geïntroduceerd.

4.4. innovatie

In deze paragraaf staan de resultaten en analyse op het gebied van innovatie beschreven. Onderwerpen die aan de orde komen zijn factoren die elektrisch rijden stimuleren of juist afremmen. Maar ook de rol van autofabrikanten, patenten op innovaties rondom elektrisch rijden en veranderingen in de toekomst die elektrisch rijden met zich mee zullen brengen, komen aan de orde.

Op de vraag wat consumenten stimuleert om elektrisch te gaan rijden, wordt voornamelijk geantwoord dat dit subsidiemaatregelen zijn van de overheid. Door bijtellingsmaatregelen is vooral de hybride auto in Nederland erg populair. De Nederlandse autorijder is sterk financieel gestuurd en daardoor op dat punt beïnvloedbaar.

“In het buitenland gebeurt weinig, omdat de maatregelen daar niet zijn en mensen uit zichzelf beperkt dat soort (elektrische) auto’s kopen.” (ElaadNL)

Over de factoren die elektrisch rijden juist afremmen zijn de respondenten minder eensgezind. Bij stichting ElaadNL ziet men vooral dat elektrische auto’s een moeilijk dossier vormt voor gemeenten. Elektrisch vervoer is een onderwerp dat vele beleidsterreinen raakt. Veel gemeenten in de randstad zitten met een parkeertekort en tegelijkertijd zijn de parkeeropbrengsten een belangrijke bron van inkomsten. Gemeenten willen zich echter ook graag inzetten voor schone manieren van vervoer. Dat kan door parkeervoorzieningen te creëren voor e-auto’s. Momenteel mogen elektrische auto’s in de gemeente Amsterdam gratis parkeren en goedkoop laden doordat de gemeente bijlegt op de laadprijs omdat zij een maximum hebben gesteld aan de prijs die de exploitant mag vragen aan de gebruiker. Wat gebeurt er wanneer dit wegvalt en de gebruiker het volledige bedrag moet betalen? Waarschijnlijk werkt dat niet stimulerend voor de bezitter van een elektrische auto en zal hij of zijn wagen daar niet opladen. Tevens ziet ElaadNL dat gemeenten verantwoordelijk zijn voor de openbare ruimte en dat zij deze ruimte ook mooi willen inrichten. Een esthetisch fraaie oplossing is een oplaadpunt die verwerkt is in een lantaarnpaal. Dat is echter erg kostbaar en daardoor niet levensvatbaar. Gemeenten hebben daarvoor een te beperkt budget en maatschappelijk gezien andere prioriteiten. Toch ziet ElaadNL dat veel burgers verwachten dat hun gemeente voor oplaadpunten zorgt en daarom wenden zij zich tot de lokale overheid voor de realisatie van laadpalen.

Allego ziet de afremmende factor voornamelijk in het feit dat de elektrische auto’s nog te duur zijn. Slechts een kleine groep particulieren koopt een nieuwe auto en een elektrische auto is nog niet haalbaar voor de modale burger. Nieuwe technieken komen eerst in dure auto’s en daarna stroomt dat door naar de wat goedkopere modellen. De respondent van Allego noemt dit echter geen tegenwind of een afremmende factor, maar een logisch feit. Vooralsnog betekent het gegeven prijsniveau wel dat de e-auto niet wijdverspreid is. Hierdoor gaan ontwikkelingen relatief langzaam tot het moment waarop voldoende kritische massa is ontwikkeld en verbeteringen elkaar in een snel tempo zullen opvolgen. De respondent van Allego draagt als een voorbeeld van tegenwind het negatieve imago van elektrische auto’s in de media aan. Hiermee wordt bijvoorbeeld bedoeld dat de batterij een korte levensduur zou hebben of dat het heel moeilijk is om te laden zonder geen eigen oprit. Hier zouden de overheid en de media volgens Allego een meer voorlichtende rol in kunnen hebben.

Bij Fastned ziet men auto’s op waterstof als een concurrent van het elektrisch rijden. Hierbij plaatst de respondent wel de kanttekening dat waterstof wordt verkregen door gasverbranding en dat hier vanwege het milieu-effect heel weinig mensen in zullen investeren. In plaats van omzetten naar waterstof, is het energetisch gunstiger om de elektriciteit rechtstreeks te gebruiken voor de aandrijving van auto’s. Tevens zijn er nog maar heel weinig automerken die een waterstofauto op de markt hebben gebracht. Waterstof is volgens Fastned meer iets voor Azië. Het automerk Toyota heeft twee waterstofauto’s, maar in Nederland

zijn er ter vergelijking twaalf merken die een elektrisch auto aanbieden. Daarnaast zijn in Nederland al meer dan duizend laadpalen en maar een handvol waterstofstations.

Fastned ziet nog een andere bedreiging voor het succes van elektrische auto's en dat is dat er simpelweg te weinig elektrische auto's worden verkocht. Dit ligt in lijn met wat de respondent van Allego ook aangaf.

“De enige bedreiging voor elektrisch rijden is dat men de auto's niet koopt. De kritische waarde moet worden bereikt waarbij een vliegwiël ontstaat. Dat is over ongeveer twee jaar verwacht ik. Anders sterft een hele goede techniek een stille dood.” (Fastned)

De respondent van Nissan geeft aan in de steeds zuiniger wordende brandstofmotoren een concurrent te zien voor de elektrische auto. Wanneer brandstofmotoren steeds zuiniger worden, is het voor elektrische auto's steeds moeilijker om een verschil te maken, het zeilschipeffect. Maar als het gaat om de aandrijving van elektrische auto's is er nog veel verbetering mogelijk.

Wanneer het gaat om factoren die de verkoop van elektrische auto's kunnen beperken noemt de respondent van Energy Expo tot slot het rijbereik van een auto. Het gevoel van bewegingsvrijheid wordt gelimiteerd. Daarnaast speelt de vraag waar geladen moet worden. Willen we wel dat iedereen binnenkort overstapt op elektrisch rijden? De respondent geeft aan van niet, want dat zou het elektriciteitsnet niet aankunnen. Voor de traditionele benadering van laden kan dat het geval zijn, echter is het mogelijk om tijdens daluren auto's te laden en gedurende de piekbelasting kunnen de auto-accu's als buffer fungeren. Het voorbeeld van de binnenstad van Groningen wordt gegeven, omdat daar niet overal laadpalen staan. Dat zou zijn vanwege het verouderde elektriciteitsnet. Verder wordt de ontwikkeling van inductief laden genoemd. Dit is het principe van laden zonder stekker. Dat remt volgens de gesprekspartner de vooruitgang van de huidige techniek, omdat men op die vooruitgang wacht. Inductief laden boven een plaat moet binnen een jaar of vijf gemeengoed zijn. In Europa zijn grote nationale verschillen, maar Energy Expo verwacht dat in 2030 tien procent elektrisch rijdt, twintig procent op waterstof, vijf procent op biobrandstof en de rest op benzine en diesel.

Het volgende onderwerp dat aan de orde komt op het gebied van innovatie gaat over de rol van de autofabrikanten. De respondenten van ElaadNL, Fastned en Nissan hebben hier hun mening over gegeven en zijn het er over eens: de rol van de autofabrikanten is heel erg belangrijk.

De respondent van ElaadNL geeft het voorbeeld van de batterijtechniek. Volgens hem worden er door bedrijven miljarden geïnvesteerd in deze batterijen en hij verwacht dat daar vooruitgang zal worden geboekt. Wanneer de techniek verbeterd wordt, zal de toepassing ook op kleinere en goedkopere auto's worden ingezet. Hiermee blijven ontwikkelingen komen en kan de capaciteit van de batterij elk jaar verdubbeld worden, zoals de wet van Moore.

Bij Fastned ziet men naast de innovatieve kant van fabrikanten ook een zijde waarbij de fabrikant haar verkoopkanalen inzet om de elektrische auto's ook daadwerkelijk te kunnen verkopen. De automarkt is volgens de respondent een stugge markt, waar al honderd jaar verbrandingsmotoren worden verkocht die incrementeel zijn verbeterd in die periode. Het is daarom voor de autosector een hele omschakeling naar de elektrische aandrijftrein. Dit is volgens Fastned primair een taak van autofabrikanten. Zelf probeert Fastned hier op in te spelen door bij de opening van een nieuw laadstation dealers en klanten uit de buurt uit te nodigen.

“De mindset van deze petrolheads moet veranderen.” (Fastned)

Tot slot stipt de respondent van Nissan ook het maatschappelijke belang aan van een autofabrikant, voornamelijk op het gebied van duurzaamheid. Hij geeft aan dat Renault-Nissan haar verantwoordelijkheid neemt in het zoeken naar oplossingen voor duurzame aandrijving en milieuvriendelijk hergebruik van auto-onderdelen.

Eén van de autofabrikanten die zich bezighoudt met elektrische auto's en innovaties op het gebied van de batterijen voor elektrische auto's is Tesla. Aan de respondenten is gevraagd of zij verwachten dat het vrijgeven van patenten van Tesla invloed heeft op de ontwikkelingen van e-auto's. Volgens de respondent van Fastned zal er niets veranderen na het vrijgeven van de patenten door de autofabrikant. Hij geeft aan dat de vrijgegeven octrooien bijna geen waarde of kennis in zich hadden. Hij geeft als voorbeeld dat ABB, een grote leverancier van snellaadsystemen, nog steeds niet kan zien hoe de codering van Tesla in elkaar zit. Volgens deze respondent pretendeert Tesla transparant te zijn, maar is dat in de praktijk niet het geval. De respondent van Energy Expo sluit hier bij aan en zegt ook dat het vrijgeven van deze patenten nauwelijks effect heeft op andere fabrikanten. Als voordeel van het vrijgeven van patenten zien ze bij Energy Expo alleen dat studenten informatie uit de patenten kunnen halen.

De respondent van Nissan zegt dat men de kennis op het gebied van de accu's voornamelijk deelt met Mercedes-Benz. Nissan zal wel kijken wat het kan leren van Tesla, maar de respondent noemt Tesla een apart verhaal in de autobranche, omdat het een toetreders van de markt is. Bij Allego verwachten ze dat de openheid van Tesla ook een openheid bij de andere fabrikanten teweeg gaat brengen. Je behoudt niet langer een voorsprong door geen kennis te delen. Allego merkt zelf dat fabrikanten al toegankelijker zijn geworden. Er moet overlegd worden als Allego een netwerk wil uitrollen. Zij hebben daarvoor gegevens nodig van autofabrikanten. Er worden deals aangegaan waarbij men elkaar informeert over toekomstplannen van autofabrikanten.

De effecten van het vrijgeven van de patenten van Tesla vallen volgens de respondenten dus heel erg mee. Maar hoe ziet de toekomst met de elektrische auto eruit? Welke veranderingen zijn het grootst en welke

belangrijke veranderingen zitten er nog aan te komen? Allereerst de grootste verandering van de afgelopen jaren. Hierbij is het niet te missen dat er steeds meer laadpalen in het straatbeeld komen. De respondent van Nissan geeft aan dat men met een elektrische auto anders met de tijd om moet gaan. Gebruikers moeten hun reis meer plannen. Vanwege de stilte van de auto geeft de respondent van Nissan aan dat het rustgevender is om een e-auto te rijden. Tevens noemt de respondent dat elektrisch rijden een voorbode is voor autonoom rijden. Deze ontwikkeling zal veel kunnen gaan veranderen voor de gebruiker. Bij autonoom rijden worden elektrische systemen aangestuurd die de auto besturen. Een batterij-auto is met die ontwikkeling makkelijker te paren dan een verbrandingsmotor.

Volgens de respondent van Energy Expo geeft het elektrisch rijden ook een impuls aan de discussie rondom het gebruik van fossiele brandstoffen en de leveranciers daarvan. Dit wordt ook opgemerkt door ElaadNL. De respondent van ElaadNL zegt dat de rolverdeling tussen netbeheerders, de markt en de overheid lastig was. Sinds kort is er een samenwerking, omdat iedereen belang heeft bij een sluitende *business case*. In 2015 is het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur opgericht om kennis te delen, bijvoorbeeld met gemeenten. Netbeheerders, energieleveranciers, kennisinstellingen, overheden en marktpartijen participeren in deze stichting. Deze partijen en het ministerie van Economische Zaken brengen financiële middelen in. Dit is een belangrijke ontwikkeling van de afgelopen tijd op het gebied van samenwerkingsverbanden.

De elektrische auto kan volgens Allego goed concurreren met een auto met verbrandingsmotor. Nissan sluit zich hierbij aan, hoewel de respondent de beperkte actieradius als struikelblok noemt. De mate waarin de elektrische auto concurrerend is, hangt sterk af van de ontwikkelingen van andere technieken waarmee wordt geconcurrereerd aldus Nissan. Energy Expo geeft een genuanceerd antwoord op de vraag over de concurrentiestrijd tussen elektrische auto's en conventionele auto's. Evenals Nissan zegt de respondent dat de actieradius van een elektrische auto nog te beperkt is. Fastned is stellig in de bewering dat de stekkerauto geen concurrent is van auto's met een brandstofmotor, wanneer je althans afgaat op de verkoopaantallen.

“Er zijn in Nederland acht miljoen auto's, dus wie heeft er geen auto?” (Fastned)

De levenscyclus van een auto eindigt bij het recyclingproces. Volgens ElaadNL wordt de elektrische auto op dit punt kritisch bekeken, omdat hier de vraag rijst hoe milieuvriendelijk de elektrische auto is bij de sloop. In veel gevallen wordt de levensduur van de accu gelijkgesteld met de levensduur van de auto. Dit hoeft echter niet het geval te zijn. Men zou kunnen zeggen dat wanneer de recycling industrie er geld voor over heeft, de accu een waarde heeft. De Nissan Leaf is voor negentig procent recyclebaar. Momenteel onderzoekt de fabrikant of de lithiumaccu een tweede leven kan krijgen in de vorm van bijvoorbeeld een buffer voor duurzaam opgewekte energie. Zo is er het plan om de afgedankte batterijen

in serie te plaatsen bij windmolens of zonnecellen, zodat bij overcapaciteit de energie wordt opgeslagen. Vervolgens kunnen de accupakketten bij een piekbehoefte energie leveren aan het elektriciteitsnet. Dit kan ook worden toegepast in huishoudens (D-INCERT, 2011, p. 36). Met een dergelijke *second life* oplossing worden de grondstoffen waar de batterijen van zijn gemaakt optimaal benut. De batterijen kunnen voor 95 procent gerecycled worden (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015).

De respondenten zien de toekomst van elektrisch rijden rooskleurig in. Dat is niet verwonderlijk, omdat zij in die branche werken. Volgens de respondent van Allego zal de markt voor elektrische auto's alleen maar blijven groeien. Er zijn nog vele technologieën in ontwikkeling, zoals inductieladen en *charge while drive* waarbij het voertuig rijdend van stroom wordt voorzien. Volgens de respondent van Allego is het van belang om als Nederland de kennis en kunde over elektrisch rijden te exporteren. Volgens deze respondent is er veel geld te verdienen met het vermarkten van de expertise op het vlak van laadinfrastructuur. Daarin zou men wel gezamenlijk moeten optrekken, ondanks dat men elkaars concurrent is. Volgens Allego moet de overheid hier een leidende rol in nemen, omdat het organisatiebelangen overstijgt.

5. Conclusie

In deze masterscriptie is getracht om de drie deelvragen te beantwoorden die leiden tot de beantwoording van de volgende hoofdvraag.

Op welke manier worden innovaties op het gebied van elektrisch autorijden in Nederland gestimuleerd of geremd?

Op basis van het literatuuronderzoek is een vertaalslag gemaakt naar het onderzoeksonderwerp. Deze veronderstellingen zijn getoetst bij respondenten die werkzaam zijn op het terrein van elektrisch autorijden. In dit hoofdstuk staat de beantwoording van de onderzoeksvragen centraal. Eerst worden de deelvragen besproken, waarna een antwoord wordt gegeven op de hoofdvraag van deze scriptie.

Deelvraag 1

Wat is de invloed van overheden op de stimulering van de elektrische auto?

Alle respondenten geven aan dat de overheid een belangrijke taak heeft in het stimuleren van elektrisch autorijden. Dit komt overeen met de theorie dat in een ontluikende sector de overheidssturing van grote invloed is (Van der Vinne, 2007). Daarnaast valt op dat men eensgezind positief is over de haalbaarheid van de doelstelling om 200.000 elektrische voertuigen te hebben in 2020. Van Lente (1993) en Borup en collega's (2006) beschreven dat verwachtingen van groot belang zijn voor innovatieve ontwikkelingen. De respondenten onderschrijven dat van de doelstelling een stimulerende werking uitgaat. Naar de haalbaarheid van de visie op de overheidsdoelstelling om in 2025 een miljoen elektrische voertuigen te hebben rijden wordt meer divers gekeken. ElaadNL en Allego zijn op dit vlak het meest positief, terwijl Fastned en Nissan hier sceptischer over zijn. Op Nissan na hebben alle respondenten contact met gemeenten. Dit is in lijn met Nissan's activiteiten die zijn gericht op het verkopen van auto's wat buiten de sfeer van beleid of ruimtelijke ordening ligt.

Tot slot geven de respondenten aan dat subsidiemaatregelen erg belangrijk zijn en één van de voornaamste redenen dat Nederland voorop loopt als het gaat om elektrisch rijden. Dit komt overeen met de theorie dat reguleringen en subsidies nieuwe initiatieven kunnen beschermen en belonen. Dat stimuleert het innovatieklimaat.

Alle respondenten zijn het er over eens dat Nederland, Duitsland en Noorwegen leidende markten zijn op het gebied van elektrisch rijden. Dat er op nationaal niveau grote verschillen zijn, hangt samen met de sterke impact van stimuleringsbeleid. Locaties van laadpalen worden in Nederland vooral gezocht in de Randstad. Hier zijn laadpalen momenteel het meest rendabel, omdat daar de meeste elektrische auto's rondrijden. Hier creëren lokale overheden gunstige omstandigheden voor de verspreiding van elektrisch

autorijden. Daarnaast hebben de Nederlandse overheden als een soort *launch customer* actief ingezet op de realisatie van laadinfrastructuur, waardoor op dat vlak veel expertise is opgebouwd.

Deelvraag 2

Wat is het effect van branchesamenwerking op innovaties binnen elektrische auto's?

In een nieuwe sector valt vanuit wetenschappelijk oogpunt te verwachten dat men meer gericht is op samenwerking. Dit kan zowel met andere bedrijven zijn, die al dan niet commercieel zijn ingesteld, als met onderwijsinstellingen. Samenwerkingsverbanden met andere commerciële partijen zijn niet uniek voor bedrijven, maar wel wanneer het gaat om samenwerking met directe concurrenten. Dit is binnen de sector van de e-auto terug te zien bij Allego en Nissan die beide samenwerken met concurrerende marktpartijen om de innovatiekracht te versterken. Fastned heeft als commerciële organisatie veel minder samenwerkingsverbanden. Bij de uitrol van het netwerk maken ze gebruik van een specialistisch bedrijf dat ervaring heeft opgedaan met het bouwen van een snellaadnetwerk. De beide stichtingen hebben een sterke relatie met hun achterban en doen relatief veel op het vlak van onderzoek, waardoor er een sterke relatie is met het onderwijs op alle niveaus. Op dit vlak zal het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur ook een rol kunnen gaan spelen. Allego zit voornamelijk met hogescholen rond de tafel, terwijl Fastned het contact met onderwijsinstellingen graag ziet toenemen. Nissan Nederland heeft geen link met regulier onderwijs, wat te maken heeft met de functie als Nederlandse marketing partij binnen het mondiale autoconcern. De noodzaak voor samenwerking lijkt vooral gevoed te worden door de voortrekkersrol die Nederland in de wereld heeft. Dat zorgt voor een algemene interesse die het belang van de organisatie overstijgt. Verder biedt de Nederlandse uitgangspositie als koploper commerciële kansen om de kennis en kunde te vermarkten.

Bij het ontstaan van een branche valt te verwachten dat er nieuwe toetreders zijn. Tesla is het voorbeeld van een automerk dat zich als nieuwe speler heeft aangediend. Lundvall (1988) stelt dat bij innovatie learning-by-doing belangrijk is, waarbij producenten van gebruikers en elkaar leren hoe een techniek verbeterd kan worden. Op die manier wordt innovatie bevorderd en dat blijkt bij de e-auto ook het geval te zijn. Het vrijgeven van patenten lijkt vanuit theoretisch oogpunt gunstig voor de ontwikkelingen, maar het moet daarbij wel gaan om cruciale zaken.

Deelvraag 3

Welke invloed heeft de vraag van gebruikers op elektrisch autorijden?

De laadinfrastructuur is een belangrijke factor voor het gebruik van elektrische auto's. Het kip-ei probleem wat betreft laadinfrastructuur en elektrische auto's wordt door de respondenten eenduidig gepareerd. In de Nederlandse situatie is er mede door de overheid eerst gezorgd voor de laadinfrastructuur. Momenteel komen de verkopen van elektrische auto's nog onvoldoende op gang om te zorgen voor een doorbraak,

getuige de schever wordende verhouding elektrische- en semi-elektrische auto's in de afgelopen jaren. Op particulier niveau is sprake van infrastructuur die de auto volgt. Dit heeft er mee te maken dat er voor het exploiteren van een laadpaal of –station voldoende vraag moet zijn wil het renderen. Fastned en Nissan brengen te berde dat wanneer de infrastructuur goed is, de fabrikanten geneigd zijn om hun elektrische auto's eerder in dat gebied af te zetten. Momenteel zijn organisaties die gelieerd zijn aan de branche, de publieke sector en *early adopters* overgegaan tot aanschaf van een elektrische auto. Dit komt overeen met de bevindingen uit de periode van de introductie van de auto in Nederland.

Een dekkend laadnetwerk is essentieel voor de berijder, omdat de *range anxiety* daarmee teniet wordt gedaan. Wanneer dat is bereikt, zal een grotere groep mensen elektrisch rijden adopteren. Het effect hiervan blijkt uit het experiment waarbij men verder durfde te rijden wanneer men wist dat onderweg laadmogelijkheden waren. Dit verschijnsel wordt psychologisch laden genoemd. De behoefte van gebruikers naar laadvoorzieningen stimuleert innovatie aan de aanbodzijde. Een verbeterde actieradius en laadmogelijkheden zijn de grootste uitdagingen voor de komende tijd. Een grote groep kopers wordt nog niet bereikt, maar op basis van de productlevenscyclus van Vernon (1979) valt dit in de toekomst wel te verwachten. Bij de introductie van de auto in Nederland bleek dat de tweede kopersgroep onder de juiste omstandigheden overstag ging. Voor elektrisch rijden zou dat eveneens het geval kunnen worden, maar dat hangt af van de technische ontwikkelingen. Er is naar voren gekomen dat een rijbereik van 400 kilometer voor berijders als acceptabel wordt beschouwd en daarmee zou de elektrische auto kunnen concurreren met een equivalent met brandstofmotor. Daarna wordt de prijs-kwaliteitverhouding van groter belang voor de consument. Doordat de verbrandingsmotor verder wordt ontwikkeld, is men minder snel bereid om een elektrische auto aan te schaffen. Het zeilschipeffect zien we daarin terug evenals de sterkere groei van het aantal semi-elektrische auto's die als overgangstechniek kan worden beschouwd.

Hoofdvraag

Op welke manier worden innovaties op het gebied van elektrisch autorijden in Nederland gestimuleerd of geremd?

In Nederland zijn de subsidiemaatregelen voor elektrische auto's een belangrijke stimulans voor elektrische en semi-elektrische auto's. Onder andere daardoor behoort Nederland tot de internationale top op het vlak van elektrische autorijden. De techniek innoveert wanneer daar noodzaak voor is. Dat kan zijn in de vorm van technologische verbeteringen en in een later stadium door prijsdaling. Naast de ontwikkelingen van de elektrisch aangedreven auto, zijn er auto's met waterstoftechniek. Deze concurrerende vorm van aandrijving neemt echter nog geen grote vlucht. De huidige elektrische auto's zijn momenteel te duur voor de massa, waardoor eerst op de zakelijke markt gericht wordt en dat lijkt redelijk succesvol te zijn in Nederland. Er is geen eenduidigheid over of men de elektrische auto een concurrent vindt van een auto met verbrandingsmotor. Dit heeft alles te maken met de huidige beperkte actieradius en de laadvoorzieningen. De huidige techniek van brandstofmotoren wordt verfijnd, zodat de uitrol van de

elektrische aandrijflijn minder makkelijk gaat. De *total cost of ownership* staat daarmee namelijk onder druk. Innovatie wordt bevorderd wanneer er een gedragen sectorbelang is. In dat geval kan het eigenbelang soms ondergeschikt worden gemaakt. Fabrikanten en leveranciers hebben een belangrijke rol in het verbeteren van de techniek. Zo kan net als bij de wet van Moore de capaciteit van batterijen mogelijk jaarlijks worden vergroot als daar voldoende vraag naar is.

In het geval van de elektrische auto zijn jonge hoogopgeleide mensen een effectieve doelgroep om op in te zetten. Naast de milieuvoordelen, zal uiteindelijk de prijs-kwaliteitverhouding doorslaggevend zijn voor consumenten om de overstap naar elektrisch rijden te maken. Wanneer een kritische massa wordt bereikt, kan er een vliegwieleffect optreden, waardoor ontwikkelingen elkaar in snel tempo opvolgen.

Reflectie en discussie

Zoals hierboven beschreven is, strijden verschillende aandrijftechnieken om hun aandeel in de markt. Naar deze concurrentiestrijd zou nader onderzoek kunnen worden gedaan. Zo zijn er in deze studie alleen respondenten uit de sector van elektrische auto's geïnterviewd. Gesprekken met mensen uit andere branches zoals die van waterstof zou een ander licht op elektrisch autorijden kunnen werpen. Daarom zouden andere invalshoeken van organisaties die zich bijvoorbeeld met waterstof bezighouden aan te bevelen zijn. Daarnaast zouden de mogelijkheden voor een toename van elektrische auto's nader onderzocht kunnen worden. Wat zouden de gevolgen zijn wanneer een groot deel van de Nederlandse auto's elektrisch is? In een dergelijk onderzoek zou met verschillende toekomstscenario's gewerkt kunnen worden. Die projecties waarbij het marktaandeel van elektrische auto's varieert, kunnen de basis zijn voor een nieuwe studie waar dit exploratieve onderzoek een voorzet van is. Wat zijn bijvoorbeeld ruimtelijke effecten van het verdwijnen van voorzieningen zoals brandstofverkooppunten die overbodiger worden? Daarnaast kan de manier van laden bepalend worden voor de infrastructuur. Het is mogelijk dat inductieladen de nieuwe standaard wordt. In dat geval is het niet nodig dat voertuigen stilstaan om ze te laden. Auto's zouden rijdend van stroom voorzien kunnen worden door laadvoorzieningen in het wegdek. In vervolgonderzoek zou tevens gekeken kunnen worden naar de verschillende rollen die lokale overheden vervullen. Er is niet alleen onderscheid te maken tussen de grote steden en plattelandsgemeenten in Nederland, maar ook tussen de grote gemeenten die geen eenduidig beleid hanteren.

Tot slot zijn er veel ontwikkelingen gaande op het gebied van autonoom rijden, wat een onderwerp kan zijn voor een interessant vervolgonderzoek. De elektrische aandrijving leent zich hier als innovatie uitstekend voor en omdat de autonome auto door elektronica wordt bestuurd, biedt het ontwerp technisch voordelen ten opzichte van de brandstofauto.

Literatuurlijst

Accenture, Greenflux & Oranjewoud (2012), Elektrische auto op 1! <http://www.zerauto.nl/wp-content/uploads/2012/12/Berijdersonderzoek-Elektrische-auto-op1.pdf>. Geraadpleegd op 7 september 2015.

Algemene Rekenkamer (2014), Belastingderving zuinige auto's sinds 2007 mogelijk 5 miljard euro. <http://verantwoordingsonderzoek.rekenkamer.nl/2013/fin/beleidsinformatie/hoge-belastinguitgaven-voortegenvallende-milieuwinst-zuinige-auto's-0>. Geraadpleegd op 5 januari 2015.

Anderson, P. & M.L. Tushman (1990), Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change. *Administrative science quarterly* 35(4), pp. 604-633.

Anegawa, T. (2010), Development of quick charging system for electric vehicle. Proc. world energy congress. Tokyo electric power company.

Aon (2015), De toekomst van elektrisch rijden. http://www.aon.com/netherlands/publicaties/onderzoek-rapporten/pdf/Management_Summary_Elektrisch_rijden.pdf. Geraadpleegd op 7 september 2015.

Atzema, O.A.L.C., J.G. Lambooy, T. van Rietbergen & E. Wever (2009), Ruimtelijke economische dynamiek. Bussum: Coutinho. Tweede druk.

Bakker, S. (2010), Competing expectations: the case of hydrogen storage technologies. *Technology analysis & strategic management* 22(6), pp. 693-709.

Bakker, S. (2011), *Competing expectations: the case of the hydrogen car*. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Berendsen, H.J.A. (2008), *Landschap in delen*. Assen: Van Gorcum. Vierde druk.

Boeije, H. (2008), *Analyseren in kwalitatief onderzoek*. Den Haag: Boom. Derde druk.

Boeije, H., H. 't Hart & J. Hox (2009), *Onderzoeksmethoden*. Amsterdam: Boomonderwijs. Achtste druk.

Borup, M., N. Brown, K. Konrad & H. van Lente (2006), The sociology of expectations in science and technology. *Technology analysis & strategic management* 18(3), pp. 285-298.

Boschma, R.A., K. Frenken & J.G. Lambooy (2002), *Evolutionaire economische geografie*. Bussum: Coutinho.

Boschma, R.A. & R. Wenting (2007), The spatial evolution of the British automobile industry. *Industrial and corporate change* 16(2), pp. 213-223.

Braaksma, R. (2012), *Utrecht innoveert*. Zoetermeer: EIM.

Bunzeck, I., C.F.J. Feenstra & M. Paukovic (2011), Evaluation of economic, environmental, regulatory and social aspects. http://www.d-incert.nl/wp-content/uploads/2011/05/rapportage_ECN.pdf. Geraadpleegd op 22 juni 2015.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2012), Personenauto's rijden gemiddeld 37 kilometer per dag. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/verkeer-vervoer/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-3579-wm.htm>. Geraadpleegd op 9 april 2015.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2015), Nederland op weg naar 8 miljoen auto's. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/verkeer-vervoer/publicaties/artikelen/archief/2014/2014-4108-wm.htm>. Geraadpleegd op 22 juni 2015.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2016), Personenauto's; voertuigkenmerken. <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=71405NED&D1=13-19&D2=0&D3=10-15&VW=T>. Geraadpleegd op 7 mei 2016.

Clark, G.L., M.P. Feldman & M.S. Gertler (2003), *The Oxford handbook of economic geography*. Oxford: Oxford university press.

Compendium voor de Leefomgeving (2016), CO₂-emissie per voertuigkilometer van nieuwe personenauto's, 1998-2014. <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0134-koolstofdioxide-emissie-per-voertuigkilometer-voor-personenautos>. Geraadpleegd op 7 mei 2016.

Cowan, R. & S. Hultén (1996), Escaping lock-in: the case of the electric vehicle. *Technological forecasting and social change* 53(1), pp. 61-79.

Culshaw, D. & P. Horrobin (1974), *The complete catalogue of British cars*. Londen: Macmillan.

Dijk, M. (2010), *Innovation in car mobility*. Maastricht: Universiteit Maastricht.

D-INCERT (2011), *Verkenning elektrisch rijden*. Delft: D-INCERT.

Fastned (2016), Kies je abonnement. <https://fastned.nl/nl/kies-je-abonnement>. Geraadpleegd op 7 mei 2016.

Flowcharging (2016), Kosten opladen elektrische auto. <https://www.flowcharging.com/tarieven-openbaar-laden/>. Geraadpleegd op 7 mei 2016.

Geels, F. & R. Raven (2006), Non-linearity and expectations in niche-development trajectories: ups-and-downs in Dutch biogas development (1973-2003). *Technology analysis & strategic management* 18(3), pp. 375-392.

Geilenkirchen, G., G. Renes & J. van Meerkerk (2014), Vergroening van de aanschafbelasting voor personenauto's. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Georgano, G.N. (1968), *The complete encyclopaedia of motorcars 1885-1968*. Londen: George Rainbird.

Graham-Rowe, E, B. Gardner, C. Abraham, S. Skippon, H. Dittmar, R. Hutchins & J. Stannard (2012), Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: a qualitative analysis of responses and evaluations. *Transportation research* 46(1), pp. 140-153.

Hekkert, M. & M. Ossebaard (2010), *De innovatiemotor*. Assen: Van Gorcum.

Hidrué, M.K., G.R. Parsons, W. Kempton & M.P. Gardner (2011), Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and energy economics* 33(3), pp. 686-705.

Hoekstra, A.E. (2010), *Elektrisch rijden*. Den Haag: Rijkswaterstaat. Tweede druk.

Hoën, A. & M.J. Koetse (2012), *Rijden op elektriciteit, waterstof of bio-brandstoffen, wat wil de automobilist?* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Ieromonachou, P., S. Porter & M. Enoch (2004), Adapting strategic niche management for evaluating radical transport policies: the case of the Durham road access charging scheme. *International journal of transport management* 2(2), pp. 75-87.

Kievit, O., J. van de Kieft, R. van Wezel, R. Koffrie, S. van Goethem & M. Bolech (2012), *Afsluitende rapportage praktijkproef elektrisch rijden RWS*. Delft: TNO.

Kline, S.J. & N. Rosenberg (1986), An overview of innovation. In: R. Landau & N. Rosenberg, red., The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth, pp. 275-305. Washington: National academy press.

Kok, J., de (2012), Innoveren in het consumentgerichte bedrijfsleven. Zoetermeer: Panteia.

Lambooy, J.G. (2002), Knowledge and urban economic development. Urban studies 39(5), pp. 1019-1035.

Lambooy, J.G. (2007), Stedelijke economische groei: de locatie van productiviteitsstijging. In: J. van Dijk & V.A.J.M. Schutjens, red., De economische kracht van de stad, pp. 21-42. Assen: Van Gorcum.

Lee, Y.S. & R. Gaertner (1997), Translating academic research to technological innovation. In: Y.S. Lee, red., Technology transfer and public policy, pp. 110-124. Londen: Quorum books.

Lente, H., van (1993), Promising technology: the dynamic of expectations in technological developments. Enschede: Twente University.

Lopolito, A., P. Morone & R. Sisto (2010), Innovation niches and socio-technical transition: a case study of bio-refinery production. Futures 43(1), pp. 27-38.

Lundvall, B. (1988), Innovation as an interactive process. In: G. Dosi et al., red., Technical change and economic theory, pp. 349-369. Londen: Pinter.

McCann, P. (2013), Modern urban and regional economics. Oxford: Oxford university press. Tweede druk.

Mokyr, J. (1990), The lever of riches: technological creativity and economic progress. New York: Oxford university press.

Nelson, R.R. & S.G. Winter (1982), An evolutionary theory of economic change. Cambridge: Harvard university press.

Planbureau voor de Leefomgeving (2015), Emissies naar lucht door wegverkeer, 2014. Den Haag: Compendium voor de Leefomgeving.

Pleijster, F., M. Mooibroek, J.M.P. de Kok & A.R.M. Wennekers (2010), Innovatief ondernemerschap in detailhandel, horeca en ambacht. Zoetermeer: EIM.

Porter, M.E. (1990), *The competitive advantage of nations*. New York: The free press.

Praag, C.M., van (1999), Some classic views on entrepreneurship. *The Economist* 147(3), pp. 311-355.

Raven, R. & F. Geels (2010), Socio-cognitive evolution in niche development: comparative analysis of biogas development in Denmark and the Netherlands (1973-2004). *Technovation* 30(2), pp. 87-99.

Reformatorisch Dagblad (2009), Best verborgen collectie in Groningen. http://www.refdag.nl/best_verborgen_collectie_in_groningen_1_349437. Geraadpleegd op 14 november 2014.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2011) Elektrisch rijden in de versnelling. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/richtlijnen/2011/10/03/bijlage-2-plan-van-aanpak-elektrisch-vervoer-elektrisch-rijden-in-de-versnelling>. Geraadpleegd op 14 juni 2015.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015), Milieu en elektrisch rijden. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/milieuvoordeel>. Geraadpleegd op 14 juni 2015.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2016), Cijfers elektrisch vervoer. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers>. Geraadpleegd op 7 mei 2016.

Rogers, E.M. (2002), Diffusion of preventive innovations. *Addictive behaviors* 27(6), pp. 989-993.

Roobeek, A.J.M. (1987), *De rol van de technologie in de economische theorievorming*. Amsterdam: Scheltema Holkema Vermeulen.

Schoonhoven, C.B. & E. Romanelli (2001), *The entrepreneurship dynamic: origins of entrepreneurship and the evolution of industries*. Stanford: Stanford university press.

Schot, J., R. Hoogma & B. Elzen (1994), Strategies for shifting technological systems: the case of the automobile system. *Futures* 26(10), pp. 1060-1076.

Schumpeter, J.A. (1934), *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard university press.

Schumpeter, J.A. (1942), *Capitalism, socialism and democracy*. Cambridge: Harvard university press.

Stam, E., N. Bosma, A. van Witteloostuijn, J. de Jong, S. Bogeaert, N. Edwards & F. Jaspers (2012), *Ambitious entrepreneurship*. Den Haag: AWT.

TNO (2011), *Tien vragen en antwoorden over elektrisch rijden*. Delft: TNO.

TNO (2015), *Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen*. Delft: TNO.

United Nations (2015), *Adoption of the Paris agreement*. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>. Geraadpleegd op 28 december 2015.

Verbong, G. & F. Geels (2007), *The ongoing energy transition: lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960-2004)*. *Energy policy* 35(2), pp. 1025-1037.

Vernon, R. (1966), *International investment and international trade in the product life-cycle*. *Quarterly journal of economics* 80(2), pp. 631-662.

Vernon, R. (1979), *The product cycle hypothesis in a new international environment*. *Oxford bulletin of economics and statistics* 41(4), pp. 255-267.

Vinne, van der, V. (2007), *De trage verbreiding van de auto in Nederland 1896-1939*. Nijmegen: Radboud Universiteit.

Vinne, van der, V. (2014), *Inferieure auto's*. http://www.telegraaf.nl/autovisie/av_goeroes/vincentvandervinne/22495644/___Column_Vincent_van_der_Vinne___Inferieure_auto_s___.html. Geraadpleegd op 23 juni 2014.

Vliet, van, O., A.S. Brouwer, T. Kuramochi, M. van den Broek & A. Faaij (2011), *Energy use, cost and CO₂ emissions of electric cars*. *Journal of power sources* 196(4), pp. 2298-2310.

Weeda, M., P. Kroon & D. Appels (2012), *Elektrisch vervoer in Nederland in internationaal perspectief*. Petten: ECN.

Zubaryeva, A., C. Thiel, E. Barbone & A. Mercier (2012), *Assessing factors for the identification of potential lead markets for electrified vehicles in Europe*. *Technological forecasting & Social change* 79, pp. 1622-1637.

Bijlage 1 Respondenten

<u>Organisatie</u>	<u>Naam respondent</u>	<u>Functie respondent</u>	<u>Datum en tijd</u>
Energy Expo	Dhr. Sabel	Directeur	08 januari 14.00
Allego	Mevr. Klein Koerkamp	Man. operation & realisation	13 januari 10.00
ElaadNL	Dhr. Caron	Directeur	13 januari 14.00
Fastned	Dhr. Hoffman	Hoofd stationsteam	27 januari 16.00
Nissan	Dhr. Baas	Fleet performance manager	28 januari 14.00

Bijlage 2 Topiclijst

Organisatie

- Werkt u samen met andere organisaties of bedrijven op het gebied van elektrische rijden?
- Werkt u samen met de wetenschap?

Locatie/regio

- Waar vinden uw activiteiten voornamelijk plaats, waarom daar?
- Welk land of regio is volgens u de leidende markt op het gebied van elektrische auto's?
- Is in uw regio of Nederland specifieke kennis aanwezig die bruikbaar is voor uw organisatie?
- Locatie/grondgebruik voor laadstations?

Relatie overheden

- Welke relatie is er tot gemeenten, provincies, Rijk, EU en uw organisatie? Vindt er interactie plaats tussen de overheden en uw organisatie?
- In hoeverre hebben overheden en hun beleid invloed op uw bedrijfsvoering?
- In hoeverre hebben overheden een taak als het gaat om elektrische auto's (met accu en of plug-in hybrides) volgens u? (infrastructuur, stimuleringsmaatregelen, launch customer)
- Wat zou in uw ogen de taken van overheden moeten zijn omtrent elektrische auto's?
- In hoeverre denkt u dat de doelstelling van de Nederlandse overheid, om in 2020 200.000 elektrische auto's te hebben rijden in Nederland, haalbaar is? En 1 miljoen in 2025?

Markt en gebruiker

- In hoeverre kan de elektrische auto volgens u concurreren met een auto met verbrandingsmotor(die steeds zuiniger wordt)? En met waterstofauto's en auto's op groengas?
- Ziet u de elektrische auto als een concurrent van een auto met verbrandingsmotor?
- In hoeverre opereert uw organisatie in een onzekere markt?
- In hoeverre worden met de elektrische auto nieuwe doelgroepen aangesproken?

E-auto praktisch en technisch

- Is volgens u de auto volgend op de laadinfrastructuur of de infrastructuur volgend op de auto?
- In hoeverre is een dekkend laadnetwerk van belang voor de verspreiding van elektrische auto's denkt u?
- Waar worden snel- en laadpalen geplaatst en waarom daar?
- Is het wenselijk dat er een standaard voor stekkers, laadpalen/laadstations en manieren om te laden ontwikkeld wordt?
- Gevolgen van sloop?

Innovatie

- Wat is in Nederland de belangrijkste stimulator voor elektrisch rijden?
- Wat zijn in tegenstromen die elektrisch rijden in de weg staan? Zijn er tegenstromen specifiek voor Nederland?
- Hoe ziet u de rol van fabrikanten van elektrische auto's?
- Welke verandering door de elektrische auto is volgens u het grootst?
- In welke mate valt volgens u te verwachten dat het vrijgeven van patenten door Tesla een effect heeft op de ontwikkeling van elektrische auto's door fabrikanten?
- Hoe ziet volgens u de toekomst van elektrisch rijden in Nederland er uit? En buiten Nederland?
- Wat is de afgelopen 5 jaar de belangrijkste ontwikkeling geweest op het gebied van elektrische auto's volgens u?
- Wat zijn de belangrijkste ontwikkelingen voor de komende 5 jaar? En op de langere termijn?
- Wat is de grootste uitdaging voor elektrisch rijden?

Overig

- Heeft u nog toevoegingen aan het interview?