

Duurzaam O.V.

Elektrische bussen in het openbaar busvervoer

Juco Hindrik de Haan s1629484



Titel:

Duurzaam O.V.

Ondertitel:

Elektrische bussen in het openbaar busvervoer

Auteur:

Juco Hindrik de Haan

j.h.de.haan.1@student.rug.nl

Studentnummer: 1629484

Opleiding:

Bachelor Technische Planologie

Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen

Rijksuniversiteit Groningen

Begeleidend docent:

Drs. H.T. Hofstra

Studieonderdeel:

Bachelorproject

Voorwoord

In februari 2013 ben ik, Hindrik de Haan, derdejaars student Technische Planologie aan de Rijksuniversiteit Groningen (RUG), gestart met het bachelor project TP binnen de faculteit Ruimtelijk Wetenschappen. Dit project heeft plaatsgevonden onder leiding van drs. Hotze Hofstra. Het project had als overkoepelend thema 'Ergielandschappen - meerwaarde van decentrale samenwerking en financiering'.

Ik heb voor dit project gekozen, omdat ik al gedurende langere tijd affiniteit heb met auto's en autobussen (in de breedste zin van het woord). Het thema van het project gaf mij de mogelijkheid om een nader onderzoek te doen naar duurzame mobiliteit ten aanzien van openbaar busvervoer. Op Schiermonnikoog is onlangs een begin gemaakt met de invoering van elektrische bussen. Dit prikkelde mijn nieuwsgierigheid.

Bij onderhavig onderzoek heeft de begeleiding van drs. Hotze Hofstra mij zeer geholpen om een scherpere blik op het thema te krijgen. Dank hiervoor!

Groningen, juni 2013

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting	5
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Probleemstelling	7
2. Methodologie	9
2.1 Primaire data	9
2.2 Secundaire data	10
2.3 Case	10
3. Theoretisch kader	11
3.1 Begrippen en definities	11
3.2 Theorie	13
4. Wat is de stand van zaken in het openbaar busvervoer in Nederland? Wat is de plek van EV daarin?	16
5. Welke factoren zijn van invloed op de inzetbaarheid van de elektrische bus?	18
5.1 Beleid	18
5.2 Milieu	20
5.3 Techniek	21
5.4 Infrastructuur	22
5.5 Financieel	22

6. Case: Aanbesteding op elektrische bussen voor Schiermonnikoog	24
7. Welke situaties of gebieden kunnen onderscheiden worden t.a.v. openbaar busvervoer?	26
8. Welke casus lenen zich voor de overstap naar de elektrische bus?	28
8.1 Geschikte trajecten en gebieden voor de elektrische bus	28
8.2 Vergelijking met Schiermonnikoog	29
9 Conclusie	30
Literatuur	32
Bijlagen	35

Samenvatting

Fossiele brandstoffen zijn vervuilend en raken op. Dat zijn goede redenen waarom fossiele brandstoffen niet passen in een samenleving, die de transitie naar een duurzame transportsector wil bewerkstelligen. In dit bachelorproject wordt een specifiek onderdeel van de transportsector belicht, namelijk openbaar elektrisch busvervoer.

De elektrische bus lijkt een goed alternatief voor de conventionele bus. Toch wordt maar op zeer beperkte schaal de elektrische bus ingezet voor reguliere busdiensten. Om te onderzoeken in welke gebieden en op welke trajecten de elektrische bus kan worden ingezet en welke factoren invloed hebben op de toepassing van elektrische bussen, is de volgende hoofdvraag opgesteld:

- Welke factoren zijn van invloed op de toepassing van elektrische OV-bussen en welke situaties of gebieden in Nederland lenen zich op basis hiervan voor de inzet van elektrische OV-bussen?

De hoofd- en deelvragen worden beantwoord aan de hand van verschillende onderzoekstechnieken, namelijk een literatuurstudie, diepte-interviews en een casestudy.

De case is de aanbesteding op zes elektrische bussen door de provincie Fryslân voor reguliere busdiensten op Schiermonnikoog. Er wordt in Nederland op verschillende trajecten proefgereden met elektrische bussen, maar de inzet van elektrische bussen op Schiermonnikoog voor reguliere buslijnen is een primeur.

De overstap van conventionele bussen naar elektrische bussen heeft een positieve invloed op het milieu. De elektrische bus stoot geen schadelijke stoffen uit en de elektromotor produceert minder lawaai dan de dieselbus.

De elektrische bus heeft een aantal belangrijke nadelen ten opzichte van de conventionele bus. De kostprijs is 40% hoger en de actieradius is beperkter. Bovendien kost het opladen van de accu's minimaal drie uur.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Fossiele brandstoffen zijn vervuilend en raken op. Dat zijn goede redenen waarom fossiele brandstoffen niet passen in een duurzame samenleving en een duurzame transportsector. In dit onderzoek wordt een specifiek onderdeel van de transportsector belicht, namelijk openbaar elektrisch busvervoer.

Schiermonnikoog heeft een contract gesloten met de Chinese autobouwer BYD. BYD bouwt zes bussen met een elektrische aandrijving en is 15 jaar verantwoordelijk voor het onderhoud van deze bussen.

Met deze aanbesteding kiest de gemeente Schiermonnikoog voor openbaar vervoer zonder uitstoot van schadelijke stoffen en een lager energieverbruik. Een mooie stap naar een duurzame vorm van vervoer. Schiermonnikoog is een eiland met een infrastructuur, die niet zomaar is te vergelijken met andere gebieden. Bovendien is het in de winter rustig op het eiland en wordt het in de zomer juist veel bezocht door toeristen. Door de gemeente Schiermonnikoog is in samenwerking met de provincie Fryslân onderzoek gedaan naar de mogelijkheden omtrent bussen met elektrische aandrijving. Uit dit onderzoek is gebleken, dat het eiland geschikt is voor elektrische bussen.

De zoektocht naar duurzame(re) auto's en bussen is in volle gang. Met de elektrische bussen zetten de provincie Fryslân en Schiermonnikoog een stap in de goede richting. Mogelijk zijn er ook andere gebieden in Nederland, waar de overstap op elektrische bussen gemaakt kan worden.

1.2 Probleemstelling

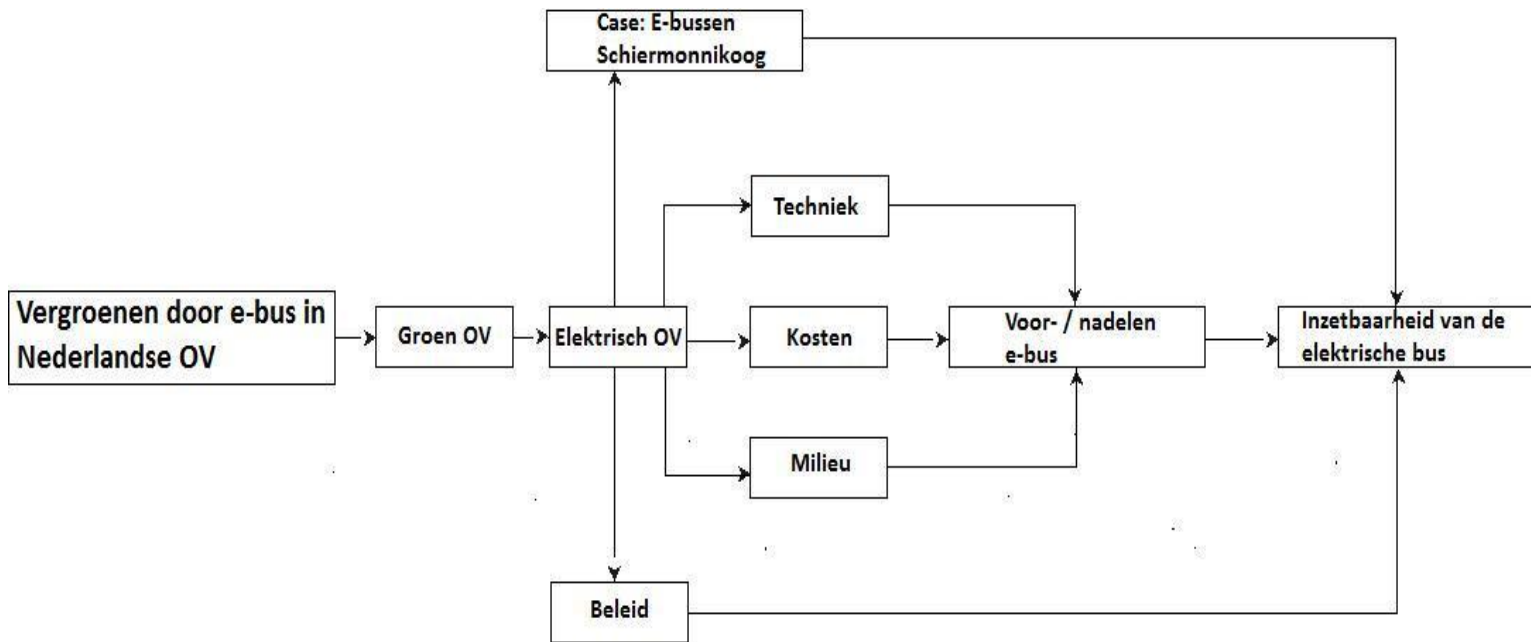
De elektrische bus lijkt me goed alternatief voor de conventionele bus. Toch wordt maar op zeer beperkte schaal de elektrische bus ingezet voor reguliere busdiensten. Om te onderzoeken in welke gebieden en op welke trajecten de elektrische bus kan worden ingezet en welke factoren invloed hebben op de toepassing van elektrische bussen, is de volgende hoofdvraag opgesteld:

- Welke factoren zijn van invloed op de toepassing van elektrische OV-bussen en welke situaties of gebieden in Nederland lenen zich op basis hiervan voor de inzet van elektrische OV-bussen?

Aan de hand van de volgende deelvragen wordt de hoofdvraag beantwoord:

- Wat is de stand van zaken in het openbaar busvervoer in Nederland? Wat is de rol van EV daarin?
- Welke factoren zijn van invloed op de toepasbaarheid van elektrische OV-bussen in Nederland?
- Hoe is de aanbesteding van elektrische bussen op Schiermonnikoog tot stand gekomen?
- Welke situaties of gebieden kunnen onderscheiden worden t.a.v. de inzetbaarheid van OV-bussen?
- Welke casus in Nederland lenen zich voor de inzet van elektrische OV-bussen?

Om de vergaarde theorie, zie theoretisch kader, overzichtelijk te maken is een conceptueel model ontworpen. In dit model zijn de factoren, die invloed hebben op de inzetbaarheid van de elektrische bus, weergegeven. De verbanden tussen de factoren worden duidelijk door de plaatsing en de verbindingen. In figuur 1 is het conceptueel model weergegeven.



Figuur 1 Conceptueel model

2. Methodologie

Om tot beantwoording van de deelvragen en de hoofdvraag van dit project te kunnen komen, is onderzoek nodig. Onderzoek kan plaatsvinden met verschillende technieken, die ook gecombineerd kunnen worden. In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de wijze, waarop in dit project de dataverzameling heeft plaatsgevonden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen primaire data en secundaire data. Beide typen data worden in een paragraaf besproken.

In het afgelopen decennium is het begrip duurzaamheid in Nederland op allerlei vlakken een statement geworden. Ook als het gaat om openbaar vervoer, wordt er hard gewerkt om het milieu zoveel mogelijk te ontlasten. De elektrische bus is een nieuwe speler in het openbaar vervoer. Daar dient rekening mee te worden gehouden bij de dataverzameling. Om een volledig beeld te krijgen van openbaar elektrisch busvervoer, wordt gebruik gemaakt van verschillende onderzoekstechnieken, namelijk een literatuurstudie, diepte-interviews en een casestudie.

2.1 Primaire data

Met het verzamelen van primaire data wordt getracht informatie in te winnen, die niet uit de bestaande literatuur te halen is. Op Schiermonnikoog rijden vanaf eind april 2013 zes elektrische bussen (Provincie Fryslân, 2013). Dit is de eerste elektrische busdienst in Nederland. Er zijn ook een aantal proeven (pilots) met elektrische bussen gaande, maar deze proeven zijn nog in volle gang, bijvoorbeeld in Maastricht, waardoor er weinig praktijkervaring is op dit moment (Provincie Limburg, 2013).

Om te onderzoeken hoe de aanbesteding op de zes elektrische bussen op Schiermonnikoog tot stand is gekomen en hoe de eerste ervaringen met de nieuwe bussen zijn, is gekozen voor kwalitatieve dataverzameling, middels diepte-interviews. Er zijn twee interviews gehouden, namelijk met Coen Dijkman en Roos Geelhoed, respectievelijk seniormedewerker openbaar vervoer provincie Fryslân en projectleider elektrische bussen Schiermonnikoog (provincie Fryslân). Voor het afnemen van interviews is gekozen, omdat op deze manier een goed beeld kan ontstaan van de ervaringen van de geïnterviewden (Flowerdew, 2005).

De elektrische bus is uiterlijk moeilijk van een conventionele bus te onderscheiden. Ook het maximaal aantal passagiers en de indeling van de elektrische bus en de conventionele bus komen met elkaar overeen. Ook maken elektrische bussen gebruik van dezelfde infrastructuur. Het verschil zit in de aandrijflijn. Deze is veel stiller, doordat elektromotoren geruisloos te werk

gaan. Er wordt geen onderzoek gedaan naar de mening en ervaring van reizigers, omdat zij niet veel zullen merken van de overstap naar elektrische bussen. Het enige verschil zit in het lagere geluidsniveau in buiten de elektrische bus.

2.2 Secundaire data

De secundaire dataverzameling bestaat uit een literatuurstudie. Over tal van aspecten van de elektrische bus is informatie vindbaar. Er is gebruik gemaakt van beleidsdocumenten, wetenschappelijke artikelen, onderzoeksrapporten, internetsites en nieuwsberichten. Aan de hand van deze bronnen, in combinatie met de primaire data, is er een duidelijk beeld van de elektrische bus en de inzetbaarheid ervan.

2.3 Case

Naast primaire en secundaire data is ook een case bestudeerd, namelijk de aanbesteding op zes elektrische bussen voor Schiermonnikoog. Deze bussen rijden al op Schiermonnikoog en de eerste ervaringen zijn opgedaan.

3. Theoretisch kader

Duurzaamheid is de laatste jaren een belangrijke term geworden in onze moderne samenleving. Ook bij vervoer, nog specifiek openbaar vervoer, is duurzaamheid belangrijk. De transitie van bussen met verbrandingsmotor naar bussen met milieuvriendelijker aandrijflijnen is hier een goed voorbeeld van. Over elektrische bussen, waar dit onderzoek zich op toespitst, is veel informatie vindbaar.

In dit hoofdstuk wordt de relevante theorie in verband met elektrische bussen uiteengezet. Veel verschillende factoren bepalen de inzetbaarheid van elektrische bussen. Eerst worden begrippen gedefinieerd en definities omtrent de elektrische bus gegeven. Daarna wordt de rol van de centrale en decentrale overheid besproken. Naast de rol van de overheid, wordt ook de techniek van de elektrische aandrijflijn bondig uiteengezet. Aan andere factoren, die belangrijk zijn binnen dit onderzoek en waar betrouwbare informatie over geschreven is, wordt ook in dit theoretische kader aandacht besteed.

3.1 Begrippen en definities

In deze paragraaf worden een aantal begrippen, die te maken hebben met elektrisch busvervoer, gedefinieerd. Het gaat met name om begrippen, die niet voor zich spreken of verschillende betekenissen kunnen hebben. Hiermee wordt de theorie duidelijker en het komt de leesbaarheid van het onderzoek ten goede.

Belangrijk binnen het onderzoek naar de haalbaarheid van de elektrische bus, is het voertuig op zich. Er wordt gesproken van een bus als het een motorrijtuig betreft, die is ingericht voor het vervoer van meer dan acht personen, de bestuurder daaronder niet inbegrepen. Als er wordt gesproken over een elektrische bus, dan heeft elektrisch alleen betrekking op de aandrijflijn. De aandrijflijn bestaat uit een of meerdere elektromotoren, die gekoppeld zijn aan de wielen. Er is in een elektrische bus (afgekort e-bus) geen verbrandingsmotor aanwezig. Wanneer er gesproken wordt over een conventionele bus, dan betreft het een bus met verbrandingsmotor. Daarbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen verschillende typen verbrandingsmotoren.

De concessieverlener is een belangrijke actor. De concessieverleners zijn de Gedeputeerde Staten van een provincie, die conform artikel 20 lid 2 van de Wet personenvervoer 2000 (WP 2000) bevoegd zijn om de concessie (vergunning van overheidswege) te verlenen. Voor een

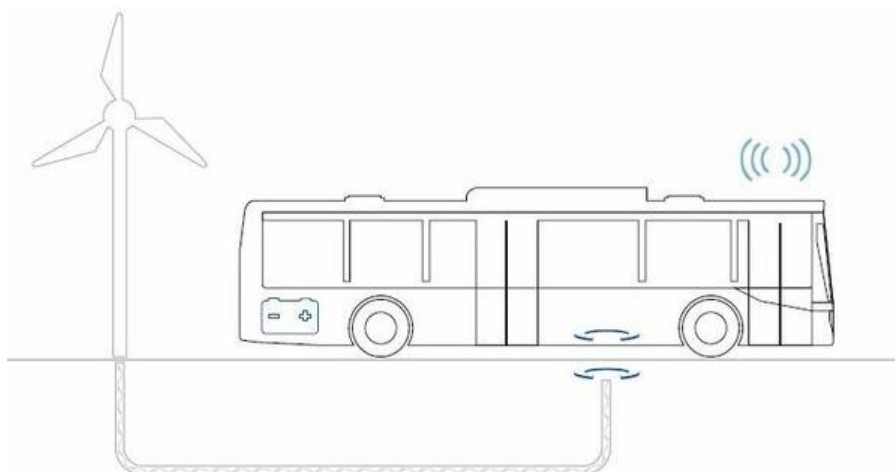
busconcessies geldt volgens de WP 2000 een maximale duur van acht jaar.

Een e-bus maakt gebruik van een of meerdere elektromotoren, die worden gevoed door accu's. Het verbruik (kWh/km) van de elektromotoren en de opslagcapaciteit van de accu's (kWh) bepalen de actieradius. De actieradius is de afstand, die een voertuig kan afleggen, zonder tussentijds van buitenaf energie aan het voertuig toe te voegen.

De afstand, die een bus aflegt, heeft te maken met de busroute. Deze busroute is het traject, dat de bus rijdt. Er wordt gesproken van de omloop van een bus, wanneer de lengte van het traject wordt vermenigvuldigd met het aantal keren per dag, waarop het traject door dezelfde bus wordt verreden. De omloop is de afgelegde afstand van een bus op een dag.

Het opladen van de accu's kan op verschillende manieren plaatsvinden. Via een oplaadpunt kan een elektrisch voertuig aan een kabel opladen. De oplaadtijd van een elektrische bus, via een oplaadpunt, is tussen de 3 en 5 uur (BYD, 2013).

Een andere oplaadmethode is het inductieladen. Bij deze methode wordt de bus opgeladen via een inductielus. De inductielus is een metalen plaat, waarboven de bus stil staat. In de bus zit ook een stalen plaat (de inductieadapter). De inductielus en inductieadapter maken contact, waardoor de accu's in de bus worden opgeladen (Proov, 2013). Deze techniek maakt, bij aanwezigheid van een inductieoplaadpunt op busstations en bushaltes, ook kort opladen (opportuiniteitsladen) onderweg mogelijk. In figuur 2 is het inductieladen schematische weergegeven.



Figuur 2 Inductieladen

3.2 Theorie

In het artikel van Kemp (2010) wordt beschreven, hoe in Nederland wordt omgegaan met de energietransitie. Kemp omschrijft vier verschillende manieren, waarop overheden met duurzame ontwikkeling om kunnen gaan. Het doel is om een duurzaam energiesysteem en de overgang van fossiele brandstoffen naar duurzame energie te stimuleren.

De vier benaderingen zijn de volgende:

Socio-technical approach – deze benadering vindt zijn basis in Twente en is gebruikt door historici om te kijken naar de historie van technologie. De relatie tussen technologie en de samenleving staat in deze benadering centraal.

Transition management approach – manieren waarop overheden kunnen omgaan, via beleid, met de transitie naar duurzame energie.

Social practices approach – bij de social practices approach staat het handelen van mensen in het dagelijks leven, en de invloed van transitieprocessen daarop, centraal.

Reflexive modernisation approach – transitie wordt in dit concept systeem ontwikkeling genoemd. Het concept van de reflexive modernisation approach reflecteert het overheidshandelen.

De energietransitie, als onderdeel van een transitie naar een duurzame samenleving, is ook beschreven door Rotmans. Transitie is een structurele maatschappelijke verandering, die het resultaat is van op elkaar in werkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van economie, cultuur, technologie, instituties, natuur en milieu (Rotmans, 2003). Een transitie kost minimaal een generatie (25 tot 50 jaar) (Rotmans, 2003).

De overheid heeft als concessieverlener invloed op het openbaar vervoer, omdat de overheid met deze concessie voorwaarden en eisen kan stellen aan de concessiehouder (in dit geval busmaatschappijen). Hiermee kan de overheid sturen en kaderstellen (NZW, 2011). De eisen aan het vervoersproduct van de concessieverlener liggen besloten in het Programma van Eisen (PvE). De uitvraag van de concessieverlener naar de markt is beschreven in het bestek (KpVV, 2013a).

Op Europees niveau (Europese Unie) worden emissienormen, EURO richtlijn genoemd, vastgelegd. Deze normen worden voortdurend aangescherpt en hebben als doel om de uitstoot van voertuigen te verminderen. Naast de emissienormen is ook het document genaamd Enhanced Environmentally-friendly Vehicle (EEV) opgesteld. De normen, zoals genoemd in het EEV, zijn niet bindend. Het is wel een richtlijn voor de emissienormen in de toekomst. Het EEV zit tussen de EURO V richtlijn (nu van kracht) en de EURO VI richtlijn (verwacht in 2014) in (Europese Commissie, 2013).

De Nederlandse regering houdt zich aan de emissienormen, zoals bepaald zijn door de Europese Unie. Daarnaast worden ook op landelijk niveau doelen gesteld om het openbaar vervoer schoner te maken. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft in 2012 in samenwerking met Stichting 'Zero Emission busvervoer' een Green Deal getekend. Het doel van deze Green Deal is het terugbrengen van de uitstoot van het openbaar vervoer in Nederland naar nul ('zero-emission') in 2025, met een overgangperiode van 2015 tot 2025 (TNO, 2012). Green Deals zijn overeenkomsten tussen de overheid en initiatiefnemers van duurzame projecten met als doel om barrières weg te nemen (Rijksoverheid, 2013).

Ook door lagere overheden wordt er gewerkt aan het vergroenen van het openbaar vervoer. Zo zijn de Noordelijke provincies Friesland, Groningen, Drenthe en Noord-Holland een samenwerking aangegaan. De Noordelijke provincies hebben met het Rijk het Energieakkoord ondertekend. Hiermee wordt getracht de transitie naar duurzame mobiliteit te verwezenlijken. Met transitie wordt structurele maatschappelijke verandering bedoeld. Onder duurzame mobiliteit wordt verstaan: minimale uitstoot (bijna nul-emissie) van schadelijk gas en geluid, bereikbaarheid, ruimtelijk kwaliteit, veiligheid, uitstekende leefomgeving en zekerheid van energievoorziening (Noord-Nederland, 2008). Met als doel om 100 000 voertuigen in 2015 op duurzame transportbrandstoffen te laten rijden. De manier waarop dit doel bereikt moet worden, zijn op schrift gesteld in het rapport '100 000 voertuigenplan, duurzaam op weg' (Noord-Nederland, 2008). Hierbij dient te worden opgemerkt dat het energieakkoord en het 100 000 voertuigenplan inmiddels geen vigerend beleid meer is. Er wordt op dit moment geschreven aan nieuwe beleidsdocumenten voor het openbaar vervoer (Geelhoed, 2013). Wel wordt verwacht, dat de inzet op duurzaamheid en het terugbrengen van emissies terug zal komen in het nieuwe beleid.

Door jarenlange ervaring met conventionele bussen is het brandstofverbruik goed inzichtelijk geworden. Wat elektrische bussen betreft, is op dat vlak nog weinig bekend. Om meer inzicht te krijgen in het verbruik en de actieradius van elektrische bussen, heeft het Ministerie van

Infrastructuur en Milieu het TNO benaderd om hier praktische ervaring mee op te doen (TNO, 2012). In het onderzoeksrapport 'Performance of Battery Electric Buses in Practice' is niet alleen het verbruik van elektrische bussen getest. TNO heeft ook een testcyclus gecombineerd, zoals SORT en UNECRE R101 (TNO, 2012). Hiermee wordt het vergelijken van verschillende bussen vergemakkelijkt.

Er is niet alleen winst haalbaar als het gaat om uitstoot van een rijdend voertuig. Ook de opwekking van energie voor voertuigen speelt een rol. Wetenschappelijk tijdschrift 'Science' heeft een studie gedaan naar de opwekking van bio-ethanol en elektriciteit uit biomassa. Een elektrisch voertuig rijdt 81% verder op de elektriciteit gewonnen uit biomassa dan een vergelijkbaar voertuig met verbrandingsmotor rijdend op bio-ethanol (gewonnen uit dezelfde hoeveelheid biomassa) (Cnet.com, 2013).

De opwekking van elektrische energie is op veel verschillende, milieuvriendelijke, manieren mogelijk. Energie uit windmolens en waterkrachtcentrales is vrij van uitstoot. Bij de winning van fossiele brandstoffen is het risico op schade aan het milieu evident, bijvoorbeeld door olie lekkages (de Rechtspraak, 2013). Ruwe aardolie wordt opgepompt en verwerkt tot verschillende producten, zoals benzine en gas (VNIP, 2013).

4. Wat is de stand van zaken in het openbaar busvervoer in Nederland? Wat is de plek van EV daarin?

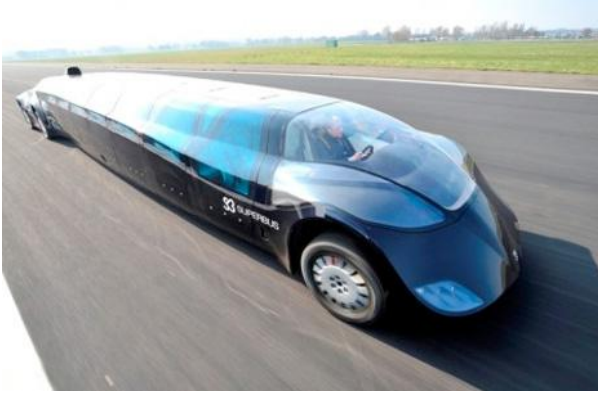
Om naar de toekomst van de elektrische bus te kijken, is inzicht in het bestaande openbaar busvervoer van belang. In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan het hedendaagse openbaar busvervoer in Nederland en de positie van elektrische bussen daarin.

De huidige Nederlandse busvloot in het openbaar vervoer, bestaat voornamelijk uit dieselbussen. Naast dieselbussen wordt er op kleinere schaal gebruik gemaakt van (groen)gasbussen (ECN, 2009). Bussen met een elektrische aandrijflijn worden op zeer kleine schaal ingezet voor pilots. Sinds het voorjaar van 2013 worden, zoals gememoreerd, 6 elektrische bussen ingezet op Schiermonnikoog voor reguliere busdiensten. Dit zijn de eerste elektrische bussen in Nederland en zelfs binnen Europa, waar elektrische bussen worden ingezet op reguliere buslijnen.

Door de overheid wordt ingezet op duurzame mobiliteit. Deze doelstelling wordt in verschillende beleidsdocumenten kenbaar gemaakt (ECN, 2009). Het beleid van de overheid wordt uitgebreid besproken in hoofdstuk 5. Duurzame mobiliteit gaat over alle vormen van transport in Nederland. Dit onderzoek richt zich op een specifiek onderdeel van mobiliteit, namelijk het openbaar vervoer.

In het openbaar vervoer is veel winst haalbaar als het gaat om het terugdringen van emissies. Dieselbussen stoten relatief veel schadelijke stoffen uit. Er zijn alternatieven voor de dieselbus, die veel minder tot geen schadelijke stoffen uitstoten. Een van de alternatieven is de elektrische bus.

Naar de mogelijkheden om voertuigen elektrisch aan te drijven, wordt al jaren gekeken. Het rapport van Van Dongen uit 1979 is hier een voorbeeld van. Ook recenter zijn er spraakmakende concepten ontwikkeld, zoals de (elektrische) superbuss (figuur 3) van Wubbo Ockels (Dagblad van het Noorden, 2006). Deze projecten hebben echter niet geleid tot toepassingen op grote schaal in het openbaar busvervoer.



Figuur 3 Superbus van Wubbo Ockels

De overstap naar nieuw technieken is een lang en zeer complex proces (Rotmans, 2003). Het ultieme doel van de overheid is om emissies in het openbaar busvervoer terug te brengen naar nul. Elektrische bussen zijn een manier om deze zogenaamde 'zero-emission' doelstelling te halen (Zero emissie busvervoer, 2013).

5. Welke factoren zijn van invloed op de inzetbaarheid van de elektrische bus?

Verskillende factoren zijn van invloed op de inzetbaarheid van de elektrische bus. Sommige factoren beperken de mogelijkheden, andere maken de kansen juist groter. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste factoren geduid en toegelicht. Elke factor wordt besproken in een paragraaf.

5.1 Beleid

In deze paragraaf wordt het beleid omtrent openbaar vervoer toegelicht. Op verschillende overheidsniveaus wordt gewerkt aan de ontwikkeling en handhaving van beleid. De invloed van beleid op de inzetbaarheid van de elektrische bus wordt in verschillende stappen uiteengezet. Van een hoog schaalniveau, zoals de Europese Unie en de Nederlandse regering, naar een lager schaalniveau, zoals de Provincie.

Op Europees niveau worden afspraken gemaakt, die voor alle EU landen van invloed zijn. Ook als het gaat om transport en dus openbaar vervoer, zijn er overeenkomsten gesloten. Om de uitstoot van schadelijke stoffen in de transportsector, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen lichte en zware voertuigen, in Europa te reduceren, zijn maatregelen getroffen. Deze wet- en regelgeving heeft als doel om de luchtkwaliteit te verbeteren. Sinds 2008 is de EURO V richtlijn van kracht (Europese Commissie, 2013). Deze heeft betrekking op de uitstoot van voertuigen met een verbrandingsmotor. De richtlijnen worden na een aantal jaren herzien en aangescherpt (Europese Commissie, 2013). Naast de emissienormen is het Enhanced Environmental-friendly Vehicle (EEV) opgesteld. In dit document zijn de doelstellingen aangaande emissienormen, voor de komende jaren opgenomen.

Door de emissienormen, vastgelegd in de EURO V richtlijn, zijn producenten van bussen met verbrandingsmotor verplicht om steeds schonere bussen te bouwen. Zolang conventionele bussen kunnen voldoen aan de emissienormen van de EU, kunnen ze de concurrentie met de elektrische bus blijven aangaan.

Naast het Europese beleid is de Nederlandse regering ook bezig om de uitstoot in de transportsector te reduceren. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu is de samenwerking met de 'Stichting Zero-Emission busvervoer' aangegaan, middels het tekenen van een Green

Deal. Vanuit het ministerie van Infrastructuur en Milieu wordt middels de Green Deal kenbaar gemaakt, dat men de uitstoot van schadelijke stoffen in het openbaar busvervoer terug wil brengen naar nul in 2025, met een overgangperiode van 2015 tot 2025 (TNO, 2012).

Het Rijk kan op verschillende wijzen de inzetbaarheid van de e-bus stimuleren. Een aantal manieren, zoals in de Green Deal opgenomen zijn (Zero Emission busvervoer, 2013):

- Het benutten van kansen rond innovaties in schone voertuigen voor het verder versterken van de concurrentiepositie van de Nederlandse maakindustrie op het gebied van elektrische voertuigtechnieken en materiaalgebruik
- Het evalueren van bestaande initiatieven op het gebied van elektrisch aangedreven busvervoer
- Smart grids (netwerken, die optimalisatie van vraag en aanbod van energie mogelijk maken)

De ontwikkeling, die de overheid doormaakt met betrekking tot het beleid om het openbaar vervoer te verschonen, wordt door Kemp (2010) beschreven als de transition management approach. Dit geeft aan, hoe de overheid reageert, middels beleid op nieuwe technieken, zoals de elektrische bus.

Het Rijk is ook met Provincies de samenwerking aangegaan om de transitie naar duurzame mobiliteit te maken. Hiermee wordt niet alleen gedoeld op de emissie van schadelijke stoffen, maar ook milieuaspecten als veiligheid en geluidsniveau (Noord-Nederland, 2007). De ambitie van het Rijk en de Provincies om de transitie naar duurzame mobiliteit te maken, is voor het openbaar vervoer en de elektrische bus van belang.

Voor het openbaar vervoer is de Provincie namelijk belangrijk. De Gedeputeerde Staten van een provincie is de concessieverlener. De concessieverlener kan, via het Programma van Eisen (PvE), eisen stellen aan de concessiehouder. Een elektrische aandrijving is mogelijkwijs een eis van de concessieverlener. Met een dergelijke eis kunnen alleen vervoerders met elektrische bussen een concessie krijgen. Er moeten dan wel partijen zich aanbieden, die geïnteresseerd zijn in de concessie en aan het PvE kunnen voldoen.

Via beleid kan Nederland actoren stimuleren om nieuwe technologieën, zoals de toepassing van elektrische aandrijflijnen in het openbaar busvervoer, te ontwikkelen.

5.2 Milieu

Er wordt steeds bewuster gekeken naar het milieu. Ook in de transportsector speelt het milieu een steeds grotere rol. Verschillende milieuaspecten, die van belang zijn voor het openbaar vervoer en specifiek de elektrische bus, worden in deze paragraaf nader toegelicht.

In de vorige paragraaf over beleid, is duidelijk geworden, dat de overheid het belang van een goed milieu inziet. Vigerend beleid en milieudoelstellingen richten zich voornamelijk op het terugdringen van de uitstoot in de transportsector, waardoor de luchtkwaliteit verbetert (TNO, 2012). De elektrische bus heeft geen uitstoot van schadelijke stoffen en draagt op deze manier bij aan het terugbrengen van emissies in het openbaar busvervoer. Bovendien wordt de directe afhankelijkheid van fossiele brandstoffen door het rijden met elektrische bussen, mits de bussen uit niet-fossiele energiedragers geproduceerd worden, verminderd (ECN, 2009).

Er is niet alleen sprake van mogelijke schade aan het milieu op het moment waarop bussen rijden. Tijdens de winning en verplaatsing van fossiele brandstoffen voor bussen met verbrandingsmotor zijn er risico's op schade aan het milieu, bijvoorbeeld door olie lekkages en ingrepen in het milieu om winning mogelijk te maken (de Rechtspraak, 2013). Opwekking van energie voor elektrische bussen kan op verschillende manieren plaatsvinden. Via duurzame methoden, zoals energieopwekking via windmolens of waterkrachtcentrales en dat gaat gepaard zonder uitputting van fossiele brandstoffen en brengt weinig risico's met zich mee. Er is mogelijk weerstand tegen de plaatsing van windmolens (te verwachten), want het zijn opvallende objecten, die de harmonie van het landschap kunnen verstoren.

Mocht de energie voor een bus met elektromotor en een bus met verbrandingsmotor uit dezelfde bron komen, dan blijkt de elektromotor efficiënter met de energie om te gaan. Dit blijkt uit een onderzoek in het wetenschappelijk tijdschrift 'Science'. Uit biomassa werd elektriciteit en bio-ethanol gemaakt, waarop de elektrische bus 81% verder kon rijden dan de bus op bio-ethanol (Cnet.com, 2013). Een elektromotor gaat ook efficiënter om met energie dan een dieselmotor, omdat elektriciteit min of meer direct wordt omgezet in aandrijfenergie terwijl diesel eerst nog in de motor moet worden omgezet in aandrijfenergie. Energetisch gezien, is het elektrische verbruik 25% ten opzichte van diesel verbruik (ECN, 2009).

Niet alleen het terugdringen van de uitstoot van schadelijke stoffen, zoals CO₂, NO_x en fijnstof, is voor het milieu belangrijk. Met de komst van de elektrische bus, wordt ook de geluidsproductie

van bussen teruggedrongen. Elektromotoren zijn zeer geluidsarm, in tegenstelling tot de verbrandingsmotor. Met name in het stadsverkeer is het geluidsniveau van bussen van invloed op het milieu.

5.3 Techniek

Het verschil tussen conventionele bussen en elektrische bussen zit in de aandrijflijn. De indelingsmogelijkheden van een bus met elektrische aandrijflijn zijn namelijk vergelijkbaar met een bus met verbrandingsmotor (BYD, 2013).

De aandrijflijn van een elektrische bussen bestaat uit twee hoofdonderdelen, namelijk de elektromotoren en de energievoorziening (bestaande uit accu's en zonnecellen). De elektromotor wordt gevoed door de energie uit de accu's en door zonnecellen op het dak van de bus, waarna het vermogen van de elektromotor wordt overgebracht op de wielen. De elektromotor levert vanaf 0 toeren per minuut het volle vermogen, waardoor geen versnellingsbak nodig is voor de overbrenging op de wielen.

De inhoud van het accupakket, plus de ondersteuning van de zonnecellen, bepalen de actieradius van de bus. De Bussen van BYD, met een lengte van 12 meter, beschikken over een accupakket met een capaciteit van ongeveer 300 kWh. Dit type bus rijdt op Schiermonnikoog. BYD geeft een verbruik op van 1,25 kWh/km. Dit geeft een actieradius van ongeveer 250 km. Afgezien van de werking van de zonnecellen, die een iets grotere actieradius mogelijk maken. De elektromotoren, geplaatst aan de achterwielen, leveren ieder een maximaal vermogen van 160 Kw, dat maakt een topsnelheid van 100 km/u mogelijk. Hierdoor is de bus geschikt om op de snelweg te rijden.

De elektrische bus kan worden opgeladen middels een oplaadpunt. Afhankelijk van de kracht van het oplaadpunt duurt het 3 tot 5 uur om de accu's van de bus volledig op te laden (BYD, 2013). Hierin schuilt een nadeel van de elektrische bus. Een conventionele bus kan namelijk worden volgetankt in enkele minuten. Mocht een omloop langer zijn dan de actieradius van een conventionele bus, dan is tussentijds tanken mogelijk. Met de elektrische bus is daar een stop van minimaal drie uur voor nodig.

Er is een alternatief voor het opladen van de elektrische bus, namelijk het inductieladen. Bij dit systeem wordt de bus niet alleen opgeladen bij een oplaadpunt, maar is ook onderweg opladen

mogelijk. Wanneer de bus stopt bij een inductielaadpunt wordt de bus opgeladen zolang de stop duurt. Door het tussentijds opladen (kleine hoeveelheden) wordt de actieradius van de elektrische bus verlengd (Proov, 2013).

5.4 Infrastructuur

Belangrijk voor het openbaar vervoer is de infrastructuur. Deze infrastructuur wordt meestal gedeeld met andere voertuigen, maar er zijn ook trajecten (busbanen) waar alleen openbaar busvervoer rijdt. En er zijn de busstations en bushaltes, waar reizigers kunnen instappen en uitstappen. 's Nachts zorgt de busvervoerder voor opslag van de bussen.

Wanneer conventionele bussen worden vervangen door elektrische bussen, zijn geen aanpassingen aan de infrastructuur nodig. De bussen kunnen gebruikmaken van dezelfde trajecten, zowel in de stad als buiten de stad, busstations en bushaltes. De enige toevoeging, die nodig is voor het opladen van de accu's, is het plaatsen van oplaadpunten. Logischerwijs plaatst men de oplaadpunten op de locatie waar de elektrische bussen 's nachts worden gestald om de bussen aan de lader te koppelen.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van bussen, die via inductieladen van elektriciteit worden voorzien, dan zijn grotere aanpassingen aan de infrastructuur nodig. Niet aan de trajecten, maar wel bij de busstations en bushaltes waar inductielussen moeten worden geplaatst. De meeste omlopen zijn echter korter dan de actieradius van de elektrische bus, waardoor inductieladen niet nodig is.

5.5 Financieel

Voor de concessieverlener en concessiehouder zijn kosten van groot belang. De concessiehouder moet een goed product leveren tegen een goede prijs. De concessieduur moet voldoende zijn om een winstmarge te hebben.

De elektrische bus is in aanschaf aanzienlijk duurder dan een conventionele bus. De kostprijs van een dieselbus is € 245 000,- exclusief BTW (ECN, 2009). Elektrische bussen zijn ongeveer 40% duurder (Dijkman, 2013). De hogere aanschafwaarde van de elektrische bus heeft voornamelijk te maken met de kosten van de accu's (ECN, 2009).

De variabele kosten liggen, naar verwachting, bij de elektrische bus lager dan bij een conventionele bus. Dit kan niet met zekerheid worden gesteld, omdat er weinig gebruikservaring is. De elektrische aandrijflijn heeft minder draaiende onderdelen dan de aandrijflijn van een dieselbus. Dit is gunstig in verband met slijtage, dat plaatsvindt bij draaiende onderdelen in een aandrijflijn. Bovendien werkt de elektromotor efficiënter dan een dieselmotor. Dit resulteert in een lagere verbruikskosten (ECN, 2009). Met de lagere variabele kosten moet de hogere kostprijs van de elektrische bus worden gecompenseerd.

De kosten voor aanpassingen aan de infrastructuur beperken zich tot het installeren van oplaadpunten bij de busstalling.

6. Case: Aanbesteding op elektrische bussen voor Schiermonnikoog

Onderdeel van de aanleiding voor het onderzoek naar de inzetbaarheid van de elektrische bus in Nederland is de aanbesteding van elektrische bussen voor de gemeente Schiermonnikoog. Met de zes elektrische bussen beschikt het eiland over volledig elektrisch openbaar busvervoer. Een primeur in Europa (Schiermonnikoog, 2013).

In dit hoofdstuk wordt gekeken hoe deze aanbesteding tot stand is gekomen. Met deze aanbesteding, en de ervaringen, die worden opgedaan met elektrische bussen, kunnen de kansen voor elektrisch busvervoer in de nabije toekomst worden belicht.

Door de provincie Fryslân is in samenwerking met andere provincies en het Rijk gekeken hoe de uitstoot van schadelijke stoffen in het openbaar vervoer kunnen worden teruggedrongen. Hier zijn het energieakkoord en hieruit voortvloeiend het 100 000 voertuigenplan uit voortgekomen (Noord-Nederland, 2008). Met als doelstelling de transitie naar duurzame mobiliteit. Met het beleid en duurzame initiatieven, wordt ook beoogd om producten te stimuleren, die duurzame technieken, zoals elektrische aandrijving voor bussen, verder kunnen verfijnen. Ook zal er meer concurrentie ontstaan onder producenten, wanneer de vraag naar elektrische bussen toeneemt. Door de techniek verder te ontwikkelen en de concurrentie te vergroten, zal de vraag naar elektrische bussen groter worden en de prijs dalen (Dijkman, 2013).

Door de provincie Fryslân, als concessieverlener, is gekeken hoe het openbaar vervoer in Friesland schoner kan worden gemaakt. Om deze doelstelling te halen, moeten de dieselbussen worden vervangen door bussen, die minder schadelijke stoffen uitstoten. Alternatieven voor de dieselbus zijn elektrische bussen en bussen rijdend op groen gas. Elektrische bussen hebben uiteindelijk de voorkeur, omdat hierbij geen uitstoot van schadelijk stoffen plaatsvindt in tegenstelling tot de bussen op groen gas.

De OV-lijndienst op Schiermonnikoog, bestaande uit twee lijnen, is een geschikt traject om elektrische bussen in te zetten. De omloop is namelijk korter dan de actieradius. Bovendien gaat het om een relatief kleine aanbesteding, waardoor de financiële risico's worden beperkt.

Er zijn wel een aantal factoren, die de inzet van elektrische bussen kunnen beperken. De aanschafprijs van elektrische bussen ligt 40% hoger dan conventionele bussen (Dijkman, 2013). Deze hogere aanschafprijs moet worden terugverdiend door lagere variabele kosten. De elektrische bus is namelijk energiezuiniger en de energie is voor elektrische bussen (elektriciteit) goedkoper dan fossiele brandstoffen voor de conventionele bus.

De wet staat echter busconcessies toe van maximaal acht jaar (KpVV, 2013b). Deze bussen hebben dan een bepaalde restwaarde en er is er na 8 jaar dienst vraag naar de bussen vanuit het buitenland. Daarom is deze looptijd voor de conventionele bus lang genoeg om een winstmarge te behalen (Dijkman, 2013). Voor elektrische bussen is dit onzeker. De aanschafprijs ligt hoger, waardoor een langere periode vereist is voor het terugverdienen van de investering. Na afloop van de concessie is het onzeker of er vraag is naar tweede hands elektrische bussen. Hier is nog geen ervaring mee.

Door de provincie is besloten om een aanbesteding uit te schrijven voor zes elektrische bussen volgens de Europese aanbestedingsregels (Europese richtlijn 2004/18/EG). Hierop konden verschillende partijen, uit binnen en buitenland, zich inschrijven. De inschrijvingen zijn getoetst aan de hand van bepaalde gunningscriteria (Provincie Fryslân, 2012). Deze gunningscriteria zijn opgenomen in de bijlage. De keuze van de provincie Fryslân is gevallen op de inschrijving van het Chinese BYD. Er is ook een onderhoudscontract afgesloten met BYD van 15 jaar.



Figuur 4 Bestickering elektrische bus Schiermonnikoog

De provincie heeft de zes bussen zelf aangeschaft. Busvervoerder Arriva gaat met de bussen rijden. Met deze aanschaf is de duur van de concessie geen probleem. De bussen hebben in plaats van 8 jaar, nu 15 jaar de tijd om zichzelf terug te verdienen. Na 8 jaar wordt het interieur van de bussen vernieuwd, zodat de bussen langer meegaan (Dijkman, 2013). Na 8 jaar wordt een nieuwe concessie verleend, waarbij de concessiehouder gebruik maakt van bestaande (elektrische) busvloot. Figuur 4 toont het uiterlijk van de bus (inclusief bestickering).

7. Welke situaties of gebieden kunnen onderscheiden worden t.a.v. openbaar busvervoer?

Openbaar busvervoer is er in heel Nederland. In rurale gebieden, urbane gebieden en bustrajecten om de stad en het platteland te verbinden. Bussen hebben invloed op de omgeving waarin ze rijden. Ze zijn niet alleen zichtbaar, maar maken ook geluid en produceren uitlaatgassen. De invloed van de bus op de omgeving heeft niet alleen met het type bus te maken, maar ook met de omgeving zelf. Daarom is het belangrijk om gebieden te onderscheiden en de invloed van openbaar vervoer daarop weer te geven.

In dit hoofdstuk wordt eerst een indeling gemaakt in categorieën openbaar busvervoer. Daarna wordt, voor de verschillende categorieën, gekeken naar de voor- en nadelen van de elektrische bus ten opzichte van de conventionele bus.

Normaliter wordt er grofweg onderscheid gemaakt tussen streekvervoer en stadsvervoer. Waarbij streekvervoer wordt gekenmerkt door lange omlopen in een landelijke omgeving. Hierbij kan worden gedacht aan verbindingen tussen plaatsen in een landelijke omgeving. Deze lijndiensten rijden buiten de stad en hebben relatief weinig stops, waardoor een hoge gemiddelde snelheid wordt gehaald. Stadsvervoer wordt juist gekenmerkt door kortere omlopen met veel stops en een lage gemiddelde snelheid.

Omdat er veel variaties zijn binnen het stadsvervoer, zijn ook indelingen mogelijk waarbij het stadsvervoer wordt uitgesplitst in categorieën. In het onderzoeksrapport van Twynstra Gudde (2010), voor het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, wordt onderscheid gemaakt tussen 4 categorieën, namelijk:

- Het openbaar vervoer in Amsterdam, Rotterdam en Den Haag (afgekort G3)
- Stedelijke rondom G3
- Stedelijk overig. Het openbaar busvervoer in steden, die niet rondom G3 liggen.
- Landelijk.

Deze indeling is gemaakt om concessies in het openbaar vervoer te kunnen vergelijken. Het gaat hierbij niet alleen om busvervoer, maar om openbaar vervoer in zijn algemeenheid.

Trajecten op vliegvelden, bijvoorbeeld pendelbussen op het platform, worden gerekend onder de 'categorie stedelijk overig'. Vliegvelden liggen namelijk doorgaans in of nabij stedelijke gebieden. Schiphol is hier een goed voorbeeld van. Schiphol wil in 2014 elektrische bussen laten rijden op het vliegveld (Schiphol, 2013).

Wanneer de indeling van Twynstra Gudde wordt gehanteerd, zijn de voordelen van de elektrische bus het grootst in de categorieën G3, stedelijk rondom G3 en Stedelijk overig. In de stad en omgeving is de lokale luchtkwaliteit van belang. Deze heeft namelijk invloed op de gezondheid van mensen. De uitstoot van schadelijke stoffen door conventionele bussen hebben invloed op de lokale luchtkwaliteit (Noord-Nederland, 2008). In landelijke gebieden wonen relatief weinig mensen langs de busroutes, waardoor minder mensen last ondervinden van uitlaatgassen.

Naast de luchtkwaliteit heeft de elektrische bus ook een positieve invloed op de geluidsproductie. Deze is lager bij een elektrische bus dan een conventionele bus. Vooral optrekkende conventionele bussen produceren motorgeluid. De elektromotor in de elektrische bus werkt geruisloos. Ook hier geldt, dat de invloed van de geluidsproductie op de omgeving het grootst is in stedelijke gebieden. Hier is de bevolkingsdichtheid groter dan in landelijke gebieden en zijn bussen genoodzaakt veel op te trekken en af te remmen.

8. Welke casus lenen zich voor de overstap naar de elektrische bus?

De elektrische bus heeft zowel voordelen als nadelen ten opzichte van de conventionele bus. Deze voor- en nadelen bepalen op welke trajecten de elektrische bus kan worden ingezet. In dit hoofdstuk wordt beschreven voor welke trajecten en gebieden zich lenen voor de overstap naar de elektrische bus. Hierbij wordt gekeken naar de huidige situatie, anno 2013. Ook wordt een link gelegd met de elektrische busvloot op Schiermonnikoog.

8.1 Geschikte trajecten en gebieden voor de elektrische bus

De grootste beperkende factor van de elektrische bus ten opzichte van de conventionele bus is de actieradius. Snel opladen is niet mogelijk, waardoor het laden in de nachtelijke uren moet plaatsvinden. De actieradius is ongeveer 250 kilometer. Wanneer met een veilige marge rekening wordt gehouden, is de elektrische bus inzetbaar op omlopen tot 200 kilometer.

Milieutechnisch biedt de elektrische bus veel voordelen op de conventionele bus. Zo stoot de elektrische bus geen emissies uit. Dit heeft directe gevolgen voor de luchtkwaliteit. Ook produceert de elektrische bus geen motorgeluiden. Dit betekent, voor de omgeving waar de bus in rijdt, een reductie van de geluidsproductie. De voordelen van de lagere uitstoot van schadelijke stoffen en geluid zijn het grootst in de stad, vanwege de grotere bevolkingsdichtheid in steden.

Naast de milieutechnische voordelen, zijn ook de variabele kosten lager. De elektrische bus gaat namelijk efficiënter om met brandstof. De aanschaf van elektrische bussen is echter wel 40 % hoger dan de aanschaf van conventionele bussen. Door de provincie Fryslân wordt verwacht, dat de hogere aanschaf uiteindelijk wordt gecompenseerd door lagere variabele kosten (Geelhoed, 2013). Hierbij dient te worden opgemerkt, dat de bussen op Schiermonnikoog zijn aangekocht, door de provincie, met een onderhoudscontract voor 15 jaar. Daardoor hebben de bussen meer tijd om zichzelf terug te verdienen, dan wanneer een concessiehouder bussen aanschaft. De maximale concessieduur is namelijk 8 jaar. Normaliter is de busvloot eigendom van de concessiehouder.

8.2 Vergelijking met Schiermonnikoog

Op Schiermonnikoog heeft de elektrische bus een omloop van maximaal 115 kilometer (Geelhoed, 2013). Bovendien is de busvloot aangekocht door de provincie Fryslân. De investering van de provincie Fryslân in duurzaam openbaar vervoer in combinatie met de korte omloop op Schiermonnikoog hebben de inzet van elektrische bussen mogelijk gemaakt. Omdat er weinig tot geen ervaring is met elektrische bussen, die worden ingezet op reguliere diensten, neemt de provincie Fryslân een risico.

Gebieden en trajecten met korte omlopen (< 200 km) zijn geschikt voor het inzetten van elektrische bussen. De koper van een busvloot, concessieverlener of concessiehouder, moet wel bereid zijn om een grotere investering te doen (met waarschijnlijk lagere variabele kosten) en het gebrek aan gebruikservaring te accepteren.

9 Conclusie

De huidige Nederlandse busvloot in het openbaar vervoer, bestaat voornamelijk uit dieselbussen. Naast dieselbussen wordt er op kleinere schaal gebruik gemaakt van (groen)gasbussen (ECN, 2009). De elektrische bus is een alternatief voor de dieselbus en (groen)gasbus om de uitstoot van schadelijk stoffen te reduceren.

Door de overheid wordt ingezet op duurzame mobiliteit. Deze doelstelling wordt in verschillende beleidsdocumenten kenbaar gemaakt (ECN, 2009). Echter, de overstap naar nieuwe technieken (transitie) is een lang en zeer complex proces (Rotmans, 2003).

Voor het openbaar vervoer is de Provincie belangrijk. De Gedeputeerde Staten van een provincie is de concessieverlener. De concessieverlener kan, via het Programma van Eisen (PvE), eisen stellen aan de concessiehouder. Een elektrische aandrijving is mogelijkwerwijs een eis van de concessieverlener. Met een dergelijke eis kunnen alleen vervoerders met elektrische bussen een concessie krijgen. Er moeten dan wel partijen zich aanbieden, die geïnteresseerd zijn in de concessie en aan het PvE kunnen voldoen.

De inzet van elektrische bussen in plaats van conventionele bussen biedt voordelen voor het milieu. Niet alleen het terugdringen van de uitstoot van schadelijke stoffen, zoals CO₂, NO_x en fijnstof, is voor het milieu belangrijk. Met de komst van de elektrische bus wordt ook de geluidsproductie van bussen teruggedrongen.

Wanneer conventionele bussen worden vervangen door elektrische bussen, zijn geen aanpassingen aan de infrastructuur nodig. De bussen kunnen gebruik maken van dezelfde trajecten, zowel in de stad als buiten de stad, busstations en bushaltes. De enige toevoeging, die nodig is voor het opladen van de accu's, is het plaatsen van oplaadpunten.

De grootste beperkende factor van de elektrische bus ten opzichte van de conventionele bus is de actieradius. Snel opladen is niet mogelijk, waardoor het laden in de nachtelijke uren moet plaatsvinden. De actieradius is ongeveer 250 kilometer.

Ook is de hogere kostprijs (ongeveer 40%) van de elektrische bus een nadeel ten opzichte van de conventionele bus. Daarentegen zijn, naar verwachting, de variabele kosten lager. Door gebrek aan gebruikservaring is dit namelijk niet met zekerheid te stellen.

De provincie heeft de zes elektrische bussen zelf aangeschaft. Busvervoerder Arriva gaat met de bussen rijden. Met deze aanschaf is de duur van de concessie geen probleem. De bussen hebben in plaats van 8 jaar, nu 15 jaar de tijd om zichzelf terug te verdienen.

De voordelen van de elektrische bus ten opzichte van de conventionele bus zijn het grootst in stedelijke gebieden. In de stad en omgeving is de lokale luchtkwaliteit van belang. Deze heeft namelijk invloed op de gezondheid van mensen. De uitstoot van schadelijke stoffen door conventionele bussen hebben invloed op de lokale luchtkwaliteit (Noord-Nederland, 2008). De elektrische bus heeft, door geruisloze motoren, ook een lagere geluidsproductie dan een conventionele bus. Dit voordeel komt ook het best tot uiting in stedelijke gebieden.

Wanneer met een veilige marge rekening wordt gehouden, is de elektrische bus inzetbaar op omlopen tot 200 kilometer.

Literatuur

Flowerdew, R. Martin, D. (2005). *Methods in human geography*. Second edition. Essex: Pearson.

Provincie Fryslân (2012). *Bestek Elektrische bussen Schiermonnikoog*. Leeuwarden: Provincie Fryslân.

Kemp, R. (2010). The Dutch energy transition approach. *Int Econ Econ Policy*

TNO (2013). *Performance of Battery Electric Buses in Practice: Energy Consumption and Range*. Delft: TNO.

NZW (2011). *Programma van Eisen Openbaar vervoer Noord- en Zuidwest Fryslân en Schiermonnikoog 2012 – 2020*. Leeuwarden: Provincie Fryslân.

Noord-Nederland (2008). *100 000 voertuigenplan, duurzaam op weg*. Provincie Friesland, Groningen, Drenthe en Noord-Holland

Provincie Fryslân (2013). *Eerste elektrische busdienst van Europa rijdt op Schiermonnikoog*.

Geraadpleegd op 20 – 5 – 2013 via

<http://www.fryslan.nl/8070/eerste-elektrische-busdienst-van-europa-rijdt-op-schiermonnikoog/>

Provincie Limburg (2013). *Lijn 4 van Maastricht rijdt deze week elektrisch*. Geraadpleegd op 20 – 5 – 2013 via

http://www.limburg.nl/Actueel/Nieuws_en_persberichten/2013/Mei_2013/Lijn_4_van_Maastricht_rijdt_deze_week_elektrisch

Cnet.com (2013). *Bioelectricity best biofuels on miles per acre*. Geraadpleegd op 5 – 4 - 2013 via

<http://news.cnet.com/study-bioelectricity-bests-biofuels-on-miles-per-acre/>

KpVV (2013a). *PvE en Bestek*. Geraadpleegd op 23 – 5 – 2013 via

<http://www.kpVV.nl/KpVV/Toolbox-Beter-Bestek/Deliverables/PvE-en-bestek.html>

KpVV (2013b). *Kennisplatform Verkeer en Vervoer* Geraadpleegd op 17 – 5 – 2013 via <http://www.kpVV.nl/KpVV/Toolbox-Beter-Bestek/Sturing/Afbakening-concessies/Duur-van-de-concessie.html>

Europese Commissie (2013). *Transport and environment*. Geraadpleegd op 17 – 5 – 2013 via <http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>

Proov (2013). *Unplugged e-mobility*. Geraadpleegd op 17 – 5 – 2013 via <http://www.proov.nl/over-proov/unplugged-e-mobility/>

Rijksoverheid (2013). *Green deals*. Geraadpleegd op 18 – 5 – 2013 via <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-economie/green-deal>

VNPI (2013). *Wat doet een Raffinaderij*. Geraadpleegd op 18 – 5 – 2013 via <http://www.vnpi.nl/Files/file/Wat%20doet%20een%20raffinaderij.pdf>

De Rechtspraak (2013). *Nederlandse vonnissen over aansprakelijkheid Shell*. Geraadpleegd op 23 – 5 – 2013 via <http://www.rechtspraak.nl/Organisatie/Rechtbanken/Den-Haag/Nieuws/Pages/NederlandsevonnissenoveraansprakelijkheidShell.aspx>

Milieuloket (2013). *Schadelijke stoffen*. Geraadpleegd op 18 – 5 – 2013 via <http://www.milieuloket.nl/9353000/1/j9vvhurbs7rzq9/vhurdyxqgmyn>

Zero Emissie busvervoer (2013). *Green Deal*. Geraadpleegd op 23 – 5 – 2013 via <http://www.zero-emissiebusvervoer.nl/index.php/greendeal>

Noord-Nederland (2007). *Energieakkoord Noord-Nederland*. Geraadpleegd op 24 – 5 – 2013 via http://www.provinciegroningen.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/Downloads/energieaknoorn.pdf

BYD (2013). *BYD ebus*. Geraadpleegd op 25 – 5 – 2013 via <http://www.byd.com/na/auto/ElectricBus.html>

Schiermonnikoog (2013). *Elektrische bussen op Schiermonnikoog*. Geraadpleegd op 13 - 6 - 2013 via

<http://www.schiermonnikoog.nl/sjablonen/1/infotype/news/item/view.asp?objectID=3298>

Schiphol (2013). *Schiphol kiest als eerste luchthaven ter wereld voor duurzame passagiersvervoer*. Geraadpleegd op 5 - 6 - 2013 via

<http://www.schiphol.nl/SchipholGroup1/NieuwsPers/Persbericht/SchipholKiestAlsEersteLuchthavenTerWereldVoorDuurzaamPassagiersvervoer.htm>

Dagblad van het Noorden (2006). *Dit is hem: de superbuss van Wubbo Ockels*. Geraadpleegd op 16 - 6 - 2013 via

[http://www.lr.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/LR/Organisatie/Afdelingen en Leerstoelen/Afdeling AEWE/Applied Sustainable Science Engineering and Technology/ASSET in the media/doc/dagblad van het noorden 21 maart 2006 .pdf](http://www.lr.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/LR/Organisatie/Afdelingen%20en%20Leerstoelen/Afdeling%20AEWE/Applied%20Sustainable%20Science%20Engineering%20and%20Technology/ASSET%20in%20the%20media/doc/dagblad%20van%20het%20noorden%2021%20maart%202006.pdf)

Rotmans, J. (2003). *Transitiemanagement, sleutel voor een duurzame samenleving*. Assen: Koninklijke Van Gorcum BV.

Van Dongen, L.A.M. (1979). Elektrische voertuigen: waarom en waar? *Verkeerskunde*, 7, 311 - 315

Bijlagen