

## **Elektrisch autorijden: Waarom geen maatschappelijke discussie?**

Frans Bal  
RISSK

Jaap Vleugel  
TU Delft  
j.m.vleugel@tudelft.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
19 en 20 november 2015, Antwerpen**

## Samenvatting

### *Elektrisch autorijden: Waarom geen maatschappelijke discussie?*

Ruim een eeuw na de uitvinding van de automotor zien we nu de derde poging om elektrische aandrijving voor (personen)auto's aan de man of vrouw te brengen. Het gaat inmiddels om een groeiend aantal automodellen en varianten in kleine series. De impact van een beperkt aantal van deze auto's op de maatschappij en het milieu is daarmee nog beperkt. Die impact zal veel groter worden op het moment dat er veel meer elektrische auto's rondrijden. Of het zover komt is zeer onzeker, er zijn namelijk verschillende alternatieven (denkbaar): verdere ontwikkeling van conventionele motoren, toepassing van biobrandstoffen of waterstof en ontwikkeling van geïntegreerde openbaar vervoersystemen.

Bij elektrische auto's gaat het zowel om private investeringen door consumenten en producenten als om grote overheidsinvesteringen. Dit laatste geldt zeker als de door de Rijksoverheid beoogde koppeling van de introductie van elektrische auto's aan de herstructurering van de elektriciteitsvoorziening werkelijkheid zou worden.

De Nederlandse overheid stimuleert elektrisch autorijden ook vanwege de beoogde vermindering van de uitstoot van CO<sub>2</sub> en (lokale) luchtvervuiling. Dit beleid is zinvol, mits dit effect niet tegen excessief hoge kosten gerealiseerd wordt en er geen effectievere alternatieven zijn of binnen afzienbare termijn beschikbaar komen waarmee de gekozen beleidsdoelen ook behaald zouden kunnen worden.

De effectiviteit van overheidsmaatregelen op basis van vrijwilligheid berust op individuele acceptatie en bereidheid tot gedragsaanpassing. Bij de elektraproductie zien we een groeiend aantal lokale initiatieven, waarbij het milieu en de portemonnee baat hebben. Dit momentum kan gebruikt worden om het accent te leggen op klein- in plaats van grootschalige oplossingen. Als iedereen fors energie zou gaan besparen en zelf elektra produceert en opslaat, wat technisch steeds eenvoudiger en goedkoper zal worden, dan hebben kleine en middelgrote verbruikers geen externe elektraleveranciers meer nodig. Voorzover lokale initiatieven nog (start)subsidies nodig hebben, kan belastinggeld beter daaraan besteed worden dan aan mega-investeringen in netwerken waar de gemiddelde verbruiker geen (direct) baat bij heeft. Elektrische auto's kunnen dan eventueel gekoppeld worden aan lokale of hooguit regionale netwerken, die losgekoppeld worden van nationale (hoogvermogens-) netwerken, voorzover die nog nodig zijn als de grote elektraverbruikers maximaal energie gaan besparen en zelf elektra opwekken.

Dit brengt ons bij de vraag: Waarom vindt er geen maatschappelijke discussie plaats over noodzaak, nut en consequenties van de invoering van de elektrische personenauto in Nederland? In een aantal mini-scenario's worden de voordelen van kleinschaligheid geschetst.

Trefwoorden: Elektrisch rijden, beleid, lokale oplossingen, nut en consequenties.

## 1. Inleiding

### 1.1 Stand van zaken

In 2010 was het aantal elektrische personenauto's in Nederland verwaarloosbaar. In 2013 waren het er ruim 6.000, die toen verdeeld waren over de categorieën zakelijk (leaseauto, zzp-er), deelauto en taxi (Hoen et al., 2013). Nu rijden er ruim 57.000 in Nederland. Elektrisch autorijden is daarmee in een paar jaar van de grond gekomen, waarbij nu ook particulieren elektrische auto's aanschaffen. Op ruim 8 miljoen personenauto's zijn deze aantallen nog verwaarloosbaar.

Tabel 1. Elektrische auto's in Nederland op 31 juli 2015

Type	Aantal
Personenauto (puur elektrisch)	8.542
Personenauto (e-motor met range extender resp. plug-in hybride)	49.325

Bron: RVO (2015).

Deze groei is gestimuleerd door (zie bijv. Nijland et al., 2012):

- Technologische ontwikkeling (motoren, accu's, aerodynamica, gewichtsbesparing door nieuwe materialen, etc.) en toegenomen aanbod van voertuigen in verschillende marktsegmenten;
- Subsidies en andere belastingmaatregelen voor auto's en laadpalen door overheden en energiebedrijven;
- Keuzes in wagenparkbeheer, proeftuinen en andere (pilot)projecten.

### 1.2 Beleid en motieven

De Rijksoverheid stimuleert elektrisch rijden vanwege (Rijksoverheid, 2015):

- De bijdrage aan de versterking van de economische positie van Nederland;
- De bijdrage aan de energievoorzieningszekerheid van Nederland;
- De bijdrage aan de klimaatdoelen (reductie CO<sub>2</sub>) en afname luchtvervuiling (NO<sub>x</sub> en PM<sub>x</sub> (fijn stof)).

Het denken in (macro- en meso-)economische baten is, mede onder invloed van het EU-beleid, ook gangbaar in andere landen, zeker in die met een grote auto-industrie.

In deze wereld van meekoppelende belangen worden elektrische auto's energieopslagsystemen, die bijdragen aan de gewenste balans tussen vraag en aanbod naar elektriciteit. Dit vereist dat zij op zeer grote schaal ingezet worden. De Nederlandse groeidoelstelling voor het aantal elektrische auto's is (daarom) exponentieel: 15-20.000 (2015), 200.000 (2020), 1 miljoen (2025); Rijksoverheid (2015).

### 1.3 Probleemstelling

De invoering van elektrische auto's is complex en heeft aanwijsbare maatschappelijke consequenties. Dit brengt ons tot de volgende onderzoeksvragen:

1. Is het noodzakelijk c.q. wenselijk om het project "invoering van elektrische auto's" te verbinden met het project "toekomstbestendig maken nationale elektriciteitsvoorziening"?
2. Is er een alternatief voor het beleid uit vraag 1 te bedenken?
3. Wat zijn de milieubaten van elektrische auto's en waar kunnen deze het beste gerealiseerd worden?

#### 1.4 Methodologische keuzes

In dit paper beperken wij ons tot de relatie tussen elektrische (personen)auto's, de elektriciteitsvoorziening van Nederland en de mogelijke emissiebatens. Het is gebaseerd op desk research en een aantal brainstormsessies.

#### 1.5 Opzet van het paper

In sectie 2 wordt het thema nader verkend. Hierbij worden vraag 1 en 2 beantwoord. Vervolgens komt in sectie 3 vraag 3 aan de orde. De belangrijkste conclusies en aanbevelingen zijn in sectie 4 te vinden.

### **2. Nadere verkenning**

#### 2.1 Inleiding

Hier wordt een aantal thema's verkend, die in sectie 3 bij elkaar komen: voertuigtechniek en -gebruiksmogelijkheden (2.2); elektrisch rijden en emissies (2.3); de toekomstige elektriciteitsproductie en netstabiliteit (2.4).

#### 2.2 Voertuigtechniek en -gebruiksmogelijkheden

##### 2.2.1 Verleden en heden

Conventionele motoren met interne verbranding werden eind 19<sup>e</sup> eeuw ontwikkeld door pioniers zoals Otto en Diesel. Zij gingen voort op een pad dat met de universele stoommachine begon. Elektrische auto's reden in de USA al in 1842. Zij waren groot en erg duur en vielen daarmee in een nichesegment. De accutechniek en elektronica waren rudimentair vergeleken met wat nu beschikbaar is. Dit beperkte hun inzet tot steden. Tegelijk was er de technische ontwikkeling bij diesel en otto-motoren, waarbij die in de elektrische techniek en elektronica achterbleef. Ontwikkelingen in de product- en procestechniek (Ford) en het beleid van oliemaatschappijen om brandstof goedkoop aan te bieden verdreven elektrische auto's naar nichemarkten zoals golfkarretjes en lichte servicevoertuigen. Begin jaren '90 maakten (experimentele) elektrische auto's een korte revival in Californië dankzij strengere emissienormen. Een lobby van autofabrikanten en olieproducenten hielp dit beleid om zeep, waarna nieuwe (hogere) emissienormen ook met conventionele motoren bereikt konden worden (Vleugel, 2009). Het enige voordeel van elektrische auto's verdween toen als sneeuw in de Californische zon. Daarmee is de huidige ontwikkeling bij elektrische auto's onderdeel van een lange termijn beweging, waarbij er gesproken kan worden van een 2<sup>e</sup> revival of 'derde golf(je)'.

##### 2.2.2 Succesvoorwaarden

Het hedendaagse massale autogebruik is terug te voeren op een universele inzetbaarheid tegen concurrerende kosten en het bij veel gebruikers ontbreken van bruikbare of gewenste alternatieven. 'Downgrading' van conventionele motoren is niet realistisch, ook omdat motorvermogen een (hoofd)rol speelt in de automarketing. Het succes van auto's met elektromotoren is dan afhankelijk van de volgende voorwaarden:

- Zij hebben minimaal dezelfde gebruikseigenschappen als auto's met conventionele motoren;
- De aanschafprijs en de gebruikskosten zijn zonder subsidie niet (significant) hoger dan die van auto's met conventionele motoren;

- De verbruiks- en luchtvervuilingsnormen voor auto's worden dusdanig aangescherpt dat deze alleen met elektromotoren zijn te realiseren.

Conventionele en elektrische auto's verschillen op een aantal essentiële punten, wat leidt tot een serie min- en pluspunten. Tabel 2 geeft deze op kwalitatieve indicatie wijze weer. Zie Van Wee et al. (2015) voor een uitgebreider overzicht met referenties naar (kwantitatieve) literatuur.

Tabel 2. Kwalitatieve vergelijking van conventionele en niet-conventionele aandrijving

<b>Alternatief</b>	<b>Minpunten</b>	<b>Pluspunten</b>
Conventionele brandstoffen	Luchtvervuiling Geluid Olievoorraden, politieke afhankelijkheid en brandstofprijs	Techniek is ver ontwikkeld en biedt nog veel potentieel Techniek leidt niet tot gebruiksbeperkingen
Volledig elektrisch (FEV/BEV)	Actieradius (30-400 km max): -capaciteit en laadtijd accu's -aantal laadstations en -opties Aanpassing gebruiksgedrag Aanschafprijs, inruilwaarde	Veel minder schadelijke emissies Krachtige en soepele motoren Operationele kosten Technische ontwikkeling
Hybride (PHEV)	Actieradius in elektrische modus Zie verder bij volledig elektrisch	Minder schadelijke emissies Actieradius Technische ontwikkeling
Waterstof	Aantal tankstations Opwekking met fossiele brandstoffen + efficiëntie (Subjectieve) veiligheid	Minder schadelijke emissies Lokale opwekking is mogelijk Technische ontwikkeling

### 2.3 Elektrisch rijden en CO<sub>2</sub>-emissies

Een accu van een volledig elektrische of een plug-in hybride auto wordt in de standaard situatie via het elektriciteitsnetwerk opgeladen. Waar elektrisch gereden wordt verschuiven schadelijke emissies naar de omgeving van de leverende elektriciteitscentrale(s). De aard van die emissies is afhankelijk van de daarin verwerkte brandstoffen en de rookgasbewerking.

Om emissies van individuele auto's te kunnen bepalen is het gangbaar om brandstofgebruik en emissies onder laboratoriumcondities te meten. De Europese testcycli ((gesimuleerde) praktijkomstandigheden) en de emissieplafonds liggen veel hoger dan wat technisch (maximaal) haalbaar is. Dit komt omdat de autolobby deze zelf bepaalt. Hierbij hebben autofabrikanten ruimte voor manipulatie door speciaal geprepareerde auto's aan keuringsinstituten te leveren (Bayerischer Rundfunk, 2015). Gepubliceerde emissie- en brandstofverbruikscijfers, waar ook de Nederlandse subsidies voor eindgebruikers op zijn/waren gebaseerd, zijn te rooskleurig. Realistischer cijfers zijn te vinden in tabel 3.

Het feitelijk brandstofverbruik en emissies worden vooral bepaald door de leeftijd en staat van de auto(onderdelen), gebruiksgedrag en onderhoudsregime. Idealiter zou met meerdere scenario's per auto- en brandstoftype en met automodellen in diverse prijsklassen gerekend moeten worden, waarbij ook weer diverse varianten denkbaar zijn.

Dit maakt het rekenwerk erg complex, vandaar dat net als in andere studies gekozen is voor een sterke vereenvoudiging.

Tabel 3. Brandstofverbruik en emissies voor een c-segment/middenklasse auto met verschillende brandstoffen (2015)

<b>Tank-To-Wheel (TTW)</b>	<b>Benzine</b> VW Golf 1.2	<b>Diesel</b> VW Golf 1.6D	<b>PHEV benzine</b> Toyota Prius	<b>PHEV diesel</b> Volvo V60	<b>FEV</b> VW Golf-e
ltr/100 km	5.6	3.8	3.6	3.5	
kWh/100 km			3.7	4.3	16
CO <sub>2</sub>	132	101	107	119	97
NO <sub>x</sub>	0.024	0.418	0.019	0.407	0.080
PM <sub>10</sub>	0.002	0.098	0.0	0.091	0.002

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Noot: Geen automerk levert alle brandstofvarianten. Daarom is in alle tabellen gekozen voor zo goed mogelijk vergelijkbare modellen van verschillende autofabrikanten.

Tabel 3 laat zien dat de diverse opties soms verrassend dicht bij elkaar liggen. Bij elektrische auto's bepaalt de energiemix van elektriciteitscentrales mede de te behalen emissiereductie. Het afschaffen van de subsidie voor PHEV spreekt nu ook voor zich.

#### 2.4 Elektriciteitsproductie, netstabiliteit en elektrische auto's

De verduurzaming van het energiegebruik en met name de voor 2050 beoogde 90% lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot vergeleken met 1990, heeft verstrekkende gevolgen voor het energielandschap. Volgens een scenario (Netbeheer Nederland, 2011) zal voor huishoudens ook veel veranderen; meer elektrische auto's, PV-panelen, warmtepompen, terug levering, slimme netwerken, etc. Een mix van maatregelen, waaronder verregaande energiebesparing en een groot aandeel van duurzame energiebronnen in de energiemix (mix van bronnen waarmee elektriciteit wordt opgewekt) moet deze keuzes/ontwikkelingen mogelijk maken.

Het resultaat van deze ontwikkelingen in vraag en aanbod is volgens sommigen een groeiend risico op instabiliteit bij de levering van elektriciteit; zonne- en windenergie kennen dagelijkse en seizoen patronen met een bepaalde mate van onvoorspelbaarheid (Bijlo, 2009). Toen er nog uitsluitend conventionele elektriciteitscentrales bestonden, werden op piekmomenten in het elektraverbruik een of meer gascentrales bijgeschakeld. Deze zijn namelijk relatief snel in en uit te schakelen. Deze optie is nu nog maar beperkt aanwezig, omdat gascentrales door de lage olie- en gasprijzen onrendabel zijn geworden. Er worden nu veel meer kolen verstoekt vanwege de lage kolenprijs en zeer lage emissierechten voor CO<sub>2</sub>. Volgens de planning worden tot in 2017 5 oude kolencentrales gesloten. Tegelijk zijn recent 3 moderne kolencentrales aan het net toegevoegd. Doorgaan met kolen terwijl de CO<sub>2</sub>-uitstoot van kolenverbranding twee maal zo hoog is als die van gasegestookte centrales (Trommelen et al., 2015) lijkt geen serieus milieubeleid. De lage energieprijzen vormen geen prikkel tot energiebesparing.

Om de (toekomstige) elektriciteitsvoorziening onder genoemde condities te kunnen garanderen werken netbeheerders en elektraproductanten aan diverse oplossingen: netverzwaring door de aanleg van extra hoog-voltage verbindingen binnen en tussen (grensoverschrijdende) netwerken (Boeters, 2015) en het toch operationeel houden van

gascentrales. Daarnaast kunnen grootschalige accusystemen (Widmann, 2014) een rol gaan spelen als buffer van tijdelijke overschotten aan elektriciteit, die aangesproken kunnen worden op het moment dat er een elektratekort dreigt. Ook wordt geëxperimenteerd met smart grids om vraag en aanbod in de tijd beter te matchen en energie te besparen. Bij de kleinschalige accusystemen kunnen accupakketten van geparkeerde elektrische auto's als vermogensbuffer toegepast worden, mits de juiste technische en financiële randvoorwaarden worden gecreëerd (Ecomobiel, 2015). Gezinshuishoudens (zonder auto) hebben hier ook een alternatief. Er bestaan al back-up-accu's voor opslag van met zonnepanelen opgewekte stroom (bijv. 1 kWh-systemen; Intuhome, 2015) en er komen systemen aan waarmee netkoppeling kan vervallen (bijv. 7 resp. 10 kWh van Tesla voor US\$ 3000-3500 excl. AC-DC inverter). Massaproductie en technische ontwikkeling zullen de aanschafprijs kunnen verlagen.

#### 2.4 Op zoek naar een (alternatieve) strategie

De Rijksoverheid ziet een belangrijke rol voor elektrische auto's in de toekomstige elektriciteitsvoorziening. De vraag is of dit niet een achterhaalde visie is gezien de opkomende lokale energieopwekking en mogelijk toekomstige zelfvoorziening. Is de toekomstige energievoorziening (nog) wel gebaat bij grootschalige oplossingen? Wij zijn van mening dat deze koppeling onnodig is en de invoering van elektrische auto's een veel te complex en duur vraagstuk maakt. Hiermee is vraag 1 beantwoord.

Als in de toekomst alle elektra lokaal opgewekt zou worden en verdeeld via smart grids die ook maximaal bijdragen aan energiebesparing, dan kunnen de grote netwerken (en producenten van elektrisch vermogen) wellicht geheel verdwijnen. Kleinschaliger opwekking vermindert transportverliezen (nu 12%; Intuhome, 2015) en biedt ruimte voor productie op maat. De elektrakosten van kleinverbruikers kunnen verder omlaag als de subsidiëring van grootverbruikers door kleinverbruikers verdwijnt; de vervuiler betaalt dan eindelijk. Dit stimuleert grootverbruikers ook om zelf elektra op te gaan wekken. De zware koppelingen met het buitenland kunnen vervallen. Nederland is geen draaitol meer in het Europese energielandschap. Elektrische apparaten kunnen gasapparaten vervangen, waardoor de door het opraken van de gasreserves dreigende afhankelijkheid van 'lastige burens' wordt vermeden. Hiermee is ook vraag 2 beantwoord.

### **3. Scenario: Elektrische auto's zonder overheid**

#### 3.1 Inleiding

Om vraag 3 te beantwoorden worden scenario's gebruikt. Vaak wordt gewerkt met een verre tijdshorizon (bijvoorbeeld 2050). Dit past bij trage systeemaanpassingen met een lage urgentie. Het is ook een in de beleids wereld veel gebruikte methode om lastige keuzes uit te stellen. Lange-termijnverkenningen zijn erg gevoelig voor de gebruikte aannames. De grote mate van onzekerheid leidt tot veel zachte data, wat lange-termijn scenario's tot een dure hobby met weinig praktisch nut maakt. Bij de nu beschikbare techniek en de extreme urgentie van het klimaatvraagstuk past een veel kortere tijdshorizon; het jaar 2025.

#### 3.2 Van groot- naar kleinschalig

De fiscale regelingen voor de zakelijke markt zijn interessanter dan die voor privégebruik. Elektrische auto's zijn daarmee ondanks versoberde regelingen vooral interessant voor de zakelijke markt. Eind 2014 golden nog de BPM, MIA en lage bijtelling. Daarmee kon een

elektrische auto van 50.000 euro in iets meer dan 5 jaar terugverdiend worden (Belastingtips.nl, 2014). Leaseauto's komen meestal na een paar jaar op de tweedehands markt; voor privégebruik nauwelijks interessant vanwege het aantal kilometers. Bij elektrische auto's komt daar nog de onzekerheid over de gemiddelde levensduur van de gebruikte accu's bij. Daardoor worden veel van deze auto's geëxporteerd. De milieueffecten zijn tijdelijk en lekken daarna naar het buitenland. Als de BPM bij export ook nog teruggevraagd wordt, dan resteert per saldo een kostenpost voor de overheid. Dit roept vragen op omtrent het (milieu)rendement van deze fiscale regelingen. Als aankoop- en/of gebruiksgedrag subsidie gedreven is, dan is het effect ook eenmalig als de subsidie afloopt en zijn we terug bij af. Het Nederlandse milieubeleid is vooral kortetermijnbeleid. Het beschikbare budget per maatregel hangt af van macro-economische en politieke overwegingen, wat duurzaamheid in een bijrol duwt. De relatief kleine budgetten zijn in korte tijd op. Het risico op discontinuïteiten schrikt bedrijven en particulieren af om fors te investeren, waardoor dit type stimuli een kleinere dan wenselijke multiplier kent. Grootschalige e-mobiliteit vereist investeringen in (snel-) laadpalen en het waar nodig verdichten en verzwaren van elektriciteitsnetwerken waarbij smart grids ingezet worden voor netbalancing en energiebesparing. De schattingen over het extra te installeren vermogen verschillen nogal. Als de meeste auto's PHEV zijn die langzaam geladen worden via nog te ontwikkelen vehicle to grid technologie (V2G)(die een auto duurder maakt) dan voldoet de huidige 25 GW opgesteld vermogen, omdat nu gemiddeld 15 GW wordt gebruikt. De meerkosten liggen dan tussen 3 en 4 mld. euro. Als iedereen een FEV zou hebben en deze na thuiskomst meteen zou gaan opladen, dan verdubbelt de piekvraag en moet het vermogen ook verdubbeld worden. Het prijskaartje kan dan oplopen naar 25 mld. euro. Als accu's van de huidige 17 naar 40 kWh gaan, wat de verwachting is, dan kan tot 3x meer piekvermogen nodig zijn. Als iedereen zou gaan snelladen (200 kW per auto), dan zijn de gevolgen (blackouts) zonder forse investeringen in het laagspanningsnet (Nijland et al., 2012) niet te overzien. De koppeling van elektromobiliteit aan grootschalige (achtergrond-)infrastructuur staat haaks op de lokale mobiliteitsbehoefte van de meeste gebruikers van elektrische auto's, het energiebesparingspotentieel en de thuisproductie van elektriciteit. De straat, stad of regio is een veel logischer schaalniveau dan het landsniveau. Daarbij zijn meganetwerken met een klein aantal productie-eenheden vermoedelijk veel kwetsbaarder voor black-outs (cascade-effect) dan decentrale netwerken.

### 3.3 Een lokaal/regionaal scenario

#### 3.3.1 Inleiding

De afgelopen decennia leek het onmogelijk dat externe prikkels mobiliteitskeuzes blijvend konden veranderen. Een alternatief zal alleen gekozen worden als het aansluit bij een eisenpakket van een potentiële gebruiker. Enkelvoudige maatregelen, zoals rekeningrijden of een eenmalige verhoging van de belasting op brandstoffen, hebben minimaal effect. Een consistent en compleet pakket van maatregelen heeft meer kans van slagen, onder de juiste condities. Deze worden hieronder besproken.

#### 3.3.2 Nieuwe opties en trends

De digitale revolutie verweeft fysieke en digitale mobiliteit. Er zijn, in elk geval in dichtbevolkte regio's, nu interessante mogelijkheden en ontwikkelingen:

- De opkomst van private lease: de maandelijkse autokosten zijn beter te budgetteren;



- Toegang wordt belangrijker dan bezit: (jongere) consumenten hechten beduidend minder waarde aan het bezit en de status van een vervoersmiddel. Hierbij spelen factoren als budget, gemak, de ervaring met openbaar vervoer (Ov-studentenkaart), groepswaarden (sociale netwerken; delen), combineerbaarheid met fietsgebruik (ov haltes en stations als uitwisselpunten), en aandacht voor duurzaamheid een rol;
- Betere afstemming op de gebruikersbehoefte: klein, handig te parkeren en zuinig voor dagelijks gebruik; een grotere auto, cabrio of 4x4 voor (korte) vakanties;
- Slimme pasjes en betaalsystemen: (zakelijke) reizigers besluiten ter plekke om een huurauto, het ov, een ov-fiets of taxi of een combinatie daarvan te nemen. Concepten als Greenwheels en Connektcar zijn inmiddels levensvatbaar.

Flexibel autogebruik kan elektrisch vervoer stimuleren. De vaste eigen (parkeer)plaatsen in steden zijn eenvoudig te voorzien van laadpalen voor PHEV.

### 3.3.3 Een nieuwe wereld

Het onderstaande scenario is een reactie op decennia van neoliberal gemarchandeerd met duurzaamheid.

#### *Veronderstellingen*

In dit scenario zijn dit de belangrijkste veronderstellingen:

- De technocratische en centralistische instituties en mechanismen op EU- en nationaal niveau zijn na volksoptstanden verdwenen. Sterkere regionale overheden, die grensoverschrijdend samenwerken, hebben hun rol grotendeels overgenomen;
- Het milieubeleid wordt niet meer bepaald door de CEO's van vervuilende en energie slurpende sectoren. Elektratarieven kennen een exponentieel verloop;
- De autolobby kan duurzaamheidsbeleid niet meer tegenwerken. Dankzij strenge emissienormen wordt het maximale uit conventionele technologie gehaald. Elektrisch rijden is niet schoner, wel wordt minder CO<sub>2</sub> uitgestoten. Er rijden ook brandstofcelauto's rond met waterstof als brandstof.
- De grote elektriciteitsproducenten zijn na miljardenverliezen van de markt verdwenen. Elektriciteit wordt op maat geproduceerd door coöperaties (gezinnen/bedrijven);
- Het gemiddeld jaarlijkse elektraverbruik per huishouden is sterk afgenomen, omdat in het productontwerp wordt ingezet op minimaal elektriciteitsgebruik van zowel auto's als huishoudelijke producten. Er is een e-label (A) en een vlak speelveld voor producenten;
- Consumenten en producenten ontvangen geen subsidies. Dit is ook niet nodig, omdat het milieubewustzijn hoog is en niet-duurzame alternatieven niet meer gekocht kunnen worden;
- Er rijden veel minder auto's rond. Veel meer mensen wonen in grotendeels autovrije steden. Elektrische fietsen, collectieve taxi's, lopende banden en geïntegreerd openbaar vervoer vormen een effectief personenvervoersysteem;
- Hoogspanningsnetwerken zijn ontkoppeld van laag- en middenspanningsnetwerken en afgeslankt. De ontwikkeling van megawindparken is gestopt, omdat lokale opwekking een fractie kost en een veel hoger rendement kent. Lokale netwerken zijn versterkt en veranderd in smart grids.

### 3.3.4 Mini-scenario's voor elektrisch rijden

Binnen het kader van de wereld uit 3.3.3 laten hier we een aantal scenario's de revue passeren waarin elektrisch rijden vanuit verschillende perspectieven wordt belicht.

#### *(0) 2015: Geen eenduidig beeld in het c-segment*

Uit Tabel 3 kwam naar voren dat in het c-segment een verlaging van de CO<sub>2</sub> emissies bereikt kan worden als mensen overstappen van benzineauto's naar elektrische auto's. Voor NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>-emissies levert deze overstap weinig op. De overstap geeft een beperkte CO<sub>2</sub>-reductie bij diesels. Bij PHEV is het beeld complexer. Het ontbreken van een eenduidig beeld zal de keuze tussen de verschillende alternatieven niet eenvoudig maken.

#### *(I) Overstappen op een auto uit het b-segment*

Het lagere brandstofverbruik maakt kleinere auto's interessanter bij hoge brandstofprijzen en een lagere bijtelling. Tussen 2008 en 2012 groeide het a-segment van 17 tot 24% en het b-segment van 23 tot 25%. Het c-segment schommelde rond 21% van de nieuw verkopen (RAI Vereniging, 2012). Tabel 4 laat zien dat de emissies voor benzine auto's maar iets lager zijn dan die voor modellen in het c-segment. Tevens blijkt de gekozen FEV minder zuinig dan het model in het c-segment. Vanwege schaalvoordelen worden motoren in grote series geproduceerd. Hetzelfde type motor kan door verschillende autoproducenten in meerdere modellen voor diverse marktsegmenten ingebouwd worden. Een voorbeeld is de VW Group die een 1.2 liter benzinemotor gebruikt in de VW Polo, VW Golf, SEAT Ibiza en de Skoda Octavia. Vermogen en emissies zijn door simpele aanpassingen aan hard- en software (motormanagementsysteem) te wijzigen. Het lagere voertuiggewicht van een b-segment auto zorgt er ook voor dat deze met een kleinere motor uitkomt, wat de productiekosten en daarmee de aanschafprijs drukt.

Tabel 4. Een indicatie van de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>-emissies van personenauto's in het b-segment voor verschillende typen brandstoffen (2015)

	<b>Benzine</b> VW Polo	<b>Diesel</b> VW Polo	<b>PHEV</b> <b>benzine</b>	<b>PHEV</b> <b>diesel</b>	<b>FEV</b> Renault ZOE
CO <sub>2</sub> in g/1km	123	101	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	119.19
NO <sub>x</sub> in g/1km	0.024	0.418	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0.099
PM <sub>10</sub> in g/1km	0.002	0.098	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	0.002

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Noot: (1) Er zijn nog geen PHEV verkrijgbaar in het b-segment.

#### *(II) C-segment met 100% groene stroom uit zonnepanelen*

Tabel 5 laat zien wat gebeurt als PHEV en FEV thuis met groene stroom uit zonnepanelen worden opgeladen. Dit is nu nog een vrij extreem scenario, zowel om technische- als om financiële redenen. Vleugel et al. (2014) gaven aan dat een consument zijn of haar budget beter aan zonnepanelen dan aan een elektrische auto kan besteden. Ook als het budget aanwezig zou zijn dan is aanschaf van PHEV of FEV én zonnepanelen financieel niet aantrekkelijk. Dit potentieel aan milieuwinst wordt bij ongewijzigd overheidsbeleid voorlopig niet gerealiseerd.

### (III) C-segment en geografische differentiatie

Bij beperkte particuliere en (lokale) overheidsbudgetten past een slimme allocatie van beschikbare middelen. De vraag is dan of een generieke overstap op PHEV en FEV wel zo zinvol is gegeven de (huidige) technische mogelijkheden van deze auto's en de diversiteit in particulier autogebruik.

Tabel 5. Een indicatie van de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>-emissies van personenauto's in het c-segment bij verschillende typen brandstoffen en 100% groene stroom voor PHEV en FEV

	<b>Benzine</b> VW Golf 1.2	<b>Diesel</b> VW Golf 1.6D	<b>PHEV benzine</b> Toyota Prius	<b>PHEV diesel</b> Volvo V60	<b>FEV</b> VW Golf-e
CO <sub>2</sub> in g/1km	132	101	85 (-20.5%)	93 (-22%)	0 (-100%)
NO <sub>x</sub> in g/1km	0.024	0.418	0.017 (-51%)	0.385 (-5.4%)	0 (-100%)
PM <sub>10</sub> in g/1km	0.002	0.098	0,001 (-50%)	0,090 (-1%)	0 (-100%)

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Zo is er een groot verschil in autogebruik op het platteland (o.a. door de slechtere OV-bereikbaarheid) en in steden (o.a. door parkeerproblematiek, congestie, e.d.). Uit CBS (2015) komt naar voren dat er een factor 8 meer autokilometers afgelegd worden in Zuid-Holland dan in Zeeland. Differentiatie in het (subsidie-)beleid kan derhalve bijdragen aan een hoger marktaandeel voor PHEV en FEV.

Door het aantal autokilometers te combineren met het nationale marktaandeel van de verschillende motortechnologieën kan een schatting gemaakt worden van het totaal aan emissies en hun verdeling over de verschillende motortypes per provincie. Wij hebben dit voor Zuid-Holland (Tabel 6) en Zeeland (Tabel 7) gedaan. Beide provincies verschillen (sterk) qua omvang en samenstelling van de economische bedrijvigheid en inwoners.

Tabel 6. Een indicatie van de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>-emissies van personenauto's in het c-segment voor verschillende typen brandstoffen en 'groene' stroom in Zuid-Holland

			C-segment		
Zuid-Holland - 2014	<b>Mld. km.</b>	<b>Relatieve bijdrage energietype</b>	<b>CO<sub>2</sub> in ton</b>	<b>NO<sub>x</sub> in ton</b>	<b>PM<sub>10</sub> in ton</b>
<i>Autotype</i>					
Benzine	17.92	64%	2364293	430	36
Diesel	8.12	29%	817684	3394	796
PHEV benzine	1.316	4.7%	111618	22	2
PHEV diesel	0	0%	0	0	0
FEV	0.0448	0.16%	0	0	0
<b>TOTAAL</b>	<b>28</b>		<b>3293595</b>	<b>3846</b>	<b>834</b>

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Alternatieven zoals LPG en CNG (regionaal taxi- en groepsvervoer) en biobrandstoffen (zoals E85) worden ook hier buiten beschouwing worden gelaten. Vandaar dat de

percentages niet optellen tot 100% en de totale emissies per provincie hoger zijn dan de zichtbare eindtotalen.

Vergelijking van Tabel 6 en 7 maakt duidelijk dat schonere auto's in Zuid-Holland tot meer emissiereductie leiden dan in Zeeland. Dit resultaat voldoet aan de verwachting.

Tabel 7. Een indicatie van de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>-emissies van personenauto's in het c-segment voor verschillende typen brandstoffen en 'groene' stroom in Zeeland

		C-segment			
		<b>Relatieve bijdrage energietype</b>			
Zeeland - 2014	<b>Mld. km.</b>		<b>CO<sub>2</sub> in ton</b>	<b>NO<sub>x</sub> in ton</b>	<b>PM<sub>10</sub> in ton</b>
<i>Autotype</i>					
Benzine	2.24	64%	295537	54	4
Diesel	1.015	29%	102211	424	100
PHEV benzine	0.1645	4.7%	13952	3	0
PHEV diesel	0	0%	0	0	0
FEV	0.0056	0.16%	0	0	0
<b>TOTAAL</b>	<b>3.5</b>		<b>411699</b>	<b>481</b>	<b>104</b>

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

#### (IV) 2025

In 2011 sprak de Rijksoverheid de ambitie uit dat in 2025 10% van het wagenpark uit elektrische auto's zou moeten bestaan. Dit roept veel vragen op: Welke auto's worden dan vervangen? Benzine of dieselauto's, of ook de schonere CNG of oudere hybride auto's (zoals de Toyota Prius I en II)? Ten tweede, er zijn inmiddels 5 typen elektrische auto's met een toenemend aandeel elektrische aandrijving. Bestaan PHEV in de toekomst nog wel? Ten derde, worden elektrische auto's gepropageerd vanwege 'hogere' doelstellingen (energiepolitiek) of om de emissies te verlagen? De techniek staat niet stil. Er zijn al benzine auto's die minder dan 100 gram CO<sub>2</sub> per kilometer uitstoten en daarmee PHEV benaderen. Ten vierde, wat is het aantal reizigerskilometers in 2025? Hier gaan we op basis van de huidige stand van de techniek kijken naar de impact van deze ambitie. Vanwege het actuele diesel (ontmoedigings-)beleid spelen PHEV-diesels geen rol van betekenis en zal het aantal conventionele diesels.

Tabel 8 bevat een mogelijk scenario voor 2025. Hierin neemt het aandeel van benzine en diesel af en het aandeel van PHEV benzine en FEV verdubbelt bijna.

Tabel 8. Het mobiliteitsaandeel (o.b.v. reizigerskilometers) van de belangrijkste brandstoftypen in 2014 versus 2025

Mobiliteitsaandeel per type brandstof in 2014				
<b>Benzine</b>	<b>Diesel</b>	<b>PHEV benzine</b>	<b>PHEV diesel</b>	<b>FEV</b>
64.00%	29.00%	4.70%	0%	0.16%
Mobiliteitsaandeel per type brandstof in 2025				
<b>Benzine</b>	<b>Diesel</b>	<b>PHEV benzine</b>	<b>PHEV diesel</b>	<b>FEV</b>
62.00%	25.0%	9.50%	0%	0.50%

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Tabel 9. Een indicatie van de emissies in 2025 o.b.v. de actuele technologie in personenauto's en de huidige energiemix in het Nederlandse elektriciteitsnet

		C-segment		
		CO <sub>2</sub> in ton	NO <sub>x</sub> in ton	PM <sub>10</sub> in ton
Zuid-Holland + Zeeland	2014	3743314	4358	939
	2025	3721628	3944	832
Verschil in ton		-21686	-414	-107
Verschil in %		-0.58%	-9.51%	-11.35%

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Tabel 10. Een indicatie van de emissies in 2025 o.b.v. de actuele technologie in personenauto's en 'groene' stroom

		C-segment		
		CO <sub>2</sub> in ton	NO <sub>x</sub> in ton	PM <sub>10</sub> in ton
Zuid-Holland + Zeeland	2014	3743314	4358	939
	2025	3639395	3876	831
Verschil in Ton		-103919	-482	-108
Verschil in %		-2.78%	-11.07%	-11.49%

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Het effect van groene stroom en gebruik van PHEV en FEV is beperkt als gevolg van het gebruik van een ingebouwde verbrandingsmotor voor fossiele brandstoffen bij de PHEV. Dit beïnvloedt de uitkomsten in zowel Tabel 9 als 10.

Tabel 11. Indicatie omtrent de emissies in 2025 o.b.v. de actuele technologie in personenauto's, 'groene' stroom en uitsluitend FEV i.p.v. een mix van PHEV en FEV

		C-segment		
		CO <sub>2</sub> in ton	NO <sub>x</sub> in ton	PM <sub>10</sub> in ton
Zuid-Holland + Zeeland	2014	3743314	4358	939
	2025	3385583	3826	827
Verschil in ton		-357731	-532	-112
Verschil in %		-9.56%	-12.20%	-11.94%

Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op emissiefactoren uit de literatuur.

Tabel 11 maakt duidelijk dat een investering in elektrische auto's eigenlijk niet los gezien kan worden van investeringen in schonere elektriciteitsopwekking. Door PHEV te ontmoedigen en alleen nog groene stroom in te zetten kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot significant omlaag.

#### 4. Conclusies en aanbevelingen

In het begin van dit paper werden de volgende vragen gesteld:

1. Is het noodzakelijk c.q. wenselijk om het project "invoering van elektrische auto's" te verbinden met het project "toekomstbestendig maken nationale elektriciteitsvoorziening"?
2. Is er een alternatief voor het beleid uit vraag 1 te bedenken?

### 3. Wat zijn de milieubaten van elektrische auto's en waar kunnen deze het beste gerealiseerd worden?

Wij hebben laten zien dat deze verbinding niet wenselijk is en vervolgens een alternatief gepresenteerd waarmee vermoedelijk tegen veel lagere kosten een veel hoger milieurendement behaald kan worden.

Onze scenario's verwijzen grootschalige oplossingen, die vooral bedoeld lijken om de huidige status quo in energieland in stand te houden en het huishoudboekje van de staat te spekken i.p.v. daadwerkelijk duurzaamheid na te streven, naar de prullenbak en verkennen de mogelijkheden van reeds in gang gezette trendbreuken.

Wij denken dat de oude starheden in het mobiliteitsgedrag (stapsgewijs) kunnen verdwijnen. Een slimme mobiliteitsconsument vraagt om schone (stedelijke) mobiliteit op maat. De analyses in dit paper maken duidelijk dat

- 'sharing & pooling' van autogebruik steden zich goed lenen om (een infrastructuur voor) elektrisch rijden op korte termijn verder te verbeteren en in te passen in een economisch rendabel businessmodel;
- in het stedelijk gebied op de korte termijn het meeste rendement behaald kan worden als het gaat om reductie in emissies;
- downsizing met meer auto's in het b- i.p.v. c-segment een beperkt positief milieueffect kan opleveren;
- een investering in elektrische auto's eigenlijk niet los gezien kan worden van investeringen in 100% groene (lokale) elektriciteitsopwekking als het volledige verduurzamingspotentieel bereikt moet worden.

Tenslotte, investeringen in elektrisch vervoer zijn geen concurrent van die in openbaar vervoer. De poging van de auto-industrie om via kleine 'schone' stadsauto's de positie van het openbaar vervoer (verder) te marginaliseren dient dan ook een halt te worden toegeroepen. Naarmate meer mensen in steden wonen zal de vraag naar leefruimte buitenshuis groter worden. Meer auto's, hoe 'schoon' ook, concurreren met deze ruimte, waardoor de leefbaarheid in steden verder onder druk komt te staan.

Het verminderen of zelfs geheel verdwijnen van privéauto's uit steden is een logisch vervolg op de autovrije winkel- en woonstraten. In een leefbare stad wordt vanzelfsprekend veel minder geïnvesteerd in autowegen. Minder wegen en minder auto's betekent ook minder verbruik van steeds schaarser wordende grondstoffen.

### **Referenties**

Bayerischer Rundfunk, 2015, Das Märchen von der E-mobilität, tv-uitzending.

Belastingtips.nl, 2014 [http://www.belastingtips.nl/zakelijk/auto\\_van\\_de\\_zaak/elektrische\\_of\\_hybride\\_auto\\_van\\_de\\_zaak](http://www.belastingtips.nl/zakelijk/auto_van_de_zaak/elektrische_of_hybride_auto_van_de_zaak).

Bijlo, E., 2009, Aanpassing van elektriciteitsnet is snel nodig, Dagblad Trouw, 30-10-09.

Boeters, B., 2015, Waar de stroom ook vandaan komt, de backbone is robuust, Technisch Weekblad, 06-04-2015.

CBS, 2015, <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=81126NED&D1=0&D2=a&D3=a&D4=a&HDR=G2,T&STB=G1,G3&VW=T>.

Ecomobiel, 2015, Elektrische auto's welkome schakel in het toekomstige energienetwerk, 08-09-2015.

Hoen, A., Pol, M., 2013, Nieuwe elektrische vervoersconcepten in Nederland, Een verkenning van marktinitiatieven, ECN en PBL, ECN-E—13-014, Petten.

Intuhome, <http://intuhome.nl/producten/accuopslag>.

Netbeheer Nederland, 2011, Net voor de toekomst, Verkenning van de impact van de verduurzaming op de energie-infrastructuur, Arnhem.

Nijland, H., Hoen, A., Snellen, D., Zondag, B., 2012, Elektrisch rijden in 2050: gevolgen voor de leefomgeving, PBL, Den Haag.

RAI Vereniging (2012) Analyse Autoverkopen 2012, RAI Vereniging, Amsterdam.

Rijksoverheid, 2015, Elektrisch Rijden in de versnelling, Bijlage 2: Plan van Aanpak 2011-2015.

Rijkswaterstaat, TNO en Leaseplan, 2012, Elektrisch rijden: duurzaam en praktisch haalbaar, Den Haag.

RVO, 2015, <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers>. Gebaseerd op RDW cijfers.

Tesla, 2015, Energy storage for a sustainable home, <http://www.teslamotors.com/powerwall>.

Trommelen, J., Vries, J. de, 2015, Fors hoger kolenverbruik door centrales in 2015, De Volkskrant 27-8-2015.

Vleugel, J.M., 2009, Elektrische auto's: Vooruitgang of stilstand? Bijdrage aan het CVS, 19/20 november 2009, Antwerpen, cd.

Vleugel, J.M. en Bal, F., 2014, Minder CO<sub>2</sub>: Koop ik een elektrische auto of een set zonnepanelen? Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 20 en 21 november 2014, Eindhoven.

Wee, B. Van, Maat, K., Bont, C. de, 2015, Beleid om elektrische auto's te stimuleren, Tijdschrift Vervoerswetenschap 51 (2), pp. 92-109.

Widmann, B., 2014, Speicher für die Energiewende: Fraunhofer IFF testet in Magdeburg erfolgreich Grossbatterie, <https://idw-online.de/de/news606278>.