Uitbreiding publieke laadinfrastructuur tot 2020

Inschatting van het aantal benodigde publieke laadpunten voor elektrische auto's

CE Delft
Committed to the Environment

Uitbreiding publieke laadinfrastructuur tot 2020

Inschatting van het aantal benodigde publieke laadpunten voor elektrische auto's

Dit rapport is geschreven door:
Anco Hoen
Maarten Afman
Anouk van Grinsven

Delft, CE Delft, februari 2017

Publicatienummer: 17.4J72.71

Elektrische auto's / Accu's / Locaties / Elektriciteit
VT: Laadpunten

Opdrachtgever: RVO.nl
Uw kenmerk: HENE201612

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Anco Hoen (CE Delft).

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	**3**
1	**Inleiding**	**6**
1.1	Achtergrond	6
1.2	Situatie eind 2016	6
1.3	Green deal en businesscase	7
1.4	Leeswijzer	8
2	**Benodigd aantal laadpunten in 2020**	**9**
2.1	Inleiding	9
2.2	Verwachte voertuigaantallen in 2020	10
2.3	Conceptueel model van de vraag naar laadinfrastructuur	12
2.4	Rekenmodel laadbehoefte (CELINE)	13
2.5	Uitkomsten berekening benodigd aantal laadpunten	16
2.6	Onderliggende parameters bij de berekening	18
2.7	Gevoeligheidsanalyse	22
2.8	Vergelijking met eerdere schattingen	24
2.9	Reflectie op de betrouwbaarheid van de raming	24
3	**Ontwikkeling kosten laadpunten**	**26**
3.1	Kosten van laadpunten	26
3.2	Jaarlijkse opbrengsten	29
3.3	Businesscase voor een laadpunt	30
3.4	Bepalen omvang tekort op businesscase	32
3.5	Implicaties voor investeringen op korte termijn	34
3.6	Conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek	35
4	**Conclusies**	**37**
4.1	Benodigd aantal publieke laadpunten in 2020	37
4.2	Totale tekort op de businesscase	37
5	**Referenties**	**39**

Samenvatting

Aanleiding en doel van dit onderzoek

Voor het stimuleren van de groei van elektrisch rijden is de uitrol van een goede laadinfrastructuur van groot belang. Publieke laadpunten spelen daarbij (naast private, semi-publieke en snellaadpunten) een belangrijke rol.
Het aantal publieke laadpunten is de afgelopen tijd flink toegenomen.
Een belangrijke vraag is echter hoeveel publieke laadpunten er bij zullen moeten komen om aan de vraag van het groeiend aantal elektrische auto's te kunnen voldoen. Een tweede vraag is of deze laadpunten de toename van het aantal elektrische auto's 'automatisch' volgt omdat marktpartijen daar een goede boterham mee kunnen verdienen, of dat er nog geen sluitende businesscase bestaat. In dit rapport geven we een antwoord op deze beide vragen.

Schatting van het benodigd aantal laadpunten in 2020

In totaal zijn er naar verwachting in 2020 circa 42.100 publieke laadpunten (ofwel 21.050 laadpalen) nodig om aan de vraag van circa 160.000 elektrische auto's te voldoen. Dat houdt in dat er ten opzichte van de huidige situatie (11.768) nog circa 30.300 extra laadpunten bij geplaatst zouden moeten worden. Hiervan zijn er via lopende aanbestedingen reeds 6.000 'gegund' en gefinancierd, die in de komende tijd zullen worden geplaatst.

Indien het aantal EV's wat sneller zou groeien (tot circa 185.000 in 2020) dan zijn er naar verwachting in totaal circa 48.600 publieke laadpunten nodig in 2020. Bij lage groei (tot 135.000 EV's in 2020) zouden er circa 35.700 laadpunten nodig zijn in 2020.

Gevoeligheidsanalyse

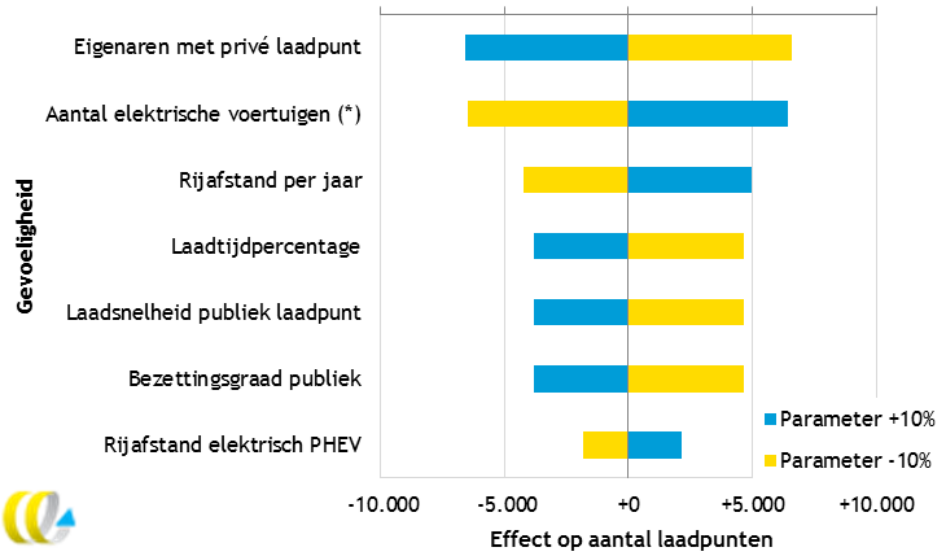
Deze aantallen zijn berekend met het model CELINE. Met dit rekenmodel kan op basis van een aantal aannames zoals het aantal voertuigen, de elektrische rijafstand en de verdeling van laden over de verschillende laadvormen (thuis, semi-publiek, snelladen), bottom-up de laadbehoefte worden berekend.
Deze laadbehoefte wordt berekend met een groot aantal variabelen.
Sommige van deze variabelen zijn sterk van invloed op de schatting van het benodigd aantal publieke laadpunten, te weten:

- het aantal (elektrische) kilometers dat door EV's per jaar wordt gereden;
- het aantal rijders/eigenaren van EV's met een privé laadpunt;
- het laadtijdpercentage (het percentage van de ingeplugde tijd die daadwerkelijk wordt geladen);
- de gemiddelde laadsnelheid die wordt bereikt bij een publiek laadpunt;
- het aantal en de bezettingsgraad van semi-publieke laadpunten.

Figuur 1 illustreert hoeveel meer of minder laadpunten er nodig zijn wanneer voor bovengenoemde parameters andere waarden worden gekozen in CELINE. Zo is bijvoorbeeld te zien dat wanneer de gemiddelde rijafstand 10% hoger is dan we hebben aangenomen in de middenschatting, het aantal benodigde laadpunten in 2020 met circa 5.000 stijgt (+12%).

Factoren die minder van invloed zijn op het benodigd aantal laadpunten betreffen het gebruik (en de beschikbaarheid) van snellaadvoorzieningen, en de bezettingsgraad van semi-publieke laadpunten. Ook de ontwikkeling van de elektrische rijafstand met plug-in hybrides heeft een relatief bescheiden rol in de gevoeligheid van de uitkomsten.

Figuur 1 Gevoeligheidsanalyse met variabelen die aantal laadpunten beïnvloeden



De gevoeligheidsanalyse illustreert dat het kiezen voor laadpunten met meer vermogen, en het stimuleren van EV-gebruikers om een laadpunt niet langer te bezetten dan nodig, de investeringen in publieke laadinfrastructuur kunnen beperken. Ook kan het kiezen voor een iets hogere maximale bezettingsgraad (ofwel een kleiner aantal laadpunten per EV) de benodigde investeringen aanzienlijk beperken.

Op dit moment is validatie van het model CELINE nog lastig. De betrouwbaarheid van de modeluitkomsten kan nog verder groeien door het model, de structuur en de onderliggende aannames en parameters te actualiseren met nieuwe praktijkdata. Het monitoren van de verder groei van de (publieke) laadinfrastructuur in Nederland en de factoren die daarop invloed hebben zijn kunnen daarbij van grote waarde zijn.

Totale tekort op de businesscase

Momenteel is de businesscase voor publieke laadpunten nog niet sluitend. De verhouding tussen kosten en opbrengsten zal in de komende jaren naar verwachting wel duidelijk verbeteren. Op basis van een benchmark van de ontwikkeling van kosten van publieke laadpunten is een schatting gemaakt van het totale tekort op de businesscase voor het realiseren van het benodigd aantal laadpunten. Dit tekort bedraagt tussen de € 4,7 en € 10,2 miljoen over de hele periode 2017 t/m 2020. Indien het aantal EV's relatief snel groeit kan dat benodigde bedrag oplopen tot € 6,7 tot € 13,5 miljoen. De bandbreedte in deze kosten wordt veroorzaakt door onzekerheid over de snelheid waarmee kosten zullen dalen en opbrengsten zullen stijgen.

Implicaties voor korte termijn (t/m 2018)

Alle partijen die verantwoordelijk zijn voor het plaatsen van publieke laadinfrastructuur (gemeenten, marktpartijen en de Rijksoverheid) zullen onderling moeten overleggen of, en zo ja, welk deel zij van het tekort op de businesscase voor hun rekening zullen en kunnen nemen. Sinds 2015 heeft het rijk € 5,3 mln. bijgedragen aan de publieke laadinfrastructuur. De huidige beschikbare rijksmiddelen bedragen tot en met 2018 bijna € 2 miljoen. Voor dit bedrag kan naar verwachting een groot deel van het tekort aan laadpalen tot en met 2018 worden weggewerkt. We moeten hierbij ook bedenken dat de ontwikkelingen in de markt van laadinfrastructuur

momenteel zeer snel gaan. In 2016 werd ruim 1 op de 5 laadpunten al zonder Rijksbijdrage gerealiseerd. Het is daarom niet ondenkbaar dat marktpartijen op bepaalde locaties sneller en mogelijk zonder overheidsbijdrage laad-infrastructuur zullen realiseren. Verder kan de ontwikkeling van snellaad-punten in stedelijke locaties, zoals recent in Den Haag, een deel van het resterende tekort aan laadpunten verminderen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het Energieakkoord zijn afspraken gemaakt over energiebesparing en reductie van CO_2-uitstoot. De sector mobiliteit moet hieraan ook een bijdrage leveren. Daartoe zijn er verschillende acties in gang gezet waaronder het stimuleren van elektrisch rijden. Op dit moment rijden er in Nederland circa 115.000 elektrische voertuigen rond (stand 31 december 2016). Dat aantal zal de komende jaren gaan groeien.

Voor het stimuleren van de groei van elektrisch rijden is de uitrol van een goede laadinfrastructuur van groot belang. De zorgen van een consument om niet tijdig en op korte afstand van de plaats van bestemming te kunnen laden kan de aanschaf van een EV belemmeren. Op dit moment worden er nog relatief veel elektrische auto's gekocht door mensen die op eigen terrein kunnen opladen. Naarmate het aantal EV's toeneemt zal een steeds groter deel van de particuliere eigenaren van EV's afhankelijk zijn van publiekelijk toegankelijke oplaadpunten op parkeerterreinen van appartementen complexen en kantoor- en bedrijfslocaties. Mensen die in een VVE-situatie wonen zijn veelal eveneens aangewezen op de collectieve ruimte en kunnen niet altijd terugvallen op een eigen parkeer- en laadmogelijkheid.

Het aantal publieke laadpunten is de afgelopen tijd flink toegenomen. Een belangrijke vraag is echter hoeveel publieke laadpunten er bij zullen moeten komen om de groei van het aantal (semi-)elektrische auto's te kunnen accommoderen. Een belangrijke vraag daarbij is hoeveel elektrische auto's er tot en met 2020 bij gaan komen.

Een andere vraag is of het benodigde aantal laadpunten de toename van het aantal elektrische auto's 'automatisch' volgt omdat marktpartijen daar een goede boterham mee kunnen verdienen, of dat de businesscase nog niet rond is.

Op verzoek van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (rvo.nl) geeft CE Delft in dit rapport antwoord op deze vragen.

1.2 Situatie eind 2016

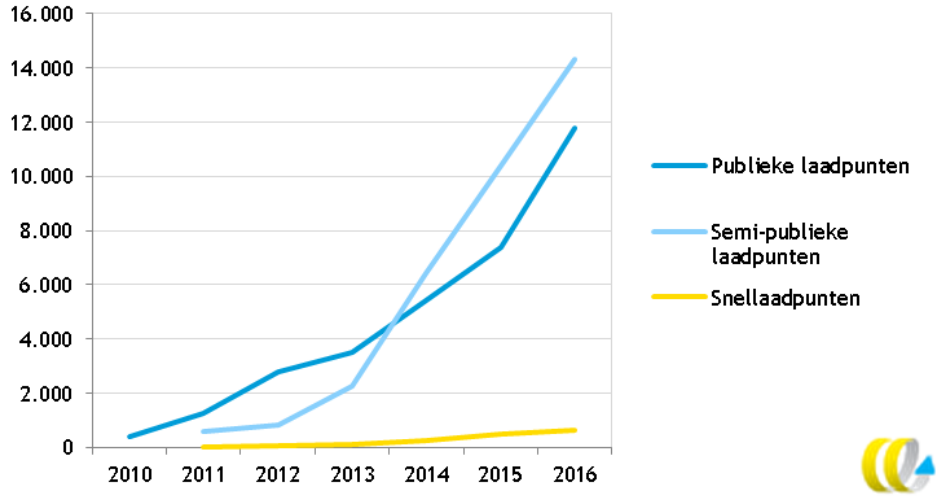
De laadinfra in Nederland kan in vier types worden onderscheiden:
1. privaat;
2. semi-publiek;
3. publiek;
4. snellaadpunten.

In totaal waren er in Nederland op 31 december 2016 ruim 11.700 publieke laadpunten (RVO, 2016). Daarnaast waren er nog eens ruim 14.300 semi-publieke laadpunten. Onder semi-publieke laadpunten verstaan we laadpunten die een deel van de tijd, maar niet 24 uur per dag, beschikbaar zijn voor alle[1]

[1] Semi-publiek is ook voor derden opengesteld, bijv. werknemer bedrijf en klant.

EV-gebruikers. Het gaat dan bijvoorbeeld om laadpunten bij kantoren die zich 's nachts achter een dichte slagboom bevinden, en laadpunten in parkeergarages die niet 24 uur per dag toegankelijk zijn. In Figuur 2 is de groei van het aantal laadpunten in de afgelopen paar jaren weergegeven.
Ook waren er op eind 2016 618 snellaadpunten in Nederland. Van private laadpunten is bekend dat bij veel elektrische auto's een privaat laadpunt wordt verkocht en dat een groot deel van de huidige EV-rijders het meest bij private punten laadt (RVO, 2016). RVO geeft een schatting van 72.000 laadpunten op basis van eerder onderzoek plus extrapolatie op basis van groei van het aantal EV's.
Private laadpunten kunnen worden onderscheiden in thuislaadpunten van particulieren en werk-laadpunten, opengesteld enkel voor voertuigen van het bedrijf zelf of medewerkers, maar niet voor klanten of derden.

Figuur 2 **Ontwikkeling aantal publieke en semi-publieke laadinfra in Nederland sinds 2010**



Noot: Werkladen is niet opgenomen in de figuur.

1.3 Green deal en businesscase

Als onderdeel van de Green Deal laadinfrastructuur (RVO, 2015) stelt de Rijksoverheid een bijdrage beschikbaar aan medeoverheden voor het realiseren van laadinfrastructuur. De ministeries van Economische zaken en Infrastructuur en Milieu hebben over een periode van drie jaar (juli 2015 tot juli 2018) samen een budget van € 5,7 miljoen gereserveerd met een maximale bijdrage per paal van € 900. Eind 2016 resteerde door de grote hoeveelheid aanvragen hiervan nog ongeveer € 420.000. Dit is een indicatie dat tot op heden de opbrengsten van een laadpaal nog niet opwegen tegen de investeringskosten. De sector ontwikkelt zich echter nog steeds. Het is denkbaar en zelfs waarschijnlijk dat in de komende jaren de kosten zullen dalen waardoor de businesscase verbetert en bijdragen van overheden omlaag kunnen. In december 2016 heeft de minister van EZ een aanvullende reservering van € 1,5 miljoen vrijgemaakt voor de aanleg van laadinfrastructuur (Ministerie van EZ, 2016). De minister van EZ verwacht hiermee nog een 6.000 extra laadpunten te realiseren.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 beschrijven we de wijzen waarop het benodigd aantal laadpunten is berekend en geven we een beschrijving van het rekenmodel CELINE dat daartoe voor het doel van deze studie is ontwikkeld. In Hoofdstuk 3 volgt een berekening op de kosten voor de overheid wanneer het berekende benodigd aantal laadpunten zou worden gerealiseerd. Hoofdstuk 2 en 3 eindigen beide met enkele aanbevelingen voor verder onderzoek. In Hoofdstuk 4 volgen de belangrijkste conclusies.

2 Benodigd aantal laadpunten in 2020

In dit hoofdstuk beantwoorden we de eerste onderzoeksvraag:

Hoeveel publieke laadpunten zijn er in 2020 nodig om aan de vraag van het groeiend aantal elektrische auto's te kunnen voldoen?

2.1 Inleiding

Het aantal benodigd publieke laadpunten hangt af van een groot aantal verschillende factoren. Zo maakt het vanzelfsprekend uit hoeveel elektrische auto's er zijn en hoeveel die worden gebruikt. Naast het totaal aantal elektrische auto's heeft ook de verdeling van volledige elektrische auto's en plug-in hybrides (PHEVs) invloed op de vraag naar publieke laadpunten. Daarnaast is het van belang hoe deze EV's zich technisch gaan ontwikkelen in de komende jaren, m.a.w. zullen ze grotere accupakketten krijgen om de actieradius te vergroten? En zullen de voertuigen efficiënter met hun energie omgaan zodat er minder stroom nodig is voor dezelfde af te leggen kilometers? In Paragraaf 2.2 schetsen we voor bovenstaande punten drie mogelijke scenario's.

Los van het voertuig zijn er tal van andere aspecten die bepalen hoeveel laadpunten er nodig zijn. Het maakt uit hoeveel nieuwe elektrische rijders erbij komen die niet op eigen terrein kunnen laden. Maar ook maakt het uit hoe effectief de laadpaal gebruikt wordt (vaak staat een EV aan een laadpaal gekoppeld maar is de batterij reeds volgeladen). Verder maakt het uit wat het vermogen is van de geplaatste laadpunten: met een hoger vermogen kan een EV sneller worden volgeladen. En zo zijn er nog vele andere parameters.

Om een goede schatting te maken van het benodigd aantal publieke laadpunten, en daarnaast gevoel te krijgen voor de onzekerheid van deze schatting hebben we voor dit onderzoek een rekentool (CELINE) gemaakt waarmee we kunnen uitrekenen hoeveel laadpunten er nodig zijn gegeven aannames over een groot aantal factoren die hierbij een rol spelen.
Door in het rekenmodel deze aannames te variëren (gevoeligheidsanalyse) kan worden bepaald welke factoren de grootste invloed hebben op de onzekerheid van de schatting. Er zal ook een 'best guess' van het aantal benodigde laadpunten worden berekend waarbij we voor alle factoren de 'meest waarschijnlijke' waarden gebruiken. Om deze meest waarschijnlijke waarden te bepalen is enerzijds gebruik gemaakt van beschikbare literatuur over laadinfrastructuur. Anderzijds zijn deze meest waarschijnlijke waarden ontleend aan twee sessies met experts op het gebied van de (Nederlandse) laadinfrastructuur. Een aantal parameters zijn daarnaast grotendeels een keuze waar met beleid op kan worden gestuurd.

In Paragraaf 2.3 brengen we gestructureerd in beeld welke factoren de vraag naar (publieke) laadinfrastructuur bepalen. In Paragraaf 2.4 beschrijven we het rekenmodel CELINE waarmee we het benodigde aantal laadpunten berekenen.

2.2 Verwachte voertuigaantallen in 2020

Dat het aantal elektrische voertuigen zal gaan groeien tot en met 2020 is zeer waarschijnlijk. Het is echter onzeker hoe groot de groei zal zijn. Enerzijds zullen er de komende jaren meer automodellen op de markt komen met een grotere actieradius waardoor het aantrekkelijker wordt om een (semi-) elektrische auto te kopen. Hierdoor zal ook zal de bekendheid met elektrisch rijden toenemen wat een extra stimulans is voor de verkoop van elektrische auto's.

Anderzijds zijn de fiscale kortingen voor plug-in hybrides vanaf 2016 grotendeels verdwenen waardoor er veel minder op de zakelijke markt zullen worden verkocht. Bovendien bestaat de kans dat veel plug-in hybrides waarvan de komende jaren de leaseperiode afloopt naar het buitenland worden geëxporteerd en niet op de Nederlandse tweedehandsmarkt worden verkocht.

Vanwege deze onzekerheden rekenen we in deze studie met drie scenario's voor de ontwikkeling van het aantal EV's tot en met 2020.

De meest actuele bron met prognoses voor het aantal elektrische auto's is de Nationale Energieverkenning 2016 (ECN, 2016). Precieze getallen over het verwachte aantal EV's zijn in deze publicatie niet gevonden, maar het PBL heeft bij navraag per e-mail laten weten dat er in het middenpad wordt uitgegaan van een aantal van 160.000 EV's in 2020. Dat is beduidend lager dan de aantallen waar in de NEV2015 van uit werd gegaan. Daarin werd uitgegaan van 160.000 plug-ins en 46.000 BEVs in 2020 (PBL, 2016). De belangrijkste verklaring voor deze lagere aantallen is waarschijnlijk de versnelde afbouw van de lage bijtelling voor plug-in hybriden die in de NEV2015 nog niet was vastgesteld.

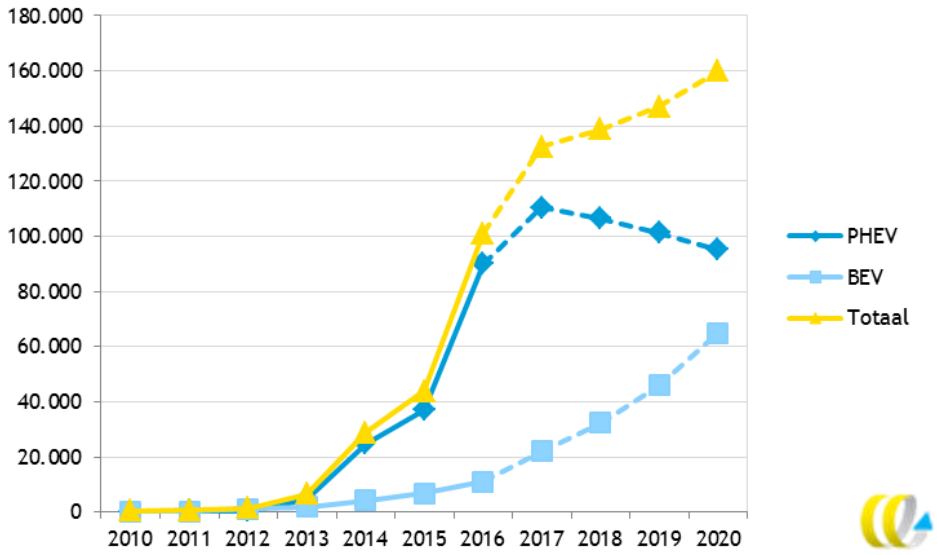
Op basis van bovenstaande informatie hebben we voor deze studie drie scenario's opgesteld voor de ontwikkeling van het aantal BEVs en PHEVs:

- midden scenario uitgaande van de middenschatting van 160.000 EV's in 2020;
- laag scenario met 50% hogere export[2] van BEVs en PHEVs waarvan de leaseperiode is verstreken;
- hoog scenario met 50% lagere export[1] van BEVs en PHEVs waarvan de leaseperiode is verstreken.

In Figuur 3 is de ontwikkeling van de groei van BEVs en PHEVs volgens het midden scenario gegeven. Te zien is dat er in 2016 nog een groei van PHEVs wordt verwacht als gevolg van het eindigen van de lagere bijtelling per 1 januari 2017. Vanaf 2017 neemt het aantal PHEVs gestaag af. Het aantal volledig elektrische auto's (BEVs) zal naar verwachting flink blijven groeien.

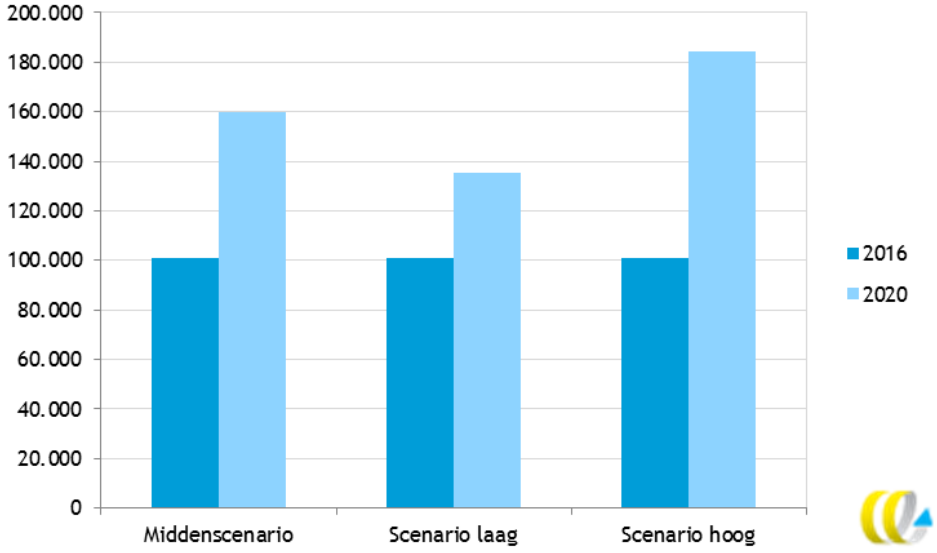
[2] Deze bandbreedte voor de export is ontleend aan CE Delft (2016). In die studie is aangenomen dat de export van BEVs gemiddeld circa 50 tot 60% bedraagt en voor PHEVs gemiddeld 30 tot 40% (overeenkomstig de huidige export van dieselauto's).

Figuur 3 Ontwikkeling van het aantal BEVs en PHEVs tussen 2010 en 2020



In Figuur 4 is weergegeven hoeveel hoger dan wel lager het aantal EV's is in het laag scenario en het hoog scenario. Te zien is dat er bij lage export tot en met 2020 circa 25.000 extra EV's bijkomen in Nederland (ofwel, deze EV's verdwijnen niet naar het buitenland). Bij hoge export komt het totaal aantal EV's uit op circa 135.000 in 2020.

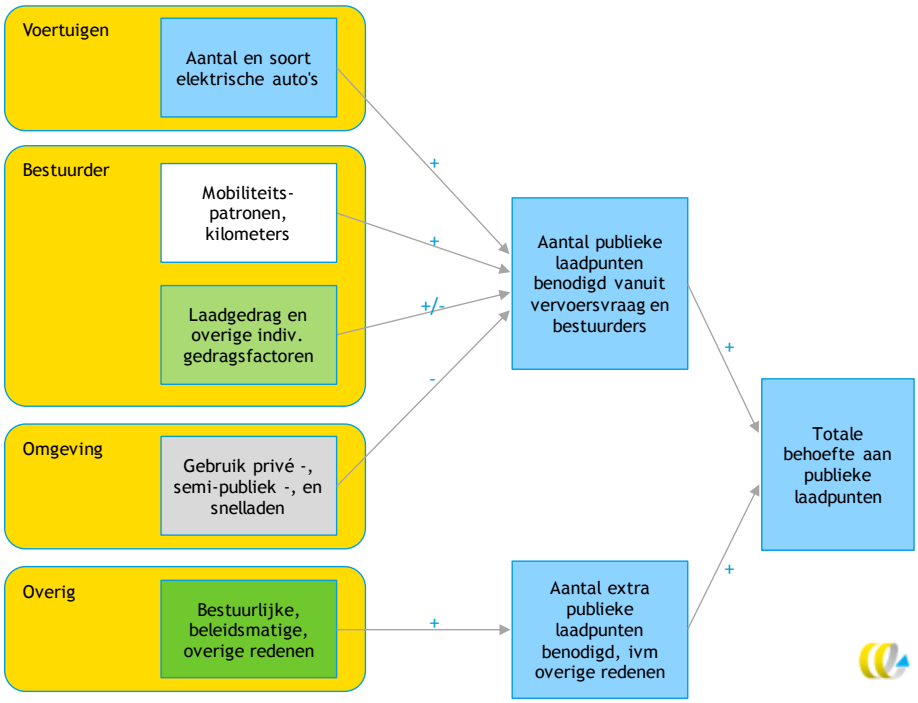
Figuur 4 Totaal aantal EV's in 2016 en 2020 volgens midden scenario, het laag scenario en het hoog scenario



2.3 Conceptueel model van de vraag naar laadinfrastructuur

In Figuur 5 is het conceptueel schema gegeven dat de basis vormt voor de analyse van het systeem van laadinfrastructuur in Nederland. Dit schema is gebaseerd op (Spoelstra, 2014) (CE, 2014). Het doel van het schema is een denkkader te illustreren over hoe we de behoefte aan publieke laadpunten moeten zien. In het schema worden vier blokken van kernvariabelen onderscheiden die elk bestaan uit onderliggende sturende factoren. We lichten de verschillende onderdelen van het schema hieronder kort toe.

Figuur 5 **Conceptueel schema van de behoefte aan publieke laadpunten**



Voertuigen

Het aantal elektrische voertuigen is een belangrijke driver voor de vraag naar laadvoorzieningen. Het soort EV's dat rondrijdt (volledig elektrisch - BEV of plug-in hybride - PHEV) heeft ook invloed op de vraag naar laadvoorzieningen vanwege het verschil in accucapaciteit van deze voertuigen en de tijd die nodig is om ze op te laden. De ontwikkeling van de accucapaciteit van nieuwe automodellen in de toekomst is hierbij ook van belang.
Het elektrisch verbruik van een EV (hoe meer kilometers een EV kan rijden op 1 kWh), hoe minder vaak deze hoeft te laden. Als de efficiency van EV's verbetert, dan zal de vraag naar laadvoorzieningen per auto afnemen.
Bij de kernvariabele 'voertuigen' speelt ook de geschiktheid van EVs om ze te kunnen snelladen. Niet alle EV's zijn geschikt om op te laden via snellaad-stations. Hoe meer auto's er in de toekomst bijkomen die geen snellaadpunt kunnen gebruiken, hoe meer publieke laadpunten er nodig zijn.

Bestuurder - mobiliteitspatronen

Het gaat hier enerzijds om de mobiliteitspatronen van de bestuurder van een EV. Het gaat daarbij om het aantal ritten, de afstand per rit, maar ook om de mate van voorspelbaarheid van de dagelijkse mobiliteitsvraag. Dit bepaalt vanzelfsprekend de frequentie waarmee wordt geladen en daarmee de behoefte aan publieke laadvoorzieningen.
Anderzijds bepalen gedragsfactoren van de bestuurder het energiegebruik van het voertuig en de frequentie waarmee moet worden geladen. Zo zal een bestuurder die zich relatief snel zorgen maakt over het leegraken van zijn accupakket ('range anxiety') vaker gebruik willen maken van een laadpunt, zeker als zijn vervoersvraag ook nog eens slecht te plannen is. Meer 'planning en ervaring' met het rijden in een EV en de kennis over laadvoorzieningen zal de vraag naar laadpunten juist doen afnemen. Ook zal het verschil in prijs (kosten) tussen elektrisch rijden en rijden op benzine bij bezitters van plug-in hybrides de vraag naar laadvoorzieningen beïnvloeden. Hoe duurder benzine, hoe groter de prikkel om de elektrische range van een PHEV maximaal te benutten.

Omgeving

De verhouding tussen de beschikbaarheid van verschillende soorten laadvoorzieningen (privaat, publiek, semi-publiek en snellaadpunten) bepaalt de behoefte aan publieke laadvoorzieningen. Wanneer de extra EV's in de komende jaren worden gekocht door mensen die op eigen terrein kunnen laden, dan zal de vraag naar publieke laadvoorzieningen minder snel groeien. Meer snellaadpunten kunnen ook de druk op de publieke laadinfrastructuur verminderen. En het vaker openstellen van semi-publieke laadpunten maakt dat er minder extra publieke laadvoorzieningen nodig zijn. Daarbij nemen we aan dat semi-publieke laadpunten gemiddeld wat minder gunstig geplaatst zijn zodat ze een minder hoog rendement hebben dan publieke laadpunten.

Bestuur en beleid

Ook beleidskeuzes hebben invloed op de vraag naar publieke laadvoorzieningen. De vraag hoeveel extra laadpunten er nodig zijn hangt af van de vraag: wanneer zijn er voldoende laadpunten? Dat is in principe een beleidskeuze. Daarbij maakt het ook uit of de overheid vooral elektrisch rijden wil stimuleren in gebieden waar elektrisch rijden al een vlucht heeft genomen, of dat ze dat in gebieden wil doen waar ze de ontwikkeling nog te traag vindt gaan. Indirect heeft het algemene beleid om elektrisch rijden te stimuleren ook als gevolg dat de bekendheid met EV's groter wordt en dat aspecten als 'range anxiety' met de tijd kleiner worden.

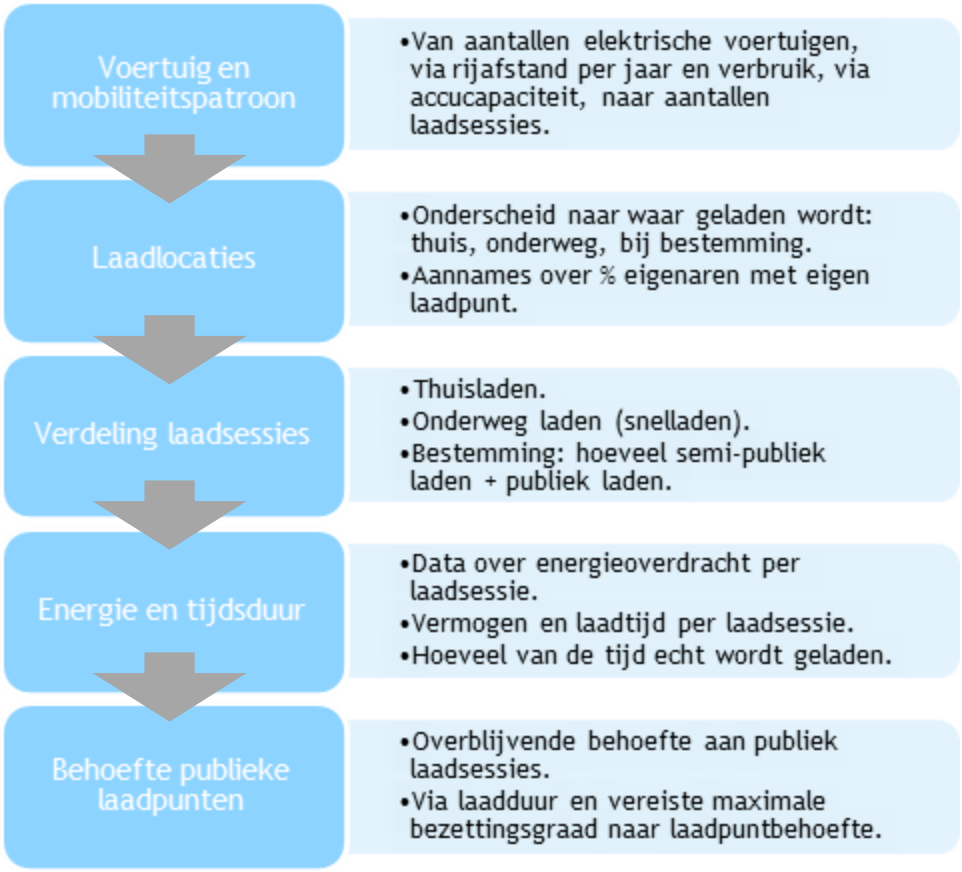
2.4 Rekenmodel laadbehoefte (CELINE)

Op basis van de kernvariabelen die in Paragraaf 2.2 zijn geïdentificeerd is voor het doel van deze studie een bottom-up rekenmodel van de laadbehoefte in Nederland ontwikkeld waarmee het benodigd aantal publieke laadpunten kan worden berekend. Dit model hebben we CELINE (CE-model Laden In Nederland EV's) genoemd. CELINE stelt ons ook in staat om de invoerwaarden van alle opgenomen bepalende factoren te variëren om gevoel te krijgen voor de onzekerheid waarmee de schatting van het benodigd aantal laadpunten.

In Figuur 6 is de basale structuur van het rekenmodel weergegeven.
In de kern is het een eenvoudig rekenmodel, dat voor heel Nederland de energievraag die nodig is voor het laden van alle elektrische voertuigen bepaalt, en dan afpelt hoe deze energievraag wordt bediend door privé laadpunten, snellaadpunten, semi-publieke laadpunten en, als laatste, de

openbaar toegankelijke laadpunten. Het model werkt met gemiddelden die van toepassing zijn voor Nederland en maakt onderscheid tussen plug-in hybride en volledig elektrische auto's.

Figuur 6 **Basale structuur van rekentool CELINE**



De basale structuur van CELINE is weergegeven in Figuur 6. De wijze waarop het aantal laadpunten in het model worden berekend wordt hieronder kort uitgelegd aan de hand van de stappen in het schema. We gaan hierbij nog niet in op de gekozen waarden van de variabelen waarmee het aantal laadpunten wordt berekend. Die volgen in Paragraaf 2.5.

Voertuig en mobiliteit

De energie die moet worden geladen (de energievraag) volgt uit:

- aantallen elektrische voertuigen;
- de rijafstand per jaar per voertuig;
- het energieverbruik per afgelegde kilometer.

Laadlocaties

Onderzoek en de praktijk wijzen steeds uit dat wanneer een EV-rijder de mogelijkheid heeft een privé laadpunt te plaatsen en te gebruiken dat dit sterk de voorkeur geniet. In deze stap kwantificeren we het belang van de aantallen laadlocaties. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt naar:

- thuisladen;
- op de plaats van bestemming laden;
- onderweg laden (ook wel 'corridorladen' genoemd).

Verdeling laadsessies

De laadsessies worden vervolgens verdeeld over de beschikbare laadpunten aan de hand van aannames over het gebruik. Iemand met een thuislaadpunt zal daar normaal gesproken veel gebruik van maken, maar niet uitsluitend. Soms zal deze persoon ook een (semi)-publiek laadpunt of een snellaadpunt gebruiken. EV-eigenaren zonder thuislaadpunt zijn op hun beurt veel sterker aangewezen op publieke laadinfrastructuur, maar ook op semi-publiek laden en snelladen. Figuur 7 gaat nader in op het model achter de verdeling over de verschillende laadmogelijkheden.

Energie en tijdsduur

De voorlaatste stap in het model is het berekenen van de benodigde energie welke wordt vertaald naar de vereiste laadduur. Hiervoor zijn aannames nodig over:

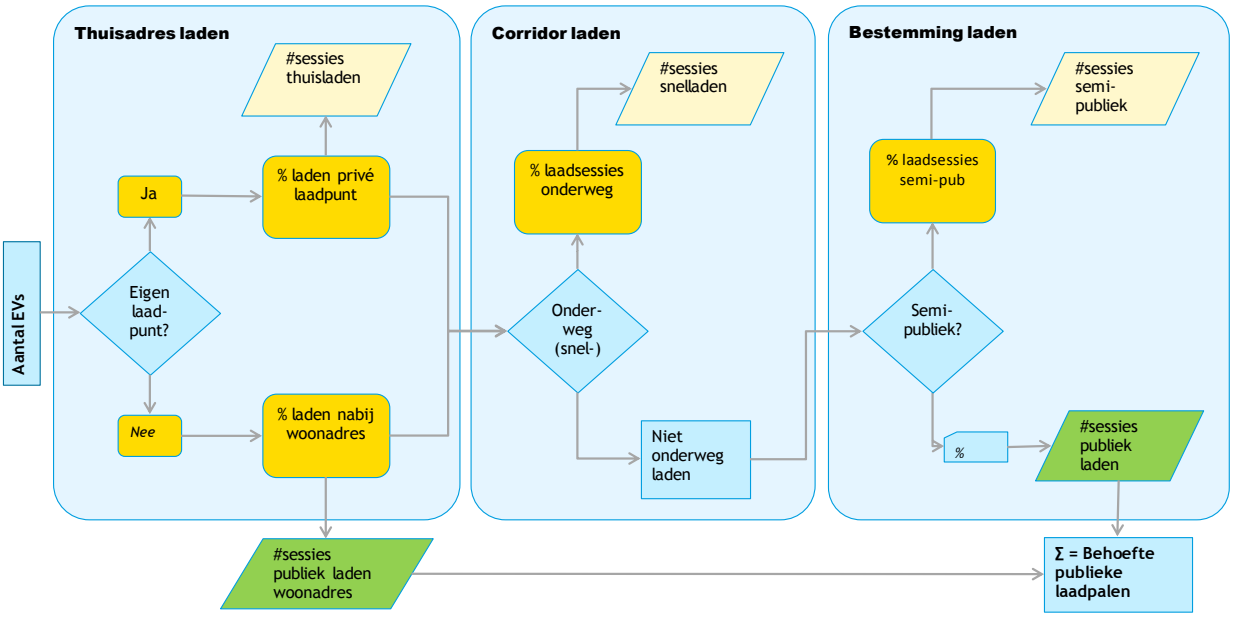
- de energieoverdracht die per laadsessie plaatsvindt (deze wordt weer bepaald door de accucapaciteit en het gedeelte dat gemiddeld wordt geladen);
- de laadsnelheid waarmee wordt geladen (kW) (we gebruiken een waarde op grond van de praktijkdata, deze hangt af van het elektrisch vermogen van de laadpaal en de mogelijkheden van de auto en accu en factoren zoals slim gestuurd laden);
- de tijd dat daadwerkelijk wordt geladen als een auto is ‘ingeplugd’ (auto’s staan doorgaans vele malen langer aan het laadpunt dan nodig is om daadwerkelijk vol te laden).

Behoefte publieke laadpunten

In de laatste stap is duidelijk wat de totale laadbehoefte is (in termen van het aangekoppeld zijn aan een laadpunt). Nadat gecorrigeerd is voor het deel dat met semi-publieke laadpunten en snellaadvoorzieningen kan worden geaccommodeerd resteert een publieke laadbehoefte uitgedrukt in aantal uren laden. Via de vereiste maximale bezettingsgraad kan dan het benodigd aantal publieke laadpunten worden berekend.

Een belangrijke stap in het model is het bepalen van de laadbehoefte op basis van de drie beschikbare vormen van laden: thuisladen, onderweg laden en op de plaats van bestemming laden. In Figuur 7 is weergegeven hoe de module er uit ziet waarmee deze laadbehoefte in het model wordt berekend. Van links naar rechts wordt de behoefte aan de verschillende vormen van laden doorlopen. EV’s van mensen met een privé laadpunt zullen voor een groot deel daarvan gebruik maken. Eigenaren die daar niet over beschikken, zijn afhankelijk van publieke laadinfrastructuur, dit resulteert in een eerste publieke laadbehoefte (de laadmogelijkheden van de semi-publieke infra komen nog niet in deze stap maar deze worden aan het bestemmingladen toegerekend). Vervolgens speelt een deel van het laden langs de route naar de bestemming, het zogenaamde corridor laden. Na een afslag op het aantal sessies onderweg laden (snelladen) is er nog een laadbehoefte van bestemming laden. Een deel hiervan wordt middels semi-publieke laadinfrastructuur ingevuld. Dit zijn de laadpunten van bedrijven, winkels, instellingen die niet 24 uur per dag beschikbaar zijn maar wel voor klanten bezoekers e.d. tijdens kantooruren. Semi-publiek laden voorziet (lang) niet in alle laadbehoefte op de plaats van bestemming. Er zal nog een behoefte aan publiek laden resteren.

Figuur 7 Structuur van module waarmee laadbehoefte wordt berekend



2.5 Uitkomsten berekening benodigd aantal laadpunten

In het voorgaande is uiteengezet hoe het rekenmodel CELINE tot de laadbehoefte komt. In deze paragraaf zetten we uiteen wat de uitkomsten van de berekening is, in de volgende paragraaf behandelen we de bij de berekening gebruikte parameters met de getalsmatige invulling.

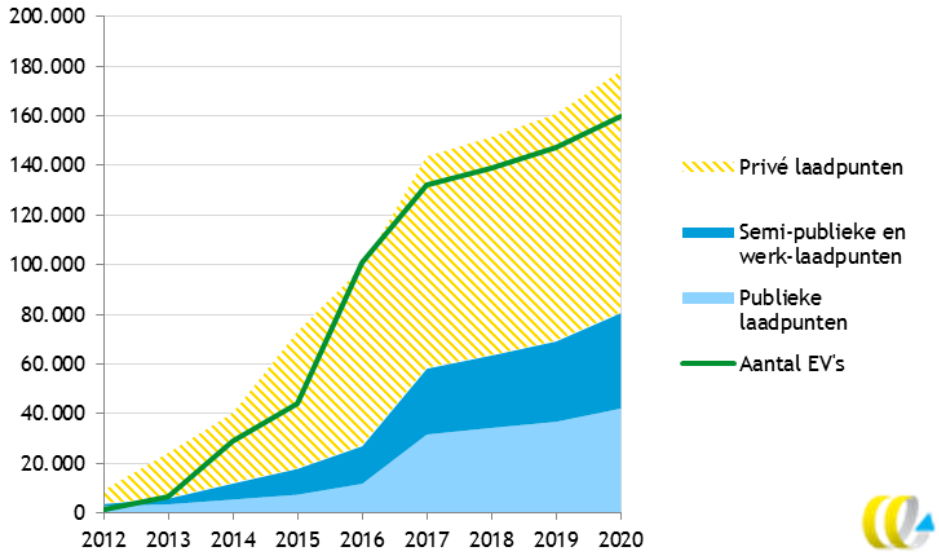
Door toepassing van CELINE hebben we bepaald dat er bij gemiddelde groei van het EV-park (midden scenario, zie Paragraaf 2.2) circa 42.100 publieke laadpunten nodig zijn in 2020 om te kunnen voldoen aan de vraag. Bij het lage groei scenario voor EV's bedraagt het benodigde aantal ruim 35.700 laadpunten. Bij hoge groei zijn er bijna 48.600 laadpunten nodig.

Op dit moment zijn er ruim 11.700 publieke laadpalen (stand van zaken eind 2016). Er lijkt dus nog een flinke opgave te resteren om het aantal publieke laadpunten passend te maken bij de verwachte laadbehoefte van EV-rijders in 2020.

CELINE berekent ook de huidige behoefte aan publieke laadpunten.
Deze bedraagt bijna 27.000 laadpunten. Het huidige tekort zou op basis van de door CELINE berekende laadbehoefte dus circa 15.300 laadpunten betreffen. Deze schatting is met veel onzekerheid omgeven. Daarnaast zijn de meningen verdeeld over de vraag of het tekort zo groot is als CELINE voorspelt. Enerzijds gaven de deskundigen van de werkgroep aan dat er momenteel nog een tekort aan publieke laadpunten is. Ook het grote aantal aanvragen voor een bijdrage uit de door EZ en IenM gereserveerde middelen kan worden gezien als een signaal dat er een tekort aan laadpunten is. Tegelijkertijd zou een groot tekort naar verwachting leiden tot serieuze klachten van gebruikers bij beleidsmakers. Hiervan is echter geen sprake sinds de aanvragen voor de Rijksbijdrage in 2016 op gang zijn gekomen.
Om de omvang van het tekort beter in beeld te krijgen zou een tevredenheidsonderzoek onder gebruikers van publieke laadpunten kunnen helpen.

Figuur 8 toont in een gestapelde grafiek de ontwikkeling van de verschillende soorten laadpunten, publiek, semi-publiek en de schatting van de ontwikkeling van privé laadpunten die in het model is gebruikt uitgaande van gemiddelde groei van het EV-park.

Figuur 8 Ontwikkeling laadpunten in Nederland (volgens midden scenario met 160.000 EV's in 2020)



De hierboven genoemde aantallen laadpunten zijn gebaseerd op berekeningen met CELINE waarbij is uitgegaan van de 'meest waarschijnlijke', of default parameterwaarden. De belangrijkste zijn weergegeven in Tabel 1. De default waarden voor de variabelen zijn vastgesteld door de meest recente praktijk-data te verzamelen, en deze door te spreken en bij te stellen op basis van twee werksessies met experts op het gebied van laadinfrastructuur.
De plausibiliteit van de aannames is daarnaast getoetst aan de hand van literatuuronderzoek (zie Paragraaf 2.6).

De schatting van het benodigd aantal laadpunten in Tabel 1 representeert daarmee onze 'meest waarschijnlijke inschatting' van de laadpuntbehoefte, maar er zijn onzekerheden omdat veel variabelen een rol spelen. In de volgende paragraaf bespreken we de waarden uit Tabel 1 en staan we stil bij de mate van onzekerheid waar de default waarden mee zijn omgeven.

Tabel 1 **Default waarden voor enkele cruciale variabelen en het aantal laadpunten dat daaruit volgt**

Variabele	2016	2017	2018	2019	2020
Aantal voertuigen midden scenario					
PHEV	90.100	110.400	106.400	101.200	95.100
BEV	10.900	22.000	32.400	45.900	64.900
Aantal voertuigen scenario hoog					
PHEV	103.900	127.300	122.700	116.700	109.700
BEV	12.600	25.400	37.300	52.900	74.800
Aantal voertuigen scenario laag					
PHEV	76.300	93.500	90.100	85.700	80.600
BEV	9.300	18.600	27.400	38.900	54.900
Eigenaren met privé laadpunt	66%	65%	63%	62%	61%
Rijafstand per jaar (km)	24.100	24.000	23.000	22.100	21.300
Rijafstand elektrisch PHEV gemiddeld *	33%	33%	36%	38%	41%
Laadsnelheid (kW)	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
Laadtijdpercentage	19%	19%	19%	19%	19%
Aantal semi-publieke en werk- laadpunten **	15.119	26.474	29.146	32.360	38.400
Snelladen, keer per jaar	4	9	14	19	24
Bezettingsgraad semi-publiek tijdens open-uren	50%	50%	50%	50%	50%
Bezettingsgraad publiek	30%	30%	30%	30%	30%
Publiek laadpunten benodigd (uitkomst berekening CELINE)	**27.000**	**31.700**	**34.300**	**36.800**	**42.100**
Idem, aantal voertuigen laag	20.800	26.800	29.100	31.100	35.700
Idem, aantal voertuigen hoog	33.200	36.500	39.600	42.400	48.600

* Gewogen gemiddelde particulier/zakelijk.

** Weergegeven voor het midden scenario, in het model is gemiddeld 0,2 semi-publiek laadpunt per EV aangehouden, dus het aantal semi-publieke laadpunten wijzigt bij een ander scenario voor aantal EV's. Deze waarde is in het model een endogene variabele en kan in de huidige versie van het model niet worden gevarieerd voor een gevoeligheidsanalyse.

2.6 Onderliggende parameters bij de berekening

In deze paragraaf bespreken we kort de variabelen uit Tabel 1 en de bronnen of aannames waarop de 'default waarden' zijn gebaseerd.

Eigenaren met een privé laadpunt

Op dit moment worden EV's relatief vaak aangeschaft door personen die een eigen oprit hebben. De verwachting is dat dit zal verschuiven wanneer EV's minder als luxeproduct worden gezien en toegankelijker worden voor een groter deel van de huishoudens. Bovendien kunnen in Nederland naar schatting maximaal circa 30% van de huishoudens potentieel op eigen terrein laden[3].

[3] Het getal van 30% van de woningen wordt vaak genoemd en is te herleiden uit het woning-bestand van Nederland (CBS, 2016a) als men aanneemt dat vrijstaande en 2:1 kap woningen deze mogelijkheid doorgaans hebben (samen ca. 25% van het woningbestand). De regionale spreiding is echter groot. In Friesland en Drenthe ligt het percentage rond de 50% en in

De rest van de mensen moet parkeren op de openbare weg en is aangewezen op laadpunten in de publieke ruimte.
We hebben aangenomen dat in de komende vier jaar (t/m 2020) de meerderheid van de extra EV's nog steeds wordt aangeschaft door mensen die op eigen terrein kunnen laden. Wel zal het percentage iets afnemen tot 61% in 2020 maar bij een aantal van maximaal 185.000 EV's (scenario hoog, zie Paragraaf 2.2) is het potentieel van mensen die thuis kunnen laden nog erg groot.

Onzekerheid in parameter: substantieel.

Rijafstand per jaar

De hoeveelheid kilometers die een eigenaar van een EV per jaar rijdt bepalen logischerwijs rechtstreeks de laadbehoefte. Cijfers van CBS geven aan dat particulieren per jaar aanzienlijk minder rijden dan zakelijk rijders (zie Tabel 2).

Tabel 2 **Jaarkilometrage van personenauto's met onderscheid naar particulieren en bedrijven**

Tenaamstelling	Brandstofsoort	2013	2014
Particulier	Alle brandstofsoorten	11.574	11.588
Bedrijf	Alle brandstofsoorten	23.933	23.990

Bron: (CBS, 2016b).

Uit (VNA, 2016) blijkt dat de gemiddelde leaseauto's per jaar ongeveer 34.200 km rijden. Uit analyses van TNO (TNO, 2013) blijkt bovendien dat plug-in hybriden (momenteel voornamelijk zakelijke auto's) gemiddeld 25.000 kilometer per jaar rijden. Het lijkt ons niet aannemelijke dat volledig elektrische zakelijke auto's (BEV) meer kilometers rijden dan plug-ins. Omdat we geen bron hebben kunnen vinden voor het jaarkilometrage van zakelijke BEVs stellen we het gelijk aan die van plug-in hybriden.

Particulieren rijden volgens het rapport Maak Elektrisch Rijden Groot circa 12.000 kilometer per jaar in een BEV en 15.000 kilometer in een PHEV (FET, 2016).

Op grond van bovenstaande bronnen nemen we jaarkilometrages aan zoals gegeven in Tabel 3. Op basis van de verhouding tussen particulieren en zakelijk rijders in BEVs en PHEVs komen we op een gemiddeld jaarkilometrage van 24.000 in 2017, afnemend tot 21.300 km in 2020. Het jaarkilometrage neemt tot 2020 iets af omdat het aandeel particulier eigendom van EV's toeneemt.

Noord- en Zuid-Holland tussen de 10 en 15%. Deze percentages zijn exclusief (modernere) appartementen met een parkeergarage waar ook laadvoorzieningen kunnen zijn aangebracht. Het gaat hier naar schatting niet om een heel groot aandeel van de woningen maar mogelijk zijn bovenstaande percentages hierdoor licht onderschat.

Tabel 3 Jaarkilometrages aangehouden in model voor verschillende EV-typen en eigenaarschap

	Particulier	Zakelijk
BEV	12.000	25.000
PHEV	15.000	25.000

Onzekerheid in parameter: beperkt, wel is er slechts beperkt praktijkdata over jaarkilometrage particuliere EV's - het gros is zakelijk.

Rijafstand met een plug-in hybride

Plug-in hybrides hebben zowel een accupakket waarmee ze enkele tientallen kilometers volledig elektrisch kunnen rijden, als een verbrandingsmotor. Het gedrag van de gebruiker bepaalt in hoge mate hoeveel er met een PHEV geladen wordt. In theorie kan de gebruiker er zelfs voor kiezen nooit te laden. Voor particuliere gebruikers van een PHEV zijn de lagere kosten van elektrisch rijden echter een prikkel om juist zoveel mogelijk elektrische kilometers te maken. Uit recent onderzoek van TNO blijkt dat zakelijk rijders gemiddeld ongeveer 31% van hun afgelegde kilometers elektrisch rijden (TNO, 2017). Voor particulieren hebben we geen bron kunnen vinden. We nemen aan dat deze groep gemiddeld 55% van hun kilometers elektrisch aflegt. We achten dit een reëel percentage aangezien de 50% beste lease plug-in rijders volgens TNO 46% van de kilometers elektrisch rijdt (TNO, 2017).

Onzekerheid in parameter: gering bij zakelijk gebruik, significant bij particulier gebruik.

Laadsnelheid

Hoe meer vermogen een laadpaal heeft, hoe sneller de accu van een EV kan worden volgeladen. Het vermogen dat daadwerkelijk wordt gebruikt is echter afhankelijk van een aantal factoren: de zekering van laadpaal (bijvoorbeeld 11 kW), de verdeling van beschikbaar vermogen over de vaak twee laad-punten, de laadmogelijkheid van de aangesloten EV, het soort stekker, de laadcurve van de batterij (een lege batterij laadt veel sneller op dan een bijna volle batterij) en andere restricties op het laadtempo door de EV, smart charging, etc.
In principe kan er met een groter vermogen worden volstaan met een kleiner aantal laadpunten om aan de totale laadbehoefte te voldoen. Dit hangt echter ook af van het laadtijdpercentage (zie Paragraaf 2.4).

De default waarde voor het laadvermogen per laadpunt hebben we ontleend aan Wolbertus et al. (2016). Zij komen op basis van een analyse van het gebruik van laadpunten in de G4 (Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht) plus de Metropoolregio Amsterdam op een laadvermogen van 4,35 tot 5,14 kW. Wij nemen daarvan het gemiddelde en komen uit op een laad-vermogen van 4,7 kW per laadpunt. We nemen aan dat dit representatief is voor het gemiddelde in Nederland. Dit laadvermogen heeft veel invloed op de resultaten. We hebben daarom de Hogeschool van Amsterdam gevraagd om naar de meest recente praktijkdata (laaddata)te kijken voor de G4 en Metropoolregio Amsterdam (MRA-e) (Maase & Dilrosum, 2016). Voor het berekenen van de gemiddelde hoeveelheid elektriciteit (kWh) die in 2015 gemiddeld per stad per RFID per sessie is geladen, hebben de G4-gemeenten en MRA-e hun laaddata beschikbaar gesteld. De Hogeschool van Amsterdam, onderzoeksprogramma Urban Technology, Sustainable Energy Systems heeft de analyse gedaan en de cijfers uit de database van laadsessies gedestilleerd. De gemiddelde hoeveelheid elektriciteit die per sessie per stad is geladen in 2015 bedroeg 7,2-7,6 kWh (uit een grotere spreiding). Dit kunnen we omrekenen naar een gemiddeld laadvermogen. Bij een laadtijd van 1,75 uur is het

vermogen iets lager dan de 4,7 kW die hierboven is aangenomen, maar geen reden om dit aan te passen.

Onzekerheid in parameter: beperkt, wel grote regionale verschillen.

Laadtijdpercentage

Een elektrisch voertuig dat een laadpunt bezet is niet voortdurend aan het laden. Afhankelijk van de accucapaciteit en de mate waarin de accu is 'leeg' gereden verschilt de tijd om de accu weer vol te laden. Daar komt nog bij dat op het moment dat de accu inderdaad volgeladen is, de gebruiker niet onmiddellijk de auto ophaalt en het laadpunt beschikbaar maakt voor andere gebruikers. De tijd die daadwerkelijk wordt geladen (dus waarbij er energie-overdracht plaatsvindt) varieert in de praktijk tussen de 17 en 25% (Wolbertus, Hoed, & Maase, 2016). Deze percentages zijn ook gebaseerd op een analyse van het gebruik van laadpunten in de G4 (Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht) plus de Metropoolregio Amsterdam (MRA). In de MRA is het laadtijd-percentage het hoogst (25%).

Onzekerheid in parameter: significant, sterk stuurbaar door (parkeer)beleid.

Snelladen

Het aantal snellaadlocaties zal de komende jaren toenemen. Met de komst van meer EV's, de toename van de gemiddelde accucapaciteit en het grotere aanbod van EV's die geschikt zijn om snel te laden, zal naar verwachting ook het gebruik van snelladen toenemen. Op dit moment is het gebruik echter nog beperkt. Op basis van gegevens van Fastned leiden we af dat ongeveer 22% van de mensen die in een BEV rijden zo nu en dan gebruik maken van een snellaadpunt. Als we dit doorvertalen naar een landelijk gemiddeld cijfer maakt de gemiddelde BEV rijder 4x per jaar gebruik van een snellaadpunt. Tot en met 2020 veronderstellen we dat dit met een factor 6 zal toenemen tot 24x per jaar. Deze toename achten we mogelijk op basis van de relatief snelle groei van snellaadpunten de komende jaren.

Onzekerheid in parameter: beperkt. Het aantal snellaadstations is nu nog bescheiden maar kan sterk gaan groeien.

Bezettingsgraad semi-publiek tijdens open-uren

Onder semi-publieke laadpunten verstaan we laadpunten die niet 24 uur per dag beschikbaar zijn voor alle EV-gebruikers. Het gaat dan bijvoorbeeld om laadpunten bij kantoren die zich 's nachts achter een dichte slagboom bevinden, en laadpunten in parkeergarages die niet 24 uur per dag toegankelijk zijn. Voor het laden dat met semi-publieke laadinfrastructuur wordt gefacilieerd hebben we een gemiddelde beschikbaarheid verondersteld van 46% van de tijd, dit zijn de opengestelde uren van het laadpunt (bijvoorbeeld slagboom omhoog). Daarnaast hebben we verondersteld dat de semi-publieke laadpunten tijdens open-uren gemiddeld voor 50% van de tijd worden gebruikt en verder dezelfde technische karakteristieken hebben als publieke laadpunten.

Onzekerheid in parameter: significant, geen goed bekend getal, veronderstelling gebruikt.

Bezettingsgraad publieke laadpunten

Met de bezettingsgraad van publieke laadpunten bedoelen we het percentage van de tijd dat het laadpunt bezet is door een voertuig. Hoe hoger dat percentage hoe kleiner de kans voor een EV-rijder om een onbezet laadpunt te vinden. Een te hoog percentage kan leiden tot veel zoeken en omrijden wat

kan leiden tot ergernis bij de gebruiker en negatieve gevolgen voor de bereikbaarheid in de stad. Het is echter de vraag bij welk percentage er ‘voldoende’ laadpunten zijn. Dit is in principe een beleidskeuze van gemeentes. Tijdens de werksessie met experts werd duidelijk dat momenteel door een aantal gemeentes in de praktijk een percentage van 30% wordt aangehouden. Wij hebben dit percentage overgenomen als default waarde.

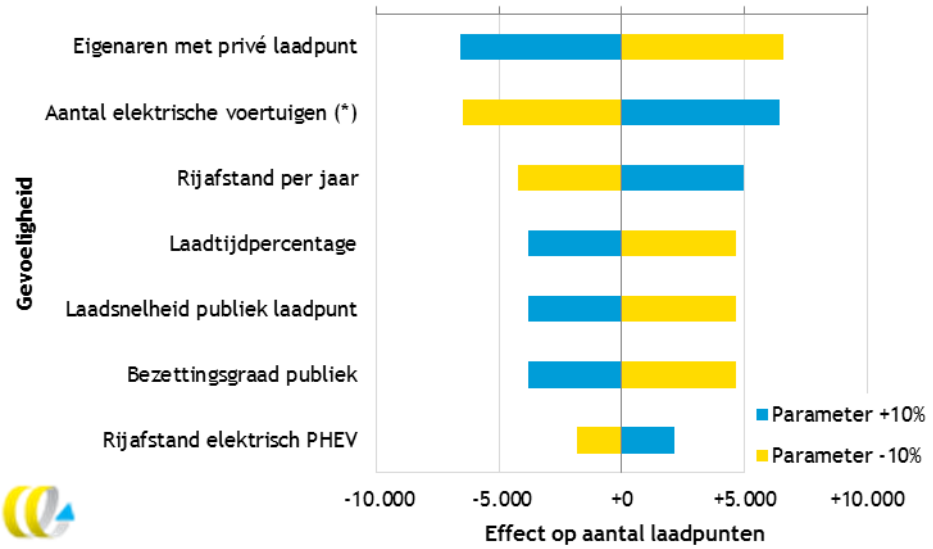
Onzekerheid in parameter: significant, is in feite volledig een beleidskeuze.

2.7 Gevoeligheidsanalyse

Op basis van de default waarden zoals besproken in Paragraaf 2.4 komen we uit op een benodigd aantal publieke laadpunten van 42.100 in 2020 uitgaande van 160.000 EV’s in 2020 (het midden scenario, zie Paragraaf 2.2). Wanneer we een gevoeligheidsanalyse doen, dan wordt duidelijk dat de schatting van het aantal publieke laadpunten met een flinke bandbreedte omgeven is.

Voor alle parameters die behandeld zijn in Paragraaf 2.5 plus het lage en hoge scenario voor het aantal elektrische voertuigen in 2020 is een gevoeligheids-analyse gedaan. Hierbij zijn alle parameters (m.u.v. de EV-aantallen) met +10 en met -10% gevarieerd en is het effect op de modeluitkomst voor 2020 in beeld gebracht. Voor het aantal elektrische voertuigen is de gevoeligheid berekend aan de hand van het laag en hoog scenario zoals beschreven in Paragraaf 2.2. De parameters die gevoelig zijn, d.w.z. een significante impact op het resultaat hebben, zijn weergegeven in Figuur 9.

Figuur 9 **Tornado - analyse van alle onderzochte onzekerheden, voor het jaar 2020. Alle parameters zijn +/- 10% gevarieerd. De horizontale as drukt het verschil uit in aantallen laadpunten benodigd met de default uitkomst**



* Noot: elektrische voertuigen niet met +/- 10% gevarieerd maar conform de scenario’s in Paragraaf 2.2.

We lichten nu per parameter toe hoe de uitkomsten veranderen ten opzichte van de middenschatting van 42.100 laadpunten:

- Indien het aantal gereden kilometers door EV’s in werkelijkheid 10% hoger zal zijn dan de voor de middenschatting aangenomen 12.000/15.000 km voor particulieren (BEV resp. PHEV) en 25.000 km voor zakelijk rijders, dan

neemt het benodigd aantal laadpunten toe tot circa 47.100, ca. 12% meer[4]. 10% lagere kilometrages leidt tot een benodigd aantal van bijna 37.900 laadpunten, circa 10% minder dan de middenschatting.
- Het aantal EV-rijders dat kan beschikken over privé laden thuis. We zijn voor 2020 uitgegaan van 61% van de EV-rijders waarvoor dit geldt. Als dat daalt tot 55% van de EV-rijders, dan zijn 48.700 publieke laadpunten nodig (+16%).
- Het laadtijdpercentage betreft de fractie van de tijd dat de accu van een EV's daadwerkelijke wordt opgeladen terwijl het voertuig een laadpunt bezet houdt/is ingeplugd. Dit percentage bedraagt in de middenschatting 19%. Indien dit naar 21% zou gaan zijn er circa 38.300 laadpunten nodig, 9% minder.
- Aangenomen is dat het laadvermogen van een laadpunt gemiddeld 4,7 kWh bedraagt. Een gemiddeld 10% hoger laadvermogen heeft hetzelfde effect als het laadtijdpercentage, het aantal benodigde laadpunten zou afnemen tot circa 38.300.
- Als de gemiddelde elektrische rijafstand met PHEVs 10% hoger zou zijn dan in de middenschatting is verondersteld dan neemt het benodigd aantal publieke laadpunten toe tot 44.200, een stijging van 5%.
- Het aantal voertuigen beïnvloedt de resultaten uiteraard ook. Zoals reeds eerder aangegeven daalt de behoefte aan publieke laadpunten naar 35.700 bij lage groei van het aantal EV's en stijgt het naar 48.600 bij hoge groei van het aantal EV's, een verandering ten opzichte van de middenschatting met respectievelijk -15% en +15%.
- Tot slot is voor de bezettingsgraad van een laadpaal uitgegaan van een maximale gewenste bezetting van 30% omdat boven dit percentage de zoektijd voor een onbezet laadpunt te hoog wordt. Dit is een beleidskeuze. Met een 10% hogere bezettingsgraad zou het benodigde aantal laadpunten afnemen tot circa 38.300 (-9%).

Uit Figuur 9 blijkt dat er een flink aantal parameters zijn waarvoor het model relatief gevoelig is. Dit zijn:
- het aantal rijders/eigenaren van EV's met een privé laadpunt;
- het aantal (elektrische) kilometers dat door EV's per jaar wordt gereden;
- het laadtijdpercentage;
- de gemiddelde laadsnelheid die wordt bereikt bij een publiek laadpunt;
- het aantal elektrische auto's;
- de maximaal wenselijke bezettingsgraad van het publiek laadpunt.

Voor deze parameters leidt een wijziging van + of -10% in de invoerwaarde tot een proportioneel minstens even grote wijziging in de modeluitkomst.

Het snelladen en het aantal semi-publieke en werk-laadpunten en de bezettingsgraad van de laatste hiervan laten een minder grote gevoeligheid zien, omdat deze al een grote rol in het bestemming laden vervullen.

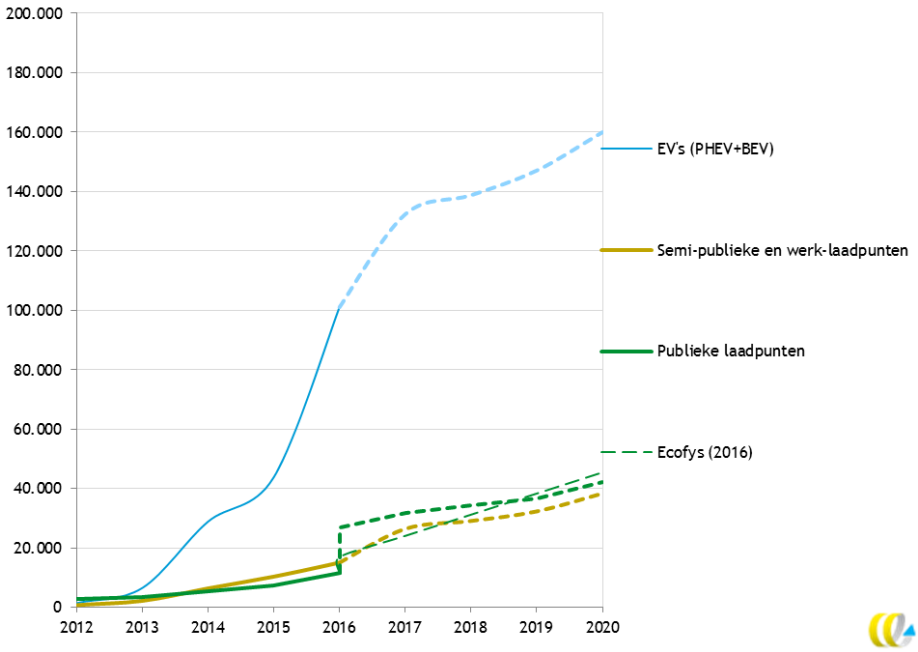
[4] Het effect van het veranderen van het jaarkilometrage is niet 'symmetrisch' (bij een verhoging neemt het aantal laadpunten meer toe dan bij een verlaging van het aantal kilometers). Dit komt omdat PHEV's minder elektrische kilometers kunnen rijden na een laadsessie en bij een toename van het jaarkilometrage dus een meer dan evenredige toename van het aantal laadpunten nodig heeft.

2.8 Vergelijking met eerdere schattingen

De schatting van 42.100 benodigde laadpunten in 2020 valt aan de onderkant van de range van een eerdere schatting van (CE, 2014). In die betreffende notitie is een schatting van tussen de 30.000 tot 100.000 publieke laadpunten in 2020 gegeven. In deze notitie is echter uitgegaan van 200.000 EV's in 2020. Als we deze aantallen terugrekenen naar de middenschatting van het aantal EV's uit deze studie dan zou dat neerkomen op 24.000 tot 80.000 laadpunten. Er is in de eerdere notitie van CE Delft aangenomen dat er 0,15 tot 0,5 publieke laadpunten per EV nodig zijn. Deze waarden waren destijds ontleend aan gesprekken met experts.

De schatting van 42.100 laadpunten in dit onderzoek is wat lager dan de 45.500 waar Ecofys op uitkomt voor 2020 (Ecofys, 2016). Figuur 10 toont de ontwikkeling in de tijd van de laadpuntbehoefte zoals voorspeld door CELINE (in groen). De figuur toont ook de verwachte groei van semi-publiek laden en van het aantal EV's. Tevens is de eerdere schatting van opgenomen. Stippellijnen zijn projecties, ononderbroken lijnen historische data.

Figuur 10 Ontwikkeling verwachte aantal EV's en aantallen publieke laadpunten - met vergelijking Ecofys- inschatting



2.9 Reflectie op de betrouwbaarheid van de raming

De 'bottom-up' methode die we voor deze studie hebben toegepast is in beginsel geschikt om een relatief betrouwbare schatting van de laadbehoefte en het daaraan ontleende aantal laadpunten te bepalen, omdat we zoveel mogelijk vanuit 'harde' data zoals ritafstanden (kilometers) energiegebruiken (kilowatturen) en vermogens (kilowatts) hebben gerekend.
Er komen noodzakelijkerwijs een aantal onzekere parameters bij die - zoals we hierboven in beeld hebben gebracht - onzekerheden met zich meebrengen. Het gaat hierbij om beleidsonzekerheid en een onzekerheid vanwege de beperkte kenbaarheid van parameters. De betrouwbaarheid van het model kan

groter worden indien voor de meest onzekere parameters betere praktijk-schattingen worden verzameld.

Een relevante vraag is of er onder de streep nu een betrouwbaardere raming staat dan in voorgaande top-downschattingen. In beginsel is het werken met een groot aantal verklarende variabelen niet in lijn met het principe van 'Occam's razor' uit de wetenschapsfilosofie, waarbij gesteld wordt dat men juist zo min mogelijk aannames moet doen in een wetenschappelijke verklaring of theorie. Hier hebben we bij het bouwen van het model op gelet door niet méér variabelen te introduceren dan naar ons idee strikt noodzakelijk is. Bovendien hebben we aandacht besteed aan het gebruiken van zo veel mogelijk (gemeten) praktijkdata.

Validatie

Op dit moment is validatie van het model CELINE nog lastig. Voor een forecast model zoals CELINE zou dat idealiter plaatsvinden door middel van het 'fitten' op empirische data, het liefst aangevuld met een statistische analyse. Als dat niet mogelijk is, is een alternatief om de uitkomsten te controleren aan de hand van een ander reeds gevalideerd model. Beide zijn in dit geval niet mogelijk. In plaats van het model zelf te valideren, hebben we de resultaten van het model met de expertgroep besproken. Hierbij zijn de gevoeligheden ook uitgebreid gepresenteerd en zijn ook bijstellingen verricht ten aanzien van een aantal gebruikte parameters. De betrouwbaarheid van de model-uitkomsten kan nog verder groeien door het model, de structuur en de onderliggende aannames en parameters te actualiseren met nieuwe praktijk-data. Het monitoren van de verder groei van de (publieke) laadinfrastructuur in Nederland en de factoren die daarop invloed hebben zijn kunnen daarbij van grote waarde zijn.

3 Ontwikkeling kosten laadpunten

Nu we in Hoofdstuk 2 een inschatting hebben gemaakt van het aantal benodigde laadpunten kunnen de tweede onderzoeksvraag gaan beantwoorden:

Wat is het gemiddelde tekort op de businesscase van een publiek laadpunt en wat betekent dat voor het totale financieringstekort bij het benodigd aantal laadpunten?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is het eerst nodig om een beeld te krijgen van de kosten van laadpunten en de ontwikkeling van die kosten in de periode tussen nu en 2020. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van deze kosten op basis van literatuuronderzoek en input vanuit de werkgroep. De belangrijkste bron is echter de 'Benchmark Kosten en Opbrengsten Publieke Laadinfrastructuur 2016' van het Nationaal Kenniscentrum Laadinfrastructuur (NKL, 2016). Alle genoemde bedragen in de benchmark zijn exclusief BTW en het geeft de kosten per laadpaal. Dit betekent dat we voor de kosten per laad*punt* de bedragen door twee hebben gedeeld om inzicht in de kosten per oplaadpunt te verkrijgen.

3.1 Kosten van laadpunten

De kostenstructuur van laadpunten bestaat uit:
- eenmalige vaste kosten, waaronder de investeringen in de aanleg van laadpunten;
- jaarlijkse periodieke kosten, waaronder de onderhoudskosten;
- variabele kosten energie.

Deze kostenposten worden hierna toegelicht.

Eenmalige vaste kosten

De eenmalige vaste kosten bestaan uit:
- aanschaf laadpaal;
- locatiebepaling;
- aansluitkosten netbeheerder;
- inrichting parkeervak;
- plaatsingskosten aannemer.

De kosten voor een laadpaal hangen onder meer af van het vermogen: een hoger vermogen betekent hogere kosten. Verder zijn publieke laadpunten duurder dan private laadpunten omdat het vermogen doorgaans hoger is, de installatie in de openbare ruimte meer tijd en moeite kost en omdat er extra toepassingen nodig zijn zoals een betaalsysteem, en toepassingen voor slim-laden. In de literatuur vinden we bedragen voor de kosten van een reguliere laadpaal tussen de € 4.000 tot € 6.000 (NRC, 2013); (ECN, 2013); (Hill, 2013) (ARF; McKinsey & Company, 2014)). Deze kosten kunnen volgens deze bronnen in de toekomst dalen tot € 3.000 a € 4.000. Het NKL (2016) geeft een aanschafprijs van een publieke laadpaal van € 2.000 voor het jaar 2013. Dat is dus behoorlijk lager dan de kosten die we vinden in de literatuur. De NKL-benchmark is echter een recente inventarisatie van de Nederlandse situatie en we gaan ervan uit dat de kentallen in de NKL-studie het meest betrouwbaar zijn. Dit neemt echter niet weg dat de ontwikkelingen snel gaan en dat de

kosten ten tijde van het schrijven van dit rapport (februari 2017) mogelijk alweer iets lager zijn dan in de benchmark.

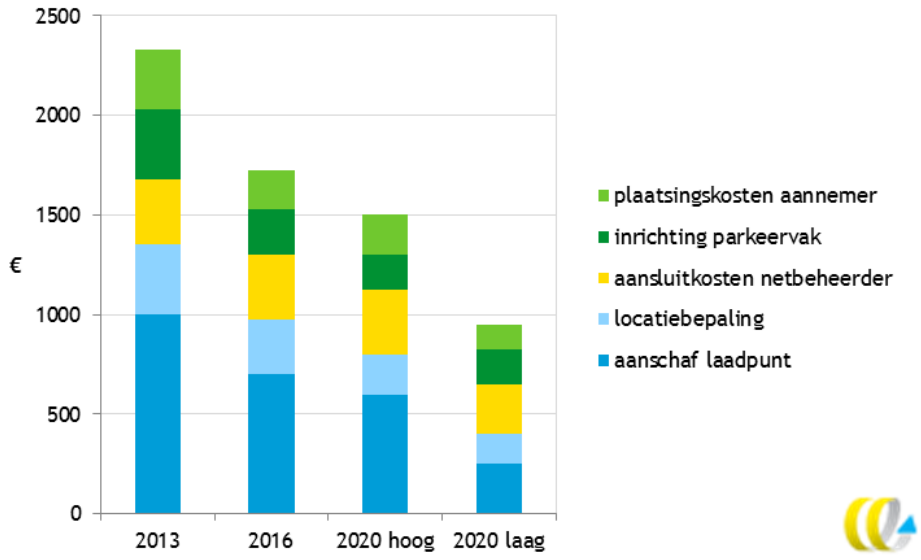
De kosten voor de locatiebepaling van laadpunten bestaan vooral uit de proceskosten van het aanwijzen van een locatie inclusief het nemen van het verkeersbesluit. Standaardisatie, automatisering en schaalgrootte kunnen in de komende jaren naar verwachting voor een kostenreductie van 27-45% zorgen.

Ook bij de inrichting van de parkeervakken wordt in 2020 een kostenreductie van 22% verwacht vanwege opschaling en eventuele versobering van de inrichting van een parkeervak wanneer elektrische auto's minder een uitzondering worden in het straatbeeld.

Voor de aansluitkosten op het net wordt een beperkte kostenreductie verwacht, omdat de kosten hoger zullen blijven liggen dan de aansluitkosten bij huishoudens, hoewel de invoering van een 1-arbeidsgang wel voor een kostenreductie kan zorgen (1-arbeidsgaang houdt in dat alle benodigde handelingen voor het plaatsen van een laadpaal door één aannemer op één dag uitgevoerd worden). Dit geldt ook voor de plaatsingskosten van de paal met daarnaast reductiemogelijkheden door standaardisatie van vergunningen en de fundering zelf.

In Figuur 11 worden de eenmalige vaste kosten volgens de NKL-benchmark weergegeven per laadpunt.

Figuur 11 Eenmalige vaste kosten per laadpunt voor de periode 2013-2020



Bron: (NKL, 2016).

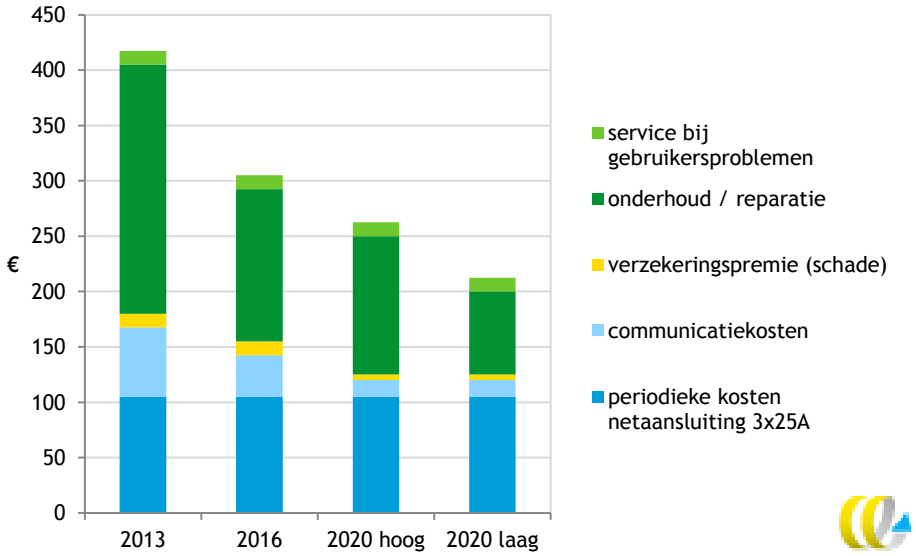
Jaarlijkse periodieke kosten

De jaarlijkse periodieke kosten bestaan uit de volgende kostenposten:
- periodieke kosten netaansluiting;
- communicatiekosten;
- verzekeringspremie;
- onderhoud en reparatie;
- service bij gebruikersproblemen.

Net als de eenmalige aansluitkosten worden de periodieke kosten voor de netaansluiting ook constant geacht. De communicatiekosten bestaan uit kosten voor data aan telecomproviders en deze zullen vooral dalen als gevolg van een kostendaling van de dataoverdracht (aantallen bits). Als gevolg van betere kwaliteit van laadpunten, normalisatie van het gebruik en het steeds normaler worden van palen in de openbare ruimte kan minder schade aan palen verwacht worden en neemt de verzekeringspremie dus af. Kosten voor onderhoud en reparatie kunnen enerzijds stijgen door intensiever gebruik en een stijging van nieuwe gebruikers, maar verbeteringen in de kwaliteit van de paal kunnen weer voor kostenreducties zorgen. De kosten voor service bij gebruikersproblemen wordt constant verondersteld.

In Figuur 12 worden de jaarlijkse periodieke kosten per laadpunt weergegeven voor de periode 2013-2020.

Figuur 12 Jaarlijkse periodieke kosten per laadpunt voor de periode 2013-2020



Bron: NKL, 2016.

Variabele kosten energie

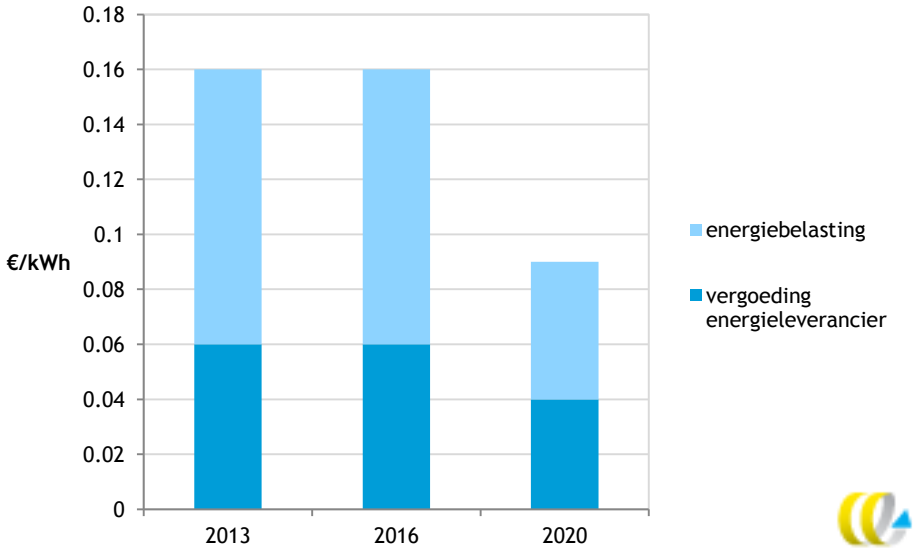
De variabele kosten energie bestaan uit de vergoeding aan de energie-leverancier en de energiebelasting. Deze kosten worden verrekend per kWh en zijn daarmee afhankelijk van het gebruik van de laadpaal. De kosten voor inkoop van energie zijn ten opzichte van 2013 ongewijzigd. Als het vanaf 2017 ook mogelijk wordt om per kwartier af te rekenen kan er in combinatie met het toepassen van *smart charging* een kostenreductie van 33% optreden in 2020 t.o.v. 2013. De verwachte kostenreductie van de energiebelasting komt voort uit het kabinetsplan waarmee de energiebelasting vanaf 2017 verlaagd is voor vier jaar (tot 2021). Deze kostenfactor is een belangrijke factor om de businesscase te bevorderen en de markt op gang te brengen.

De studie van het NKL (2016) gaat uit van de volgende gemiddelden voor het gebruik in kWh per dag:

Tabel 4 **Aannames energieverbruik per laadpaal en per laadpunt volgens de NKL-studie. (NKL, 2016)**

	2013	2016	2020 hoog	2020 laag
kWh per dag per laadpaal	5	7	12	10
kWh per dag per laadpunt	2,5	3,5	6	5

Figuur 13 **Variabele kosten energie per kWh voor de periode 2013-2020**



Bron: NKL, 2016.

3.2 Jaarlijkse opbrengsten

Tegenover de eenmalige vaste kosten, de jaarlijkse periodieke kosten en de variabele kosten energie staan de jaarlijkse opbrengsten, die ook afhankelijk zijn van het gebruik van de laadpaal. De jaarlijkse opbrengsten zijn het product van de verkoopprijs (per kWh excl. BTW) en de verkochte energie in kWh per dag. De gehanteerde cijfers zijn weergegeven in Tabel 4. De verkoopprijs per kWh is exclusief de kosten die service providers nog doorrekenen aan e-rijders (zoals laadpasaanbieders). De verkoopprijs is daarnaast sterk afhankelijk van het beleid van decentrale overheden: soms ligt de verkoopprijs hoger om zo de kosten voor de gemeente beperkt te houden. Dit is de reden dat de gemiddelde verkoopprijs is toegenomen tussen 2013 en 2016. Belangrijk hierbij is dat een hogere verkoopprijs invloed kan hebben op het laadgedrag van EV-rijders (met name de keuze voor publiek of thuisladen) en de algemene aantrekkelijkheid van elektrisch rijden t.o.v. conventionele personenauto's.

Tabel 5 **Opbrengsten per kWh voor de periode 2013-2020**

	2013	2016	2020
Verkoopprijs per kWh excl. BTW	€ 0,25	€ 0,28	€ 0,28

Bron: (NKL, 2016).

3.3 Businesscase voor een laadpunt

De opbrengsten van een laadpunt wegen in veel gevallen momenteel nog niet op tegen de investeringskosten ervan (Wolbertus, Hoed, & Maase, 2016). Volgens Madina et al. (2015) moet een laadpaal in Nederland 3,16 'laad-momenten' per dag hebben van tenminste 10 kWh om rendabel te zijn. Dat komt neer op circa 220 kWh per week. De overgrote meerderheid van de publieke laadstations in Amsterdam, Utrecht, Den Haag, Rotterdam en de Metropoolregio Amsterdam worden voor slechts 100 kWh of minder gebruikt (Wolbertus, Hoed, & Maase, 2016).

Wanneer de businesscase van een publiek laadpunt nog niet sluitend is bieden de meeste marktpartijen alleen aan om laadpunten in het publieke domein te plaatsen indien daar een financiële vergoeding tegenover staat. Dit was mede aanleiding voor het opstellen van de Green Deal Publiek Toegankelijke Laadinfrastructuur waarin onder meer een reservering van in totaal € 5,7 miljoen is gemaakt om de uitrol van publieke laadpunten te ondersteunen. De Green Deal biedt decentrale overheden de mogelijkheid om een rijksbijdrage van maximaal € 900 per laadpaal te krijgen. Omdat het aantal aanvragen hiervoor was groot was heeft de minister van EZ eind 2016 het budget met € 1,5 miljoen opgehoogd.

Uit bovenstaande blijkt dat voor de meeste laadpunten die in het publieke domein worden geplaatst de businesscase niet sluitend is. Het gaat om ruim driekwart van de geplaatste punten in 2016. In de Green deal zoeken overheden (Rijk, Provincie en gemeenten) samen met marktpartijen naar manieren om de financiering rond te krijgen om de uitrol van publieke laadinfrastructuur te versnellen. Een belangrijke vraag is dan hoe groot het financiële tekort is dat deze partijen gezamenlijk moeten dichten om het benodigd aantal laadpalen te kunnen realiseren. Dat hangt uiteraard af van verschillende zaken. Zo zal het veel uitmaken hoe snel de investeringskosten van een laadpaal de komende jaren gaan dalen.

Maar veel hangt ook af van de mogelijkheid om de zogenaamde 'time-ratio' (verhouding laden ten opzichte van aangesloten zijn) te vergroten. Een elektrische auto laadt namelijk niet de volledige tijd dat deze aangesloten is op een laadpunt (zie ook Hoofdstuk 2). De time-ratio ligt gemiddeld zo rond de 20% (Hoed, Helmus, Vries, & Bardok, 2013); (Wolbertus, Hoed, & Maase, 2016).

Om inzicht te krijgen in de businesscase tot 2020 gebruiken we de informatie uit de NKL-benchmark met betrekking tot de eenmalige vaste kosten, jaarlijkse periodieke kosten en jaarlijkse opbrengsten (NKL, 2016). Aanvullend zijn echter aannames nodig met betrekking tot de afschrijvingstermijn van de laadpunten. In samenspraak met de werkgroep is besloten de volgende afschrijvingstermijnen te hanteren (zie Tabel 6).

Tabel 6 **Aangenomen afschrijvingstermijn in jaren**

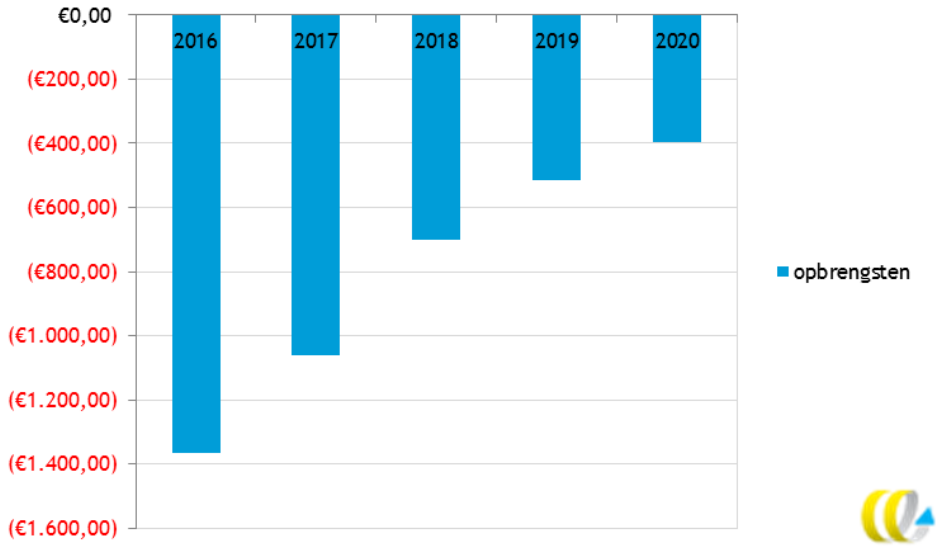
	2016	2017	2018	2019	2020
Aantal jaar	7	7	8	8	8

Dit betekent dat een laadpunt dat in 2016 wordt gerealiseerd, over zeven jaar volledig wordt afgeschreven. Door middel van de Netto Contante Waarde-methode (NCW) is bepaald of een laadpunt over de hele afschrijvingstermijn geld oplevert of geld kost. Bij deze berekening is als volgt te werk gegaan:

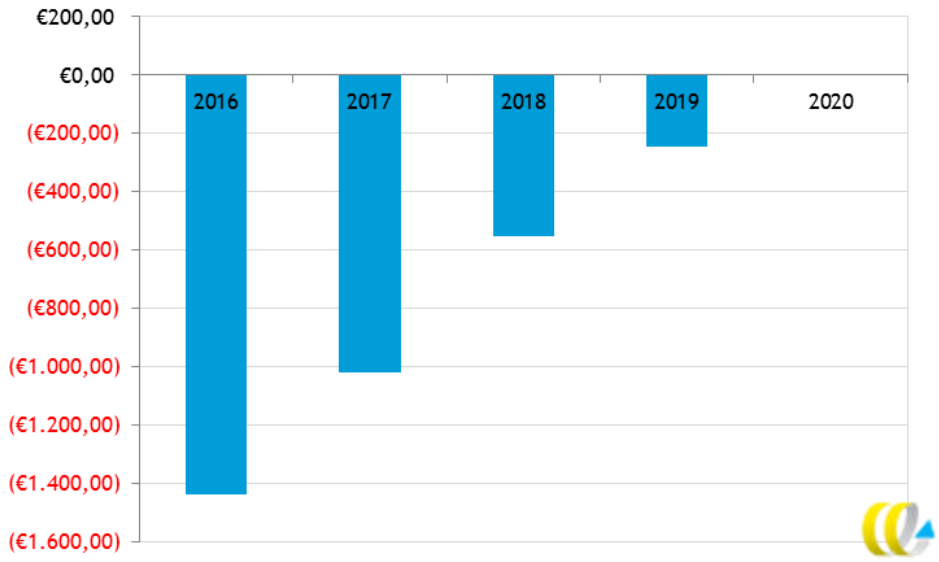
- We berekenen de som van alle kosten alsof deze door één partij worden gedragen. Ook alle opbrengsten nemen we samen. In werkelijkheid zullen de kosten door verschillende partijen worden gedragen.
- De NKL-studie geeft inschattingen voor 2016 en 2020, maar niet voor de tussenliggende jaren. De kosten en opbrengsten voor tussenliggende jaren zijn verkregen door middel van lineaire interpolatie.
- De NKL-studie geeft bedragen per laadpaal. Omdat we in deze studie focussen op laadpunten zijn deze bedragen gehalveerd.
- Voor sommige kosten- of opbrengstenposten in het jaar 2020 geeft de NKL-benchmark een range. We berekenen de som van kosten en opbrengsten voor zowel de hoge als de lage schatting van het NKL.

Figuur 14 en Figuur 15 geven de uitkomsten van de berekeningen. Het is duidelijk dat wanneer we uitgaan van hoge kosten en hoge opbrengsten er in 2020 nog altijd bijna € 400 tekort is op een laadpunt komt om de kosten te kunnen dekken. Bij lage kosten en lage opbrengsten is er in 2020 echter wel een net sluitende businesscase voor een laadpunt. De totale opbrengsten over de levensduur van acht jaar (zie Tabel 6) bedragen dan € 5 per laadpunt.

Figuur 14 Netto contante waarde van een laadpunt voor de jaren 2016-2020 met hoge kosten en hoge opbrengsten volgens NKL, 2016



Figuur 15 Netto contante waarde van een laadpunt voor de jaren 2016-2020 met lage kosten en lage opbrengsten volgens NKL, 2016



In de NKL-benchmark is voor 2020 een hogere afschrijvingstermijn gehanteerd dan in Tabel 6. Het NKL acht het denkbaar dat de afschrijvingstermijn ook naar tien jaar kan gaan. Als dit het geval is verbetert de businesscase. Uitgaande van lage kosten en lage opbrengsten zou een laadpunt dat in 2020 wordt geplaatst over de hele levensduur van tien jaar circa € 400 opbrengen. In 2019 is er echter nog wel steeds sprake van een tekort van circa € 50. Dit geeft aan dat de afschrijvingstermijn één van de belangrijke bepalende factoren is voor de businesscase. In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op het tekort op de businesscase.

3.4 Bepalen omvang tekort op businesscase

Hieronder gaan we verder in op het tekort op de businesscase voor publieke laadpunten.

Onrendabele top

De berekeningen in Paragraaf 3.3 laten zien dat het businessmodel van een laadpunt afhangt van een aantal zaken. Met de aannames uit de NKL-benchmark en de afschrijvingstermijnen die door de werkgroep zijn gekozen, kunnen de kosten nog niet tijdens de afschrijvingstermijn worden terug-verdiend (NKL, 2016). In 2020 wordt echter wel het punt bereikt waarbij de jaarlijkse opbrengsten hoger zijn dan de jaarlijkse kosten. Tot dat moment zullen de partijen die gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor het plaatsen van laadpunten manieren moeten vinden om dit tekort op de businesscase op te lossen.
Idealiter zou de overheid alleen de ‘onrendabele top’ willen financieren, of een subsidie uitkeren ter hoogte van het verlies dat op een laadpaal wordt geleden. Tegelijkertijd zal de overheid die onrendabele top zo klein mogelijk willen houden en marktpartijen proberen te stimuleren met creatieve investeringsstrategieën te komen die de businesscase zo gunstig mogelijk maken. Het ‘overstimuleren’ van het aantal punten kan er namelijk toe leiden dat de businesscase per afzonderlijk laadpunt slechter wordt. Het vaststellen van de omvang van de rendabele top is niet eenvoudig omdat het gedetail-leerde kennis over de markt en mogelijke verdienmodellen vereist.

In Paragraaf 3.5 geven wel een doorkijkje naar wat de huidige geplande overheidsreservering kan betekenen voor de extra laadpunten die er de komende jaren bij zullen komen.

Regionale verschillen

Een andere complicerende factor is dat het ene laadpunt rendabeler is dan het andere. Op drukke locaties waar veel en langdurig wordt geladen zal de businesscase voor een laadpaal eerder rond zijn (of dat misschien op dit moment al zijn) terwijl dat op plekken waar nog weinig elektrische voertuigen zijn nog niet het geval zal zijn. Anders gezegd, het faciliteren van publieke laadinfrastructuur op plaatsen waar elektrisch rijden nog in opkomst is zal een grotere overheidsbijdrage vragen dan wanneer deze wordt uitgebreid op plaatsen waar het al een grote vlucht heeft genomen. Gemeentes en provincies spelen hier deels al op in door via grote regionale aanbestedingen veel palen te laten plaatsen. Hiermee worden deels ook punten op minder rendabele plekken gerealiseerd.

Hoogte van de overheidsbijdrage in de periode 2016-2020

Op basis van bovenstaande cijfers en het voorziene groeipad naar het aantal benodigde laadpunten in 2020 valt een inschatting te maken van het totale tekort op de businesscase. Hoe groot het deel is, dat door de Rijksoverheid geïnvesteerd moet worden en welk deel door marktpartijen en gemeenten kan worden opgevangen is in deze studie niet onderzocht.

In Tabel 7 is allereerst het groeipad voor het totaal aantal benodigde laadpunten gegeven, zoals vastgesteld in het eerste deel van dit rapport. Uitgaande van het midden scenario van 160.000 EV's in 2020 zouden er in 2016 27.000 laadpunten nodig zijn (zie Tabel 1). In Nederland zijn er tot op heden 11.768 gerealiseerd (situatie eind 2016). Dit betekent dat er momenteel een gat is tussen de huidige laadinfrastructuur en de laadinfrastructuur die nodig lijkt te zijn op basis van de ingeschatte laadbehoefte met het rekenmodel CELINE. Indien we veronderstellen dat dit gat evenredig gedicht wordt over de jaren 2017-2020, dan moeten er jaarlijks circa 7.600 laadpunten bijkomen. Volgens gegevens van RVO zijn er echter reeds circa 6.000 laadpunten waarvoor de financiering rond is en die in 2017 en 2018 zullen worden geplaatst. We veronderstellen dat 2/3 hiervan in 2017 en 1/3 in 2018 worden geplaatst.
Uiteindelijk lijken er tot en met 2020 30.400 extra laadpunten nodig te zijn, waarmee het totale aantal in het middenscenario op de benodigde 42.100 laadpunten uitkomt.

Vervolgens zijn de benodigde aantallen in de verschillende jaren vermenigvuldigd met de bedragen uit de businesscaseberekeningen. In Tabel 7 is weergegeven dat er bij lage kosten en lage opbrengsten zoals ingeschat door het NKL een tekort op de businesscase is van circa € 4,7 miljoen. Bij hoge kosten en hoge opbrengsten bedraagt het tekort circa € 10,2 miljoen.

Indien het huidige tekort aan laadpunten niet over de hele periode 2017 t/m 2020 maar bijvoorbeeld in 2017 volledig wordt opgelost dan wordt het tekort op de businesscase groter vanwege de ongunstigere verhouding tussen kosten en opbrengsten in 2017 ten opzichte van latere jaren.

Tabel 7 **Totale kosten en opbrengsten over de periode 2017 t/m 2020 bij voertuigaantallen volgens het midden scenario (160.000 EV's in 2020)**

	2016	2017	2018	2019	2020	Totaal t/m 2020
Totaal aantal publieke laadpunten benodigd	27.000	31.700	34.300	36.800	42.100	
Te plaatsen, evenredig 2017-2020		3.600	5.600	7.600	7.600	24.400*
Netto Contante Waarde businesscase per laadpunt in plaatsingsjaar						
Lage kosten, lage opbrengsten	€ -1.439	€ -917	€ -453	€ -50	€ 199	
Hoge kosten, hoge opbrengsten	€ -1.366	€ -945	€ -587	€ -294	€ -174	
Tekort op businesscase (x miljoen €)						
Lage kosten, lage opbrengsten	€ 0,0	€ -3,3	€ -2,5	€ -0,4	€ 1,5	€ -4,7
Hoge kosten, hoge opbrengsten	€ 0,0	€ -3,4	€ -3,3	€ -2,2	€ -1,3	€ -10,2

* De 6.000 laadpunten die reeds zijn gefinancierd zijn hier van afgetrokken. Verondersteld is dat 2/3 van deze laadpunten in 2017 en 1/3 in 2018 worden geplaatst.

Zoals gezegd zijn de kosten in Tabel 7 gebaseerd op het midden scenario voor voertuigaantallen (zie Paragraaf 2.2). Het jaarlijkse tekort op de businesscase, en het totale tekort over de periode 2017 tot en met 2020 wanneer van lage groei dan wel hoge groei van het aantal EV's wordt uitgegaan is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 **Totale jaarlijkse tekort op businesscase en over de periode 2017 t/m 2020 bij voertuigaantallen volgens het laag scenario en het hoog scenario**

	2016	2017	2018	2019	2020	Totaal t/m 2020
Tekort op businesscase (x miljoen €) in scenario laag (135.000 EV's in 2020)						
Lage kosten, lage opbrengsten	€ 0,0	€ -1,8	€ -1,8	€ -0,3	€ 1,2	€ - 2,7
Hoge kosten, hoge opbrengsten	€ 0,0	€ -1,9	€ -2,3	€ -1,8	€ -1,0	€ - 7,0
Tekort op businesscase (x miljoen €) in scenario hoog (185.000 EV's in 2020)						
Lage kosten, lage opbrengsten	€ 0,0	€ -4,8	€ -3,3	€ -0,5	€ 1,8	€ -6,7
Hoge kosten, hoge opbrengsten	€ 0,0	€ -4,9	€ -4,2	€ -2,7	€ -1,6	€ -13,5

3.5 Implicaties voor investeringen op korte termijn

Zoals in Hoofdstuk 1 reeds aangegeven stelt de Rijksoverheid via de Green Deal 'Openbaar Toegankelijke Laadinfrastructuur' voor de periode 2016-2018 een bijdrage van in totaal € 5,7 miljoen beschikbaar aan medeoverheden voor het realiseren van laadinfrastructuur. Er resteerde eind 2016 nog een beperkt deel van dit budget (circa € 420.000, zo blijkt uit gegevens van RVO). Eind 2016 heeft de minister van EZ aangegeven een extra bedrag van € 1,5 miljoen voor laadinfrastructuur te reserveren om uitputting van het budget te voorkomen (Ministerie van EZ, 2016).

In Hoofdstuk 2 komt naar voren dat er eind 2018 34.300 laadpunten nodig lijken zijn. Daarvan zijn er in 2016 11.768 gerealiseerd. Daar bovenop komen nog 6.000 laadpunten waarvan de financiering al is geregeld. Met het resterende budget van € 420.000 kunnen dan nog eens 1.400 extra laadpunten worden geplaatst.

Indien we er van uitgaan dat de Rijksoverheid € 500 bijdraagt voor elke nog te plaatsen nieuwe laadpaal, dan zouden er voor € 1,5 miljoen nog eens 6.000 laadpunten geplaatst kunnen worden. Dat betekent dat een groot deel van het ingeschatte tekort aan laadpunten met het aangevulde budget kan worden opgelost.

We moeten hierbij ook bedenken dat de ontwikkelingen in de markt van laadinfrastructuur momenteel zeer snel gaan. Het is daarom niet ondenkbaar dat marktpartijen op bepaalde locaties sneller en mogelijk zonder overheids-bijdrage laadinfrastructuur zullen realiseren. Heijmans en Nuon bewijzen in Noord-Brabant dat het kan. Deze partijen gaan zonder overheidsbijdrage 1.250 laadpalen plaatsen in Noord-Brabant en Limburg (Brabants Dagblad, 2017). Mogelijk wordt zo in de periode tot en met 2018 nog een deel van het resterende tekort ingevuld. We zien daarnaast de ontwikkeling dat er op stedelijke locaties snellaadpunten worden gerealiseerd. Zo krijgt de gemeente Den Haag 5 snellaadpunten die per laadpunt een veel grotere capaciteit hebben dan de reguliere publieke laadpunten. Ook deze ontwikkeling kan een deel van het resterende tekort aan laadpunten verminderen.

3.6 Conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek

Op basis van de eenvoudige berekeningen in dit hoofdstuk kan geconcludeerd worden dat de kosten en opbrengsten van laadpunten zich zo ontwikkelen dat er voor de hele periode 2020 een tekort is op de businesscase indien alle benodigde laadpunten zouden worden gerealiseerd. Het is aannemelijk dat deze kosten door gemeenten, marktpartijen en Rijksoverheid gezamenlijk zullen moeten worden gedragen. Het totale tekort op de businesscase voor de periode tot en met 2020 bedraagt volgens de inschattingen met het CELINE model tussen de € 4,7 en € 10,2 miljoen Indien het aantal EV's relatief snel groeit zou het benodigde bedrag oplopen tot € 13,5 miljoen.

De beschikbare rijksmiddelen bedragen tot en met 2018 bijna € 2 miljoen. Voor dit bedrag kan naar verwachting een groot deel van het tekort aan laadpalen worden weggewerkt. Bovendien gaan de ontwikkelingen in de markt voor laadinfrastructuur snel en is het denkbaar dat marktpartijen zonder overheidsbijdrage een deel van het resterende tekort aan laadpunten zal oplossen.

De volgende punten zouden nog verder onderzocht kunnen worden:
- In hoeverre kunnen flankerende beleidsmaatregelen de kosten naar beneden brengen? Denk hierbij aan maatregelen om de bezettingsgraad van laadpunten te verhogen.
- Welke financieringsmethoden zijn het meest interessant voor investeerders en op welke gronden maken investeerders de uiteindelijke keuze om wel of niet te investeren?
- Welke aanbestedingstermijnen zijn het meest kosteneffectief in het stimuleren van de aanleg van laadpunten? Door een kortere aanbestedings-duur kan een lokale overheid sneller technologische verbeteringen doorvoeren, maar de vraag is of het met het oog op de kosten ook de

meest gewenste situatie is of dat een langere aanbestedingsduur en dus afschrijvingstermijn kosteneffectiever is.

- Ook zou nog verder onderzocht kunnen worden of het ingroeipad van aantallen laadpunten over de periode heen geoptimaliseerd kan worden. Omdat de kosten in 2016 nog fors hoger liggen dan in 2020 is het aantrekkelijk om te wachten met de plaatsing; aan de andere kant zal zonder een flinke stijging in laadpunten de voorziene kostenreductie voor 2020 niet gerealiseerd worden.

4 Conclusies

4.1 Benodigd aantal publieke laadpunten in 2020

Bij een gemiddelde groei van het aantal elektrische auto's (EV's) zijn er volgens de modelberekeningen met CELINE in 2020 in totaal circa 42.100 publieke laadpunten nodig. Gegeven het huidig aantal publieke laadpunten (11.768) zouden er in de periode tot 2020 nog circa 30.300 laadpunten (ofwel 15.200 laad*palen* met twee laadpunten per paal) geplaatst moeten worden. Hiervan zijn echter via lopende aanbestedingen reeds 6.000 'gegund' en gefinancierd, die in de komende tijd zullen worden geplaatst.

Indien het aantal EV's wat sneller groeit (tot 185.000 in 2020) dan zouden er circa 36.800 extra publieke laadpunten nodig zijn. Bij lage groei (tot 135.000 EV's in 2020) zijn dat er circa 23.900 extra publieke laadpunten.

Deze inschattingen volgen uit een berekening met het bottom-up model CELINE van de laadpuntbehoefte in Nederland. Het betreft een onzekere schatting. De vraag naar publieke laadvoorzieningen hangt van veel verschillende factoren af. Een aantal cruciale zijn in deze studie in kaart gebracht op basis van literatuuronderzoek en werksessies met experts op het gebied van laadinfrastructuur. Met CELINE is de invloed van veranderingen in deze cruciale variabelen op de behoefte aan laadvoorzieningen gestructureerd in beeld gebracht.

Parameters zoals de gemiddelde jaarkilometrage van EV's, het aantal elektrische auto's en het aantal EV-eigenaren/rijders dat eigen laadpunt heeft, beïnvloeden in hoge mate de behoefte aan publieke laadinfrastructuur. Dat betekent bijvoorbeeld dat naarmate EV-rijders meer kilometers gaan rijden, het benodigd aantal laadpunten groter wordt. Dit is overigens goed voorstelbaar, aangezien de actieradius van de nieuwe modellen BEV's naar verwachting zal toenemen.

4.2 Totale tekort op de businesscase

Momenteel is de businesscase voor laadpunten nog niet sluitend.
De verhouding tussen kosten en opbrengsten zal in de komende jaren naar verwachting wel duidelijk verbeteren. Op basis van een recente benchmark van de ontwikkeling van kosten van publieke laadpunten is een schatting gemaakt van het totale tekort op de businesscase voor het realiseren van de benodigde 42.100 laadpunten. Zoals eerder aangegeven zijn er momenteel reeds 11.768 laadpunten en is voor nog eens 6.000 laadpunten financiering geregeld. Het 'tekort' aan laadpunten voor 2020 bedraagt daarmee 24.400.

Het tekort op de businesscase bedraagt tussen de € 4,7 en € 10,2 miljoen over de hele periode 2017 t/m 2020. Indien het aantal EV's relatief snel groeit kan dat benodigde bedrag oplopen tot € 6,7 tot € 13,5 miljoen. De bandbreedte in deze kosten wordt veroorzaakt door onzekerheid over de snelheid waarmee kosten zullen dalen en opbrengsten zullen stijgen.

Deze kostenschattingen zijn gebaseerd op de gemiddelde kosten en gemiddelde opbrengsten van een laadpunt in Nederland. Het rendement van een laadpaal hangt in hoge mate af van het gebruik. Op plaatsen waar veel elektrische auto's rijden, momenteel vooral in de grotere steden, zal het rendement hoger liggen, en de benodigde overheidsbijdrage per laadpaal lager. Indien partijen ervoor zouden kiezen om de publieke laadinfrastructuur met name op plaatsen te realiseren waar elektrisch rijden nog een relatief klein aandeel heeft, dan zullen de kosten hoger uitvallen. Hoeveel hoger is in deze studie niet uitgezocht.

Het is aannemelijk dat alle partijen die betrokken zijn bij het plaatsen van publieke laadinfrastructuur (gemeenten, marktpartijen en de Rijksoverheid) een deel van het tekort op de businesscase voor hun rekening zullen nemen.

Op dit moment wordt meer dan een vijfde van de publieke laadpunten zonder rijksmiddelen geplaatst. De huidige beschikbare rijksmiddelen bedragen tot en met 2018 bijna € 2 miljoen. Voor dit bedrag kan naar verwachting een groot deel van het tekort aan laadpalen worden weggewerkt. Bovendien gaan de ontwikkelingen in de markt voor laadinfrastructuur snel en is het denkbaar dat marktpartijen zonder overheidsbijdrage een deel van het resterende tekort aan laadpunten zal oplossen.

5 Referenties

ARF; McKinsey & Company. (2014). *Evolution : Electric vehicles in Europe: Gearing up for a new phase?* Amsterdam: Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company The Netherlands.

Brabants Dagblad. (2017, januari 16). Heijmans en Nuon hoeven geen subsidie voor 1000 nieuwe laadpalen in Brabant. *Brabants Dagblad*.

CBS. (2016a, oktober 7). *Woningen: hoofdbewoner/huishouden, 1998-2012*. Opgeroepen op oktober 10, 2016, van http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=7409wbo&D1=0%2c9-14%2c35-39&D2=0&D3=0%2c5-16&D4=l&STB=G2%2cG1%2cG3%2cT&VW=T

CBS. (2016b, november 7). *Verkeersprestaties personenauto's; eigendom, brandstof, gewicht, leeftijd*. Opgeroepen op 2016, van http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=71107ned&D1=0&D2=1-2&D3=0&D4=0&D5=0&D6=12-13&HDR=T,G3,G5,G4&STB=G1,G2&VW=T

CE Delft. (2016). *Stimuleren van elektrisch rijden onder particulieren : Effectiviteit van een aanschafsubsidie en oplaadtegoed*. Delft: CE Delft.

CE, T. E. (2014). *Vraag wg Elektrisch*. Delft.

ECN. (2013). *Concept EU Richtlijn Uitrol Infrastructuur voor Alternatieve Brandstoffen: Impact Assessment voor NL*. Petten: ECN.

ECN. (2016). *Nationale Energieverkenning 2016* . Petten: ECN.

Ecofys. (2016). *Toekomstverkenning elektrisch vervoer*. Utrecht.

FET. (2016). *Maak elektrisch rijden groot : 8 acties voor doorbraak bij particulieren*. Den Haag: Formule E-team (FET).

Hill, N. (2013). *Fuelling Europe's future : How auto innovation leads to EU jobs*. Cambridge: Cambridge Econometrics ; Elementenergy; Ricardo-AEA.

Hoed, R. d., Helmus, J., Vries, R. d., & Bardok, D. (2013). Data analysis on the public charge infrastructure in the city of Amsterdam, paper for the EVS27 Symposium Barcelona, Spain, November 17-20. Amsterdam: University of Applied Science Amsterdam.

Maase, S., & Dilrosum, X. (2016). *Average kWh per RFID per session in the G4 and MRA-E*. Amsterdam: Hoogeschool van Amsterdam, AUAS, IDO-laad.

Madina, C., Barlag, H., Coppola , G., Gomez, I., Rodriguez, R., & Zabala, E. (2015). Economic assessment of strategies to deploy publicly accessible charging infrastructure, paper for the EVS28 Kintex, Korea, May 3-6. International Electric Vehicle Symposium and Exhibition.

Ministerie van EZ. (2016). Kamerbrief over visie op de laadinfrastructuur voor elektrisch vervoer. Den Haag.

National Research Council (US). (2013). *Transitions to alternative vehicles and fuels*. Washington D.C.: The National Academies Press.

NKL. (2016). *Benchmark Kosten Publieke Laadinfrastructuur 2016*. Utrecht: Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur (NKL).

NRC. (2013). *Transitions to alternative vehicles and fuels*. National Academic Press.

PBL. (2016). *Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2015*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

RVO. (2011). *Voorbeeldwoningen 2011 bestaande bouw*. Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

RVO. (2015). *Green Deal "Openbaar Toegankelijke Elektrische Laadinfrastructuur"*. Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

RVO. (2016). *Cijfers elektrische vervoer*. Opgeroepen op januari 2017, van http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers.

Spoelstra, J. (2014). *Charging behaviour of Dutch EV drivers*. Utrecht: Utrecht University.

TNO. (2013). *Praktijkverbruik van zakelijke auto's en plug-in voertuigen*. Delft: TNO.

TNO. (2017). *Monitoring van plug-in hybride voertuigen (PHEVs) april 2012t/m maart 2016*. Delft: TNO.

VNA. (2016). *Nationaal Zakenauto onderzoek*. Bunnik: Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen.

Wolbertus, R., Hoed, R. v., & Maase, S. (2016). Benchmarking Charging Infrastructure Utilization, paper for the EVS27 Symposium Montréal, Québec, Canada, June 19-22. Amsterdam: University of Applied Sciences Amsterdam.