



aden  
rische  
to's

ROTTERDAM  
INDUCTIELADEN

G-7

**Pilot Wireless  
Charging  
elektrische auto's**  
november 2016

ROTTERDAM  
INDUCTIELADEN

ROTTERDAM  
INDUCTIELADEN



Graag presenteer ik u, mede namens onze partners, de eerste resultaten van onze proef met Wireless Charging (inductieladen) van elektrische personenauto's in de openbare ruimte.

Rotterdam gaat voor een goed evenwicht tussen bereikbaarheid, gezonde lucht en leefkwaliteit. Door de focus op 'schone' mobiliteit, onder andere door het stimuleren van elektrisch vervoer, wordt de stad gezonder, schoner, economisch sterker en blijft zij goed bereikbaar. Efficiënte en duurzame mobiliteit is een speerpunt van dit college.

Rotterdam is koploper, nationaal en internationaal, waar het elektrisch rijden en de daarbij behorende oplaadinfrastructuur betreft. De afgelopen vijf jaar heeft Rotterdam, vaak samen met ondernemende partners, al veel innovatieve projecten gestart en succesvol afgerond. Innovatie leidt tot nieuwe, schone technieken.

Wireless Charging is een veelbelovende techniek met technische en operationele uitdagingen. De techniek is in Europa nog niet eerder getest op een personenvoertuig die laadt in de openbare ruimte. Het beschikbaar stellen van de kennis uit deze proef helpt om de marktintroductie van Wireless Charging van elektrische auto's dichterbij te brengen.

Rotterdam zoekt in de praktijkproef uit hoe het werkt. Veiligheid, gebruiksgemak, interoperabiliteit en techniek worden uitgebreid getest. In deze verslaggeving vindt u het plan van aanpak, de bijbehorende fasering, uitleg wat inductieladen inhoudt en planning omtrent de start van het gebruikersonderzoek.

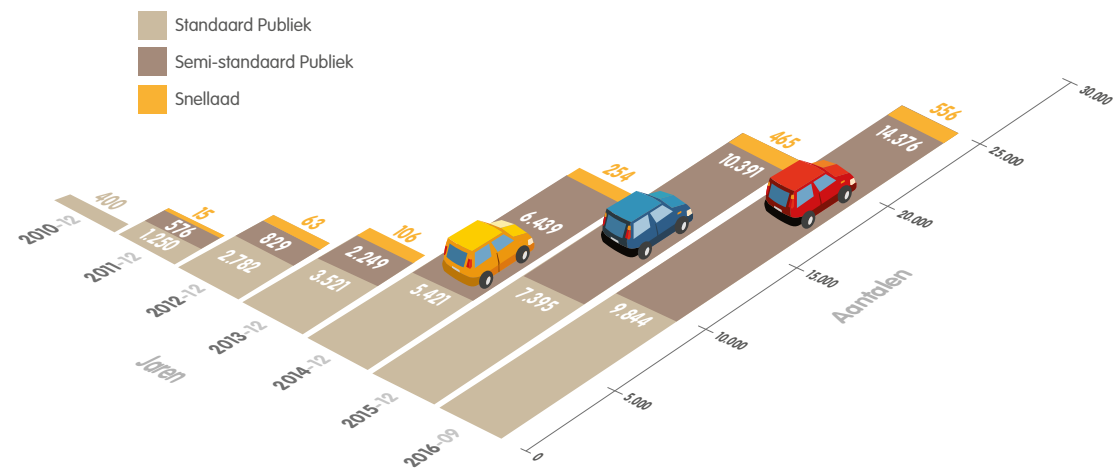
Ik wens u veel leesplezier toe, en hoop dat u met deze kennis geïnspireerd raakt om bij te dragen aan gezondere lucht voor alle Rotterdammers.

**Pex Langenberg**

Wethouder gemeente Rotterdam (Mobiliteit, Duurzaamheid en Cultuur)

# Toekomstvisie Wireless Charging elektrische auto's

Het aantal openbare laadpunten voor personenauto's in Nederland is in vijf jaar gegroeid tot bijna 17.000. Een positieve ontwikkeling, maar ook een impact op de kwaliteit en het gebruik van de openbare ruimte. Plus het ongemak van kabels die aangesloten moeten worden en op straat liggen.



Rotterdam zet een eerste stap in de richting van Wireless Charging op parkeerplekken door het doen van deze pilot. Het enige wat de bestuurder van een elektrische auto moet doen, is de auto boven een inductieplaat te zetten, en het laden kan direct beginnen! Een bluetooth verbinding tussen auto en de inductieplaat zorgt voor de communicatie. Er zijn nauwelijks handelingen nodig en er is geen sprake van belemmerende laadpalen en kabels in de openbare ruimte. Hierdoor wordt het tevens mogelijk aanzienlijk meer oplaadpalen te realiseren.

Ervaringen uit de Rotterdam proef leveren mogelijk een bijdrage aan deze vervolgstap. De verwachting is wel dat Wireless Charging nog veel onderzoek en soortgelijke pilots nodig heeft, voordat brede toepassing mogelijk wordt.

## Voordelen

- *Het voordeel van inductieplaten is dat ze niet of nauwelijks zichtbaar zijn in het straatbeeld; vanuit het perspectief van welstand zijn ze eenvoudiger op grote schaal te realiseren.*
- *Gebruikers van een elektrische auto ondervinden veel gemak van een inductief laadsysteem. Zij dienen bij start en vertrek geen extra handelingen uit te voeren, zoals het pakken en aansluiten van een kabel.*

# De pilot

Hoe kijkt de markt aan tegen de ontwikkeling van Wireless Charging voor voertuigen? Om dit te achterhalen, stuurde gemeente Rotterdam in 2015 een 'Request For Information' (RFI) aan partijen die zich richten op deze techniek. De daaruit voortgekomen informatie is gebruikt als input voor de uitvraag van de levering van een inductiesysteem voor twee typen voertuigen. In 2015 gunde de gemeente de pilot aan de beste inschrijver: ENGIE Infra & Mobility in samenwerking met ANWB, EV-Box en HEVO Power.

## **Waardevolle informatie**

Gemeente Rotterdam wil in samenwerking met de projectpartners de technische, organisatorische, ruimtelijke en financiële implicaties van inductieladen in de praktijk achterhalen. De partijen onderzoeken de mogelijkheden tot een businesscase. Dit project levert waardevolle informatie op die kan worden gebruikt bij verdere ontwikkeling en eventuele uitbreiding in een later stadium.

## **Goed passen**

Het doel van de Rotterdamse pilot: leren van de uitdagingen die integratie van een inductiesysteem in de openbare ruimte met zich meebrengt. Belangrijk is ook dat de opgedane kennis wordt gedeeld. De ontwikkeling van de huidige laadinfrastructuur is vergevorderd. Het is essentieel dat innovatieve laadsystemen - zoals Wireless Charging - goed passen binnen de huidige standaarden/interoperabiliteitseisen. Zo is het met het oog op toepassing in de openbare ruimte bijvoorbeeld van belang dat het systeem zich niet beperkt tot één type elektrisch voertuig, maar bruikbaar is voor verschillende merken/typen.

## **Oplaadpunt en inductieplaat**

In de Rotterdamse pilotopstelling wordt nu ook nog gebruikgemaakt van een oplaadpunt. In de proef beschikken de auto's over zowel een laadkabel als inductiesysteem. Wanneer Wireless Charging een standaard is, hoeven elektrische voertuigen geen alternatieve laadmogelijkheid meer te hebben. Bij de ombouw van zowel de Nissan Leaf als de Peugeot iOn was dit goed te realiseren, omdat deze standaard al twee laadmogelijkheden hebben: gewoon laden (AC) en snelladen (DC). In deze pilot is ervoor gekozen het inductiesysteem aan de DC (Chademo)-laadpoort te koppelen, zodat de voertuigen nog kunnen laden aan een gewone laadpaal met AC.



### **Aanpassing auto's**

Aan het standaardlaadsysteem van beide voertuigen zijn drie belangrijke componenten toegevoegd om Wireless Charging mogelijk te maken:

- Een magnetische spoel, die de energie ontvangt van de spoel in de grond.
- Een gelijkrichter, om de wisselstroom uit de spoel om te zetten naar gelijkstroom voor de batterij.
- Een bluetooth-communicatiemodule, die het voertuig met het laadsysteem laat communiceren.

Kleine verschillen in de implementatie en opbouw van de laders maakten maatwerk noodzakelijk om het laadsysteem te integreren in beide voertuigladers. Leerpunten uit dit proces worden beschouwd als waardevolle output van de pilot.

De veranderingen aan de voertuigen zijn zo gering dat geen keuring door de Rijksdienst voor Wegverkeer (RDW) nodig is.

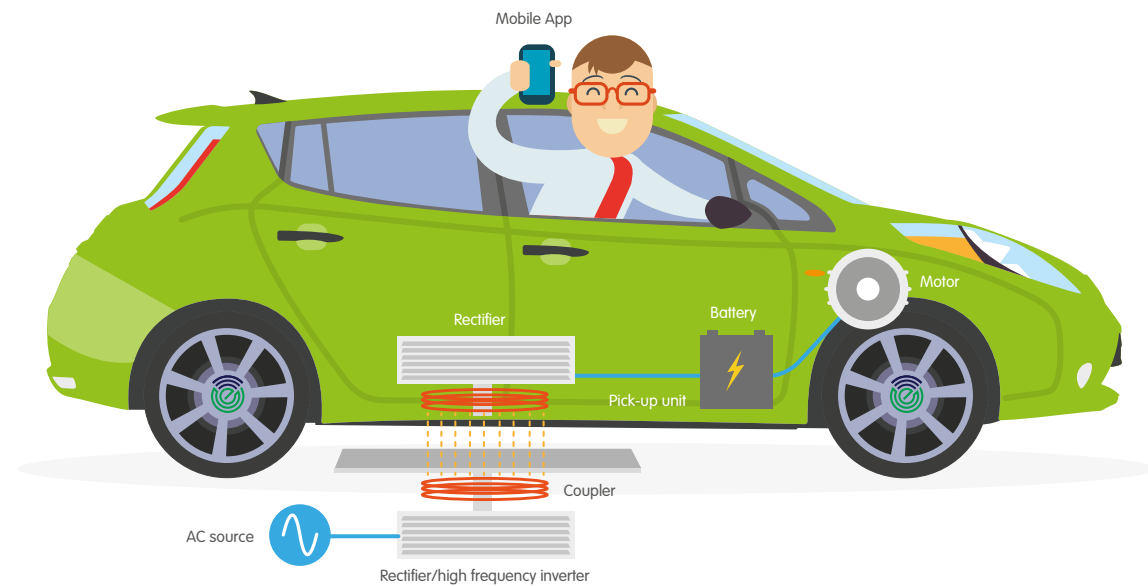
### **De testers**

De pilot draait niet alleen om technische onderzoeken. Tijdens het gebruiksonderzoek gebruiken tien vaste e-rijders de twee testvoertuigen. Zij werken allen bij de gemeente Rotterdam en gebruiken de auto's voor hun dagelijkse activiteiten. Alle tien hebben ze reeds ervaring met het laden van elektrische auto's. Voor en tijdens de pilot maken zij hun ervaringen met Wireless Charging kenbaar via interviews.

# Techniek

## Zó werkt het

Om Wireless Charging mogelijk te maken, zijn twee magnetische spoelen nodig waartussen de energieoverdracht zal plaatsvinden. Een van de spoelen bevindt zich in de grond en is aangesloten op een stroombron. De andere spoel is aangebracht in het voertuig en is aangesloten op zowel het laadsysteem als de batterij van de auto. Via een magnetisch veld tussen de twee spoelen wordt energie overgedragen: van de spoel in de grond naar de spoel in de auto.



#### 1. AC source

Het Nederlandse elektriciteitsnetwerk levert wisselstroom (AC).

#### 2. Rectifier

De gelijkrichter (Rectifier) zet wisselstroom (AC) om in gelijkstroom (DC), zodat de inductantie en capaciteit in het systeem worden verminderd, wat het systeem efficiënter maakt.

#### 3. High frequency inverter

De omvormer (High frequency inverter) zet de gelijkstroom om in wisselstroom en verhoogt de frequentie naar 85 kHz

#### 4. Transmitter

De hoogfrequente wisselstroom wordt via een magnetische spoel (Transmitter) in de grond overgedragen naar de magnetische spoel onder het voertuig.

#### 5. Receiver

Onder het chassis van een voertuig is een tweede magnetische spoel (Receiver) gemonteerd die de hoogfrequente wisselstroom opvangt.

#### 6. Rectifier

De hoogfrequente wisselstroom wordt via een gelijkrichter in het voertuig omgezet naar gelijkstroom, zodat de batterij kan worden geladen.

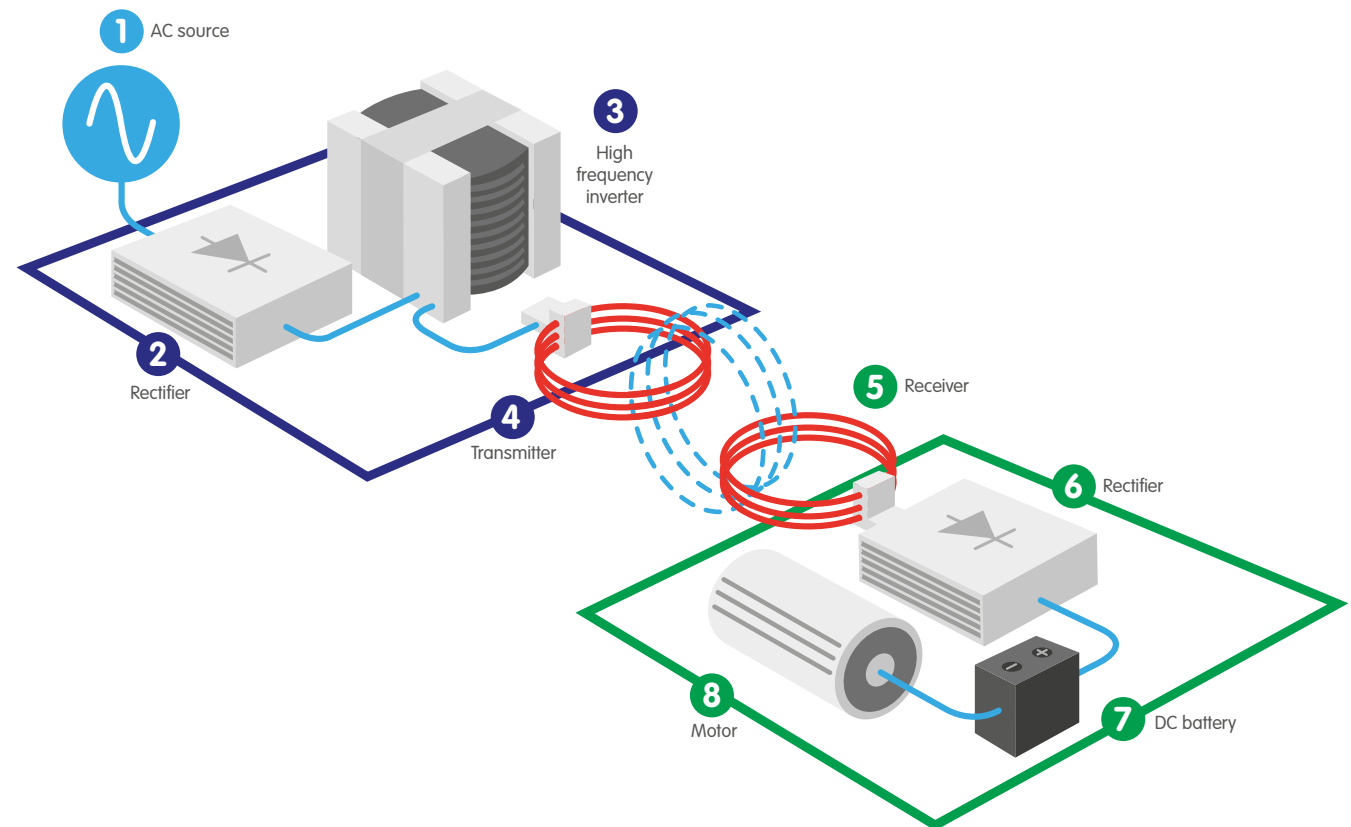
#### 7. DC battery

Een batterij, zoals die in een elektrisch voertuig zit, moet gevoed worden met gelijkstroom (DC).

#### 8. Motor

De elektromotor in het voertuig wordt aangedreven met de elektrische energie die is opgeslagen in de batterij.

In de pilot wordt de bestuurder naar de juiste positie geleid via een drempel en markeringen op het parkeervlak. Bovendien hebben de spoelen verschillende groottes, zodat al snel een groot 'contactoppervlak' wordt gerealiseerd. In de eerste tests lag de efficiëntie op zo'n 87-92%.





# De uitdagingen van Wireless Charging

## ***Twee voertuigen laden op één inductiesysteem***

Rotterdam heeft de pilot mogelijk gemaakt door twee voertuigen beschikbaar te stellen. Het gaat om een Nissan LEAF en een Peugeot iOn. De proef moet onder meer uitwijzen hoe het mogelijk wordt gemaakt om twee verschillende typen auto's op te laden via één laadsysteem. Met die kennis kan de doelstelling van interoperabiliteit worden gehaald.

De ANWB voert de ombouw van de voertuigen uit, in samenwerking met de leverancier van het laadsysteem. Zij zorgen er ook voor dat beide voertuigen kunnen communiceren met hetzelfde laadsysteem. Dit laadsysteem is geïnstalleerd op de gemeentewerf aan de Groene Kruisweg 36 in Rotterdam.

## ***Efficiënte energieoverdracht***

Het Nederlandse elektriciteitsnet levert wisselstroom (AC) met een frequentie van 50Hz. Deze stroom moet worden omgezet naar een hogere frequentie om zo efficiënt mogelijk via de twee spoelen terecht te kunnen komen in het voertuig. Daarom zijn een gelijkrichter en omvormer geplaatst in het laadsysteem. Deze zorgen samen voor een omzetting naar gelijkstroom (DC) en vervolgens weer terug naar een wisselstroom (AC) met een hoge frequentie. In het voertuig zet een gelijkrichter deze stroom weer om naar DC, met als doel de batterij op te laden. Er zijn dus verschillende omvormingen nodig om de meest efficiënte energieoverdracht te realiseren.

Binnen standaard-testomstandigheden is met het inductielaadsysteem een laadefficiëntie bereikt van 87-92%. Tijdens de pilot wordt de efficiëntie van het systeem getest onder verschillende omstandigheden.

## ***De positie van de magnetische spoel onder het voertuig***

De pilot moet onder meer uitwijzen hoe bij het parkeren boven de spoel het precisiewerk (marge van 10cm) kan worden verkleind en daarmee het gebruikersgemak vergroot wordt. De spoel dient zodanig onder de auto te zijn gemonteerd, dat de chauffeur deze eenvoudig kan plaatsen boven de spoel in de grond.



Verder is het zaak dat de componenten onder het voertuig beschermd zijn tegen obstakels die schade kunnen veroorzaken, zoals verkeersdrempels. Tot slot is het belangrijk dat het voertuig niet alleen van energie kan worden voorzien via inductieladen, maar dat dit ook nog mogelijk is met een laadkabel. Waarom? Niet op elke locatie is een inductiesysteem beschikbaar.

### ***Niet boven de grond, maar in de grond***

Hoe kan de netaansluiting van het inductiesysteem onder de grond worden verwerkt, zodat er zo weinig mogelijk zichtbare elementen zijn? Welke aanpassingen aan de netaansluiting en het inductiesysteem zijn daarvoor noodzakelijk? Dat wordt onder meer onderzocht in de pilot.

Evenals een gewone laadpaal moet een inductiesysteem worden aangesloten op het elektriciteitsnet. Netbeheerders realiseren netaansluitingen bovengronds, omdat er nadelen zitten aan het realiseren van ondergrondse aansluitingen. Denk aan bereikbaarheid bij storingen en binnendringen van vocht. Bij laadpalen wordt de netaansluiting geïntegreerd in de paal zelf. Wireless Charging maakt gebruik van een spoel in de grond, maar in de bestaande situatie moet de netaansluiting nog worden geplaatst in een aparte kast bóven de grond. De pilot heeft onder meer als doel duidelijk te maken hoe dit kan veranderen.

### ***Communiceren***

Hoe kan worden begonnen met laden? Daarvoor is het noodzakelijk dat het systeem in de auto en het systeem in de grond met elkaar communiceren. Het ene systeem weet dan wanneer het andere kan starten. Zodra het voertuig in de buurt van het laadsysteem komt, wordt een bluetooth-verbinding tot stand gebracht. Via deze weg communiceren de systemen met elkaar. Wanneer de twee spoelen goed boven elkaar zijn geplaatst, wordt via bluetooth gecommuniceerd dat kan worden gestart met laden. Een goede positionering is belangrijk voor een zo efficiënt mogelijke overdracht.



### ***'Slim laden' bij verschillende vermogens***

Slim laden is het verdelen van de beschikbare laadcapaciteit om de impact op het elektriciteitsnet te beperken óf om efficiënt gebruik te maken van duurzame energiebronnen zoals zon en wind. Slim laden is mogelijk via een variabel laadprofiel, dat door het backoffice naar het laadstation kan worden gestuurd en door het laadstation en het inductiesysteem kan worden uitgevoerd.

In deze pilot is de eerste stap van de 'slim laden-keten' gerealiseerd: het inductiesysteem is via het laadstation succesvol gekoppeld aan het backoffice. Hiermee is een deel van de doelstelling om in de toekomst slim te kunnen laden gerealiseerd.

Het inductieve laadsysteem zelf is nog niet geschikt om met variabel vermogen om te gaan. Enerzijds komt dit doordat het gebruikte vermogen (3,3 kW) dermate laag is, dat er geen noodzaak bestaat om slim te laden. Anderzijds zit in de technische opbouw van het systeem een beperking: zodra minder stroom het systeem inkomt, kan het systeem niet meer zo efficiënt werken als waarvoor het is ontworpen. Interne intelligentie schakelt het systeem dan af, omdat de verliezen te groot worden.

HEVO, de leverancier van het laadsysteem, werkt momenteel aan een variant waarmee met 11kW kan worden geladen en die ook de mogelijkheid biedt het laadvermogen te variëren. Het consortium volgt deze vorderingen en zoekt naar mogelijkheden om met dit systeem te testen wanneer het beschikbaar is.

### ***Veiligheid***

Een van de belangrijkste leerpunten tot nu toe is het omgaan met veiligheid en daarbij magnetische straling. Dit onderwerp is uitvoerig getest door een externe gespecialiseerde partij. De conclusie is dat mensen in de auto, en daar om heen geen gezondheidsrisico lopen. De magnetische straling - uitgedrukt in micro tesla's - is namelijk ongeveer even hoog als bij een inductiekookplaat.

## Beheer en gebruiksdata

Een belangrijk onderdeel van de pilot is het beheren van het laadsysteem op afstand en er data uit te verkrijgen. Daarom is het inductielaadsysteem gekoppeld aan een HEVO laadpaal. De laadpaal communiceert met de HEVO backoffice. Hiermee kan het totale laadsysteem worden gemonitord: lopende transacties, storingen en andere relevante beheerszaken. Met dit backoffice kunnen ook de gebruiksdata worden verwerkt: wanneer en op welke tijdstippen wordt het systeem gebruikt door e-rijders, en hoe lang duurt een gemiddelde transactie? Met de antwoorden op deze vragen kan het gebruiksonderzoek worden ondersteund.

### **Standaardisatie**

In tegenstelling tot laden met een kabel, waarvoor inmiddels verschillende internationale standaarden zijn afgesproken, bevinden de standaardisatie en normalisatie voor inductieladen zich nog in de beginfase. Tijdens de pilot worden de ontwikkelingen van de standaardisatie van Wireless Charging geïnventariseerd en vergeleken met het gebruikte systeem.

Verder moet het systeem voldoen aan de normen voor laagspanningsinstallaties. De gespecialiseerde inbedrijfstedienst van ENGIE en een onafhankelijk bureau test het systeem op deze normen.

# Mogelijke businesscase

Is er een businesscase mogelijk voor de levering, montage, exploitatie en het beheer van een inductie-systeem? Is er op termijn een systeem te verwachten dat op grotere schaal kan worden toegepast? Het projectteam onderzoekt dit tijdens de pilot.

Het is van belang dat het concept niet alleen wordt vergeleken met de huidige laadpaal. Het systeem moet worden beschouwd als een toevoeging aan de huidige laadinfrastructuur. Wireless Charging kan bijvoorbeeld interessant zijn op taxistandplaatsen, bushaltes en - op langere termijn - in dynamische vorm wellicht in (snel)wegen.

## ***Het vervolg van de pilot***

De technische tests en het gebruiksonderzoek zijn in volle gang. De pilot eindigt in het eerste kwartaal van 2017. Daarna zou de pilot kunnen worden verlengd. Dat is mogelijk als andere partijen er een vervolg aan geven of als andere leerdoelen worden geformuleerd.

Eventuele opties voor uitbreiding van de pilot:

- de pilot verlengen door meer onderzoek te verrichten naar bijvoorbeeld standaardisatie en slim laden;
- de pilot uitbreiden met (semi)dynamisch inductieladen voor taxistandplaatsen en bushaltes;
- internationaal kennissymposium organiseren om kennis te delen.



## Slim, veilig en duurzaam

Deze tijd is er een van beweging en transitie. Zeker ook wat betreft energie en mobiliteit. Bestaande barrières worden doorbroken, nieuwe terreinen ontdekt en benut. Technologische vernieuwingen vormen de motor achter de omwenteling naar slimme, veilige en duurzame oplossingen.

Elektrisch vervoer is een van die technologische vernieuwingen. Omdat wij hoog willen inzetten op de energietransitie, vinden wij het belangrijk om te investeren in innovatieve oplaadinfrastructuur en energieoplossingen zoals Wireless Charging en Vehicle 2 Grid.

Duurzaamheid is voor ons namelijk: practise what you preach. Als je je bewust wordt van de grote positieve invloed die duurzame oplossingen hebben op mens en milieu, heeft dat ook consequenties voor je eigen gedrag. Nieuwe bewustwording leidt tot nieuw, anders handelen.

Ook voor mij persoonlijk heeft dit nieuwe bewustzijn consequenties. Bewust zoek ik naar plekken waar ik mijn auto kan opladen, ook al betekent dit dat ik een stukje moet lopen. Op ons eigen huis liggen zonnepanelen, waardoor wij bijna het gehele jaar door privé elektrisch kunnen rijden. Het rijden zelf ervaar ik als zeer prettig, met minder geluid dan een verbrandingsmotor. Net als dat sporthorloge dat jou vertelt of je die dag voldoende hebt bewogen, geeft ook dit een goed gevoel. Je ervan bewust zijn dat jij als individu al het verschil kunt maken, daar begint het mee! Vanuit deze overtuiging werken mijn collega's en ik dagelijks aan duurzame technologie.

Grootschalige transitie begint altijd met enkele partijen die gewoon durven. We zijn er dan ook trots op dat we deze proef samen met de gemeente Rotterdam zijn aangegaan. Wireless Charging maakt elektrisch rijden nog makkelijker en bereikbaarder voor iedereen in de nabije toekomst: een ambitie waar we als ENGIE helemaal achter staan.

**Han Blokland**  
CEO ENGIE Nederland

# Consortium



## **Gemeente Rotterdam**

Opdrachtgever en initiator van de pilot (financiering via de voormalige stadsregio Rotterdam). Stelt de locatie, voertuigen en gebruikersgroep ter beschikking. Quirijn Oudshoorn, Gemeente Rotterdam, projectleider pilot Wireless Charging: "Met deze pilot wil de gemeente Rotterdam zich inzetten voor de integratie van het Wireless Charging in de stedelijke omgeving."



## **ENGIE Infra & Mobility**

ENGIE Infra & Mobility heeft veel ervaring op het gebied van plaatsen en beheren van laadinfrastructuur. In deze pilot is ENGIE opdrachtnemer en penvoerder voor het complete project en het overall projectmanagement. Ook is ENGIE verantwoordelijk voor de installatie en een goede oplevering van het inductielaadsysteem. Stef Pierik, Projectleider ENGIE Infra & Mobility: "ENGIE is sinds 2010 actief in de markt van elektrisch vervoer en wil voorop blijven lopen in de ontwikkeling van de infrastructuur voor elektrische mobiliteit. Laadobjecten in de openbare ruimte zijn voor veel gemeenten een doorn in het oog, de inpassing van inductieve laadobjecten kan het straatbeeld verfraaien en ENGIE wil daar graag aan mee werken."



## **EV-Box**

Dit Nederlandse bedrijf beschikt over ervaring op het gebied van oplaadinfrastructuur en backoffice-systemen. EV-Box speelt bovendien een leidende rol binnen de interoperabiliteit in Nederland. In het project is EV-Box verantwoordelijk voor de levering en werking van het Wireless Charging. De producent en leverancier van dit systeem is het Amerikaanse HEVO Power.



## **HEVO Power**

Jeremy McCool, Founder and CEO at HEVO inc.: "As a developer and producer of wireless power technologies, HEVO firmly believes that projects like these will encourage greater adoption of electric vehicles and reveal the promise of innovative transportation technologies to come."



**Technisch Expertise Centrum ANWB**

Sander van Beem, Manager Technisch Expertisecentrum, ANWB Wegenwacht:  
“ANWB wil graag een bijdrage leveren aan een duurzame samenleving. Innovaties helpen daarbij en Wireless Charging is daar een mooi voorbeeld van.”



**ElaadNL**

Onoph Caron, directeur ElaadNL: “Als kennis- en innovatiecentrum op het gebied van slimme laadinfrastructuur vinden wij het laden zonder stekker een niet te missen innovatie waar we graag met andere partijen praktijkervaring mee opdoen en op willen onderzoeken en testen. Hierbij focussen we ons met name op de mogelijkheden van stekkerloos laden in combinatie met slim laden en interoperabiliteit.”



**EVConsult**

Roland Steinmetz, directeur EVConsult: “Innovatieve projecten van idee tot uitvoering brengen, dat is waar EVConsult voor staat.”



**Auke Hoekstra, Universiteit Eindhoven**

Auke Hoekstra, Researcher Electric Mobility: “Charging without wires has great potential, but is still in it’s infancy. We need to improve the user experience and to increase efficiency even further. Most of all we need standards that make wireless charging interoperable between cars. This project forces us to tackle such challenges.”

# Bibliografie

## Contact

Neem voor meer informatie contact op met Quirijn Oudshoorn, adviseur duurzame mobiliteit en taxi's Gemeente Rotterdam  
E-mail: [QA.Oudshoorn@Rotterdam.nl](mailto:QA.Oudshoorn@Rotterdam.nl)

## Colofon

Deze uitgave van gemeente Rotterdam is alleen digitaal beschikbaar. 'Pilot Wireless Charging november 2016' is met zorg samengesteld. Aan de informatie kunnen geen rechten worden ontleend.

Vormgeving: Nick Ralph / Scrambled Ads  
Redactie: Gerben Stolk / PlumaTekst

HEVO Power. (2015). *Wireless Power Transfer*. Brooklyn: HEVO Power.

Hoekstra, A. (2010). *Energieke wegen*. Rijkswaterstaat.

Nikos Papadoupoulos, G. C. (2015). *Progress report on findings of ElaadNL related Work Packages Pilot Inductive Charging*.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (sd). *Cijfers elektrisch vervoer*. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) opgeroepen 22 oktober 2016, van <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers>

