

SMART CHARGING GUIDE

NL



Elaadnl

EEN UITGAVE
TER GELEGENHEID VAN



SMART CHARGING

GUIDE

Colofon



REDACTIE

Auteurs Frank Geerts, Eric van Kaathoven, Arjan Wargers en Paul Broos

Co-auteurs Baerte de Brey, Rob Cillessen, Harm van den Brink, Lonneke Driessen, Bram van Eijdsen, Lotte Gardien, Paul Klapwijk, Gijs van der Poel, Nazir Refa, Martijn Siemes, Thijs van Wijk, Marisca Zweistra

Grafieken Nazir Refa

Met dank aan Celine van Aalst, Jan van Rookhuyzen, Harm-Jan Idema, Rick Roor



REALISATIE

Vormgeving Chris Karthaus



UITGAVE

De Smart Charging Guide is een uitgave van stichting ElaadNL.

Arnhem, 12 september 2019



Elaadnl



FOTOGRAFIE

Foto's Tenzij ander vermeld ElaadNL

Omslag Patrick van Gemert



CONTACT

Utrechtseweg 310 B42
6812 AR Arnhem

Tel 026 31 20 223

Mail info@elaad.nl

Twitter @elaadNL

Website www.elaad.nl

Copyright © ElaadNL, 2019

Indien u gegevens of informatie uit deze publicatie wilt gebruiken, neem dan contact op met ElaadNL.

6	Woord vooraf	
7	Hoofdstuk 1	Aanleiding
21	Hoofdstuk 2	De uitdaging
39	Hoofdstuk 3	Smart Charging
103	Hoofdstuk 4	Hoe maken we van Smart Charging de norm?
111	Tot slot	
112	Lijst met afkortingen	

INHOUDSOPGAVE

Woord vooraf

Als kennis- en innovatiecentrum doet ElaadNL samen met verschillende partners veel onderzoek naar Smart Charging, het slim en duurzaam opladen van elektrische auto's. Volgens ons is slim laden een cruciale bouwsteen op weg naar een duurzaam energiesysteem met veel stroom uit zon en wind en veel auto's op elektriciteit. Maar wat is eigenlijk Smart Charging? Waarom is het nodig? Welke varianten zijn er? Welke partijen spelen een rol? Hoe werkt het in de praktijk en wat hebben we nog te doen om Smart Charging de norm te maken? Een uitgave die dit alles op een rijtje zet, bleek er nog niet te zijn. En dat was voor ons aanleiding om deze Smart Charging Guide te maken. Wij hopen dat het voor iedereen die nog niet van de hoed en de rand weet een mooie kennismaking is en voor wie er al meer bekend mee is, een feest der herkenning. Ik wens u veel leesplezier en mocht u geïnspireerd raken, wij werken graag samen in het verder ontwikkelen en onderzoeken van Smart Charging!



Arnhem, 12 september 2019
Onoph Caron, directeur ElaadNL

“Slim laden is een cruciale bouwsteen op weg naar een duurzaam energiesysteem.”





HOOFDSTUK 1

AANLEIDING

De derde stroomrevolutie

De derde stroomrevolutie:
elektrisch rijden en eigen duurzame
opwek. Hoe het belang van stroom
in ons leven groter en groter wordt.



De gloeilamp vervangt de gaslamp

Elektriciteit komt eind negentiende, begin twintigste eeuw onze huishoudens binnen. Dat zorgt voor betrouwbaar, veilig en schoon licht en maakt werken en leven minder afhankelijk van daglicht.



Elektrische huishoudelijke apparaten

Halverwege de twintigste eeuw komen elektrische huishoudelijke apparaten in ons leven: koelkast, vrieskist, wasmachine, strijkijzer en stofzuiger. Huishoudelijk werk is hierdoor niet langer een dagtaak.



De elektrische auto en zonnepanelen

En nu zitten we midden in de derde stroomrevolutie: er komen zonnepanelen op onze daken en elektrische auto's voor de deur.

Ook warmte halen we steeds vaker uit elektriciteit. De energie voor onze mobiliteit komt steeds vaker uit het stopcontact en we gaan stroom zelf opwekken en opslaan (in auto's).



2030
emissieloos

Introductie

Nederland staat aan de vooravond van een grote revolutie in mobiliteit. We gaan in relatief korte tijd van rijden op benzine en diesel naar elektrisch rijden. De ambitie vanuit de klimaatafspraken van Parijs 2015 is om de emissies uit vervoersmiddelen terug te dringen. In Nederland is dit vertaald in het regeerakkoord waarin staat dat uiterlijk in 2030 alle nieuwe personenauto's emissieloos moeten zijn. Tegelijk verandert de stroomproductie sterk van die uit fossiele brandstoffen als kolen en gas naar die uit hernieuwbare bronnen als zon en wind. Deze twee trends komen samen bij het opladen van elektrische auto's. Maar voordat we daar wat beter naar gaan kijken en ons de vraag stellen hoe we miljoenen elektrische auto's probleemloos en duurzaam op kunnen laden, staan we stil bij deze trends.

Foto
Benzinepomp

Bron: Pixabay



De elektrische auto is niet nieuw

Aan het einde van de 19e eeuw werden de eerste brandstofauto's gebouwd. Maar die waren erg moeilijk om te rijden en vooral om te starten. Om de motor te starten moest de bestuurder handmatig benzine oppompen naar de vlotterkamer van de carburateur, handgas en voorontsteking instellen en de motor met een slinger aanzwengelen.

Stadsbestuurders zagen de elektrische auto als een veel schoner alternatief voor paarden dan de benzineauto. In 1907 werd op een internationaal congres in Berlijn besproken dat de uitlaatgassen, die soms wel 3,7 procent koolmonoxide bevatten, niet goed waren voor de volksgezondheid.

Aan het begin van de 20e eeuw waren elektrische auto's daarom heel populair. Ze waren schoner, gemakkelijker te bedienen en veel betrouwbaarder dan benzineauto's.

In alle grote steden (New York, Londen en ook in Amsterdam) reden elektrische taxi's, soms zelfs met accupakketten die binnen 5 minuten verwisseld konden worden. De London Electric Cab Company hield bij het opladen van de accupakketten rekening met de op het elektriciteitsnet beschikbare hoeveelheid stroom. Smart Charging avant la lettre.

Uitvinders zoals Edison en Marconi werkten aan nieuwe accutechnologieën

als alternatief voor de gebruikte loodzuuraccu's: alkaline en ijzer-nikkel. In 1900 ontwierp Ferdinand Porsche een plug-in hybride auto met wielnaafmotoren.

Ook in de autosport werden elektrische auto's gebruikt: de eerste autorace in Amerika op Rhode Island in 1896 werd gewonnen door een elektrische auto.



Bron

Jan Wouters 'De elektrische auto – is het marktaandeel van 1914 in 2020 haalbaar?'

Foto

Columbia Mark 68 Victoria electric vehicle

Bron: Corbis/Hall of Electrical History Foundation

Een stukje geschiedenis voor de toekomst

Op 19 april in 1886 werd aan de Kinderdijk bij Rotterdam de allereerste elektriciteitscentrale geopend, de N.V. Elektrische Verlichting. Met deze nieuwe uitvinding kon men de straatverlichting laten branden op stroom. Dit scheelde aanzienlijke kosten van het telkens aansteken en doven van gaslantaarns. Daarnaast was het veel veiliger en gaf het minder stank- en rookoverlast. Gaf de centrale in eerste instantie stroom aan 350 straatlantaarns in de buurt, niet veel later mochten particulieren voor 12 tot 15 gulden per gloeilamp per jaar ook energie afnemen. Walmende olielampen en gaslampen gingen de deur uit en het elektrische peertje kwam ervoor terug.

De imposante stoommachine die de elektriciteitscentrale aandreef, draaide van 12 uur in de middag tot 10 uur in de avond. De stroom werd direct geleverd aan de lampen van omliggende fabrieken en tegelijkertijd werden accu's opgeladen. De accu's waren bedoeld voor mensen die buiten deze uren nog stroom nodig hadden.

Rond deze zelfde tijd zag een andere grensverleggende uitvinding het levenslicht: de automobiel. Ook bij deze nieuwe ontwikkeling werd de bestaande oplossing vervangen door een veiliger, schoner en moderner middel. Het paard met koets, de uitwerpselen in de straten en de hectares die nodig waren voor het verbouwen van haver en stro als brandstof voor dit vervoermiddel, werden opgevolgd door een wagen. Deze wagen werd niet voortgetrokken door paarden maar aangedreven met de kracht van een motor die zijn energie haalde uit benzine, stoom of stroom.

In de jaren voor de Eerste Wereldoorlog bestonden deze drie typen aandrijvingen nog naast elkaar, elk met voor- en nadelen. Na de wereldoorlogen werd echter de positie van de 'internal combustion engine' (ICE) dominant en verdween de elektrische auto vrijwel geheel uit beeld. Het werd een interessant experimenteel concept dat van tijd tot tijd van stal gehaald werd (denk aan de witkar in Amsterdam en de EV1 van General Motors in het Californië van Arnold Schwarzenegger), maar niet opnieuw door kon breken. Tot deze eeuw althans.

N.V.
Elektrische
Verlichting

Foto (rechts)
N.V. Elektrische
verlichting

Bron: Brush Ridderkerk



Een duurzaam energiesysteem is mogelijk

Een volledig duurzaam energiesysteem is in de toekomst mogelijk. Essentieel daarbij is een verregaande elektrificatie onder andere van mobiliteit (elektrisch vervoer), in veel gevallen ook van warmte (warmtepompen in plaats van CV-ketels) en zelfs in de industrie. Alle stroom

die we daarvoor nodig hebben, moet dan ook nog eens komen uit duurzame bronnen, met name zon en wind. En omdat deze bronnen niet op elk moment en in elk seizoen evenveel stroom leveren, zullen we in het energiesysteem van de toekomst zwaar leunen op het

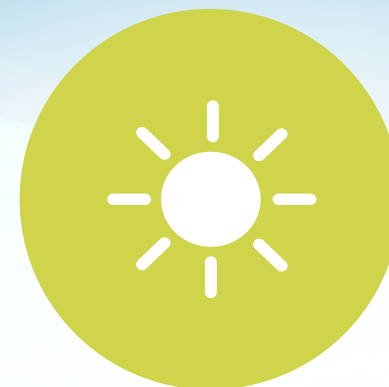
aanpassen van de vraag aan het aanbod van stroom en op de opslag van energie. Voor de korte termijn (dagen, weken) kan dat in accu's, maar om de seizoenen te overbruggen is energie opslaan, bijvoorbeeld in waterstof, essentieel.

Meer lezen?

The future Dutch full carbon-free energy system, KIVI December 2017

Foto
Montage

Bron: Pixabay



Terugkijken naar de begintijd van het elektriciteitsnet en de opkomst van de auto laat zien hoe spannend en kansrijk deze tijd is. Beide uitdagingen gaan we opnieuw aan.

De grote veranderingen rond het energienet liggen in de noodzaak van duurzame energie om de uitstoot van broeikasgassen te beperken. In het Klimaatakkoord van Parijs uit 2015 is afgesproken dat alle Europese landen in 2020 20 procent minder broeikasgas uitstoten ten opzichte van 1990, met 20 procent hernieuwbare energie en 20 procent energiebesparing. In 2030 moet er minstens 40 procent minder uitstoot van broeikasgas zijn ten opzichte van 1990 met 27 procent hernieuwbare energie. Uiteindelijk moet in 2050 de uitstoot ten opzichte van 1990 gereduceerd zijn met 80-95 procent.

Dit zijn kolossale uitdagingen voor de mensheid die om grensverleggende oplossingen vragen. Allereerst zal er forser ingezet worden op duurzame energie-installaties zoals zonnevelden en windmolenparken op land en op zee. We zien echter ook een toename van kleinere en lokale initiatieven op het gebied van duurzame energie: particulieren die eigen opgewekte zonne-energie gebruiken en zelfs stroom terug leveren aan het net, wijken en regio's die zelfstandig een windmolenpark beheren en de energie daarvan delen.

Figuur 1

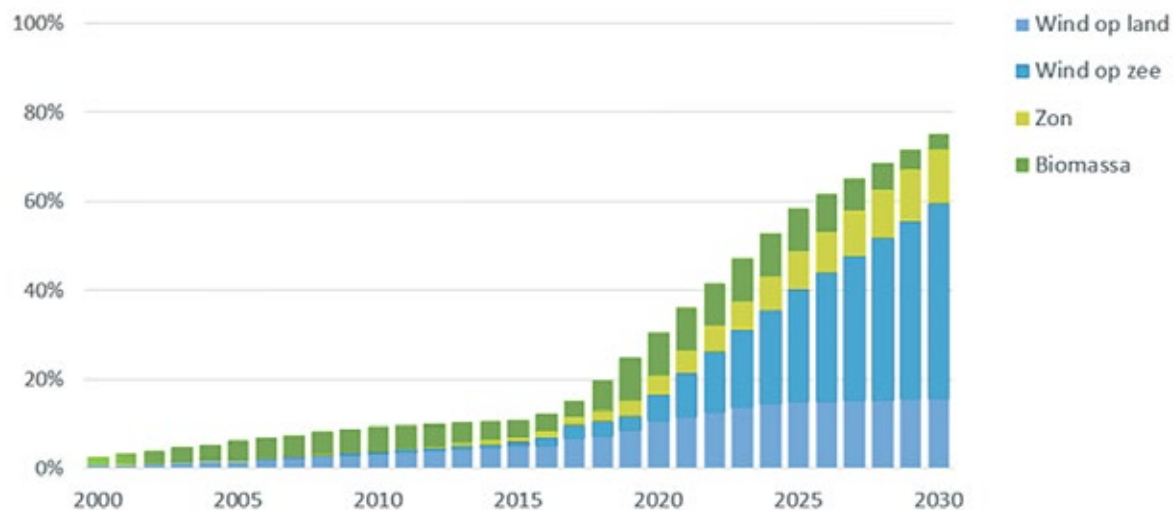
Duurzame elektriciteit als
aandeel in totale
elektriciteitsverbruik

Bron: PBL Nationale Energie
Verkenning 2017

Foto

Landschap

Bron: Pixabay



Onzekerheden over mobiliteit in de toekomst

Niemand heeft een glazen bol waarmee de toekomst voorspeld kan worden. Welke trends gaan de meeste impact hebben?

Hoe autogebruik en autobezit zich gaat ontwikkelen, is lastig te voorspellen. Dat was al zo toen de stad nog vergeven was van paarden die ingezet werden voor onze mobiliteit en vervolgens in korte tijd vervangen werden door auto's. En dat is nu weer zo. Gaan auto's straks massaal zelf rijden? In welke mate en wat zijn de gevolgen daarvan? Wat betekent dat

voor het laden van die auto's? Gaat het laden dan nog met het inpluggen van een stekker of misschien wel draadloos?

En hoe ontwikkelt het autobezit zich? Aangezien auto's het gros van de tijd stil staan, kunnen ze goed gedeeld worden. Zeker als ze komen voorrijden, hebben we eigenlijk maar ongeveer 15 procent van de voertuigen nodig om in onze huidige behoefte te voorzien. Het is

echter de vraag of mensen echt massaal van een eigen auto af willen.

Daarnaast kunnen onverwachte ontwikkelingen optreden. Zo kan het zijn dat autogebruik zo interessant wordt, dat het andere mogelijkheden wegdrukt. In plaats van de (elektrische) fiets of bus te nemen, laat je de auto rijden.

Dat er veel gaat veranderen, en veel meer dan de motor alleen, is duidelijk. Maar wat precies en met welke gevolgen, dat is nog onzeker.

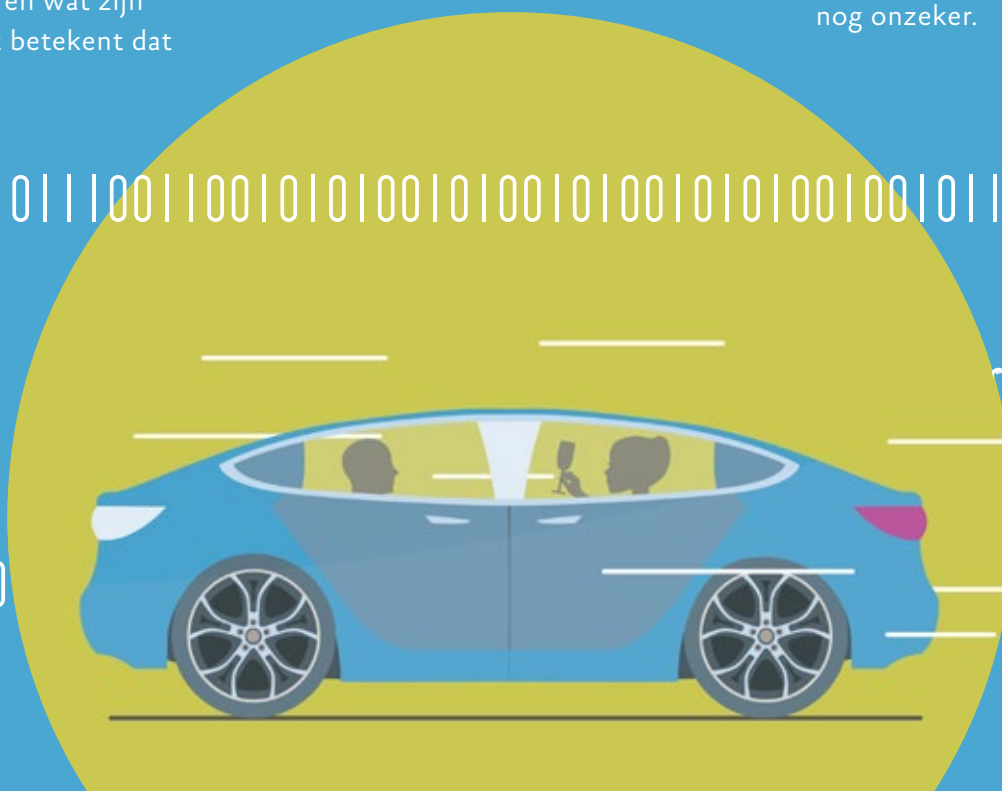




Foto
Zonnepanelen

Bron: Pixabay

Een uitdaging van duurzame energie is echter dat deze niet altijd in dezelfde constante hoeveelheden aanwezig is. De zon schijnt niet altijd, de wind waait niet altijd even hard. Bovendien is het gebruik van energie vaak op andere momenten dan de productie ervan. Het netwerk moet zich daarom nu aanpassen aan een divers en fluctuerend aanbod van hernieuwbare energie. In het nieuwe duurzaam energiesysteem zullen vraag en aanbod structureel uit de pas gaan lopen.

De automobiel kent zijn eigen revolutie. Duurzaam en schoon is de opdracht voor nieuwe en bestaande automakers. Steden maken zich zorgen om de luchtkwaliteit door alle uitstoot van benzine- en dieselmotoren. De afhankelijkheid van brandstofproducerende landen, de CO₂-uitstoot die gepaard gaat met verbrandingsmotoren en de bijdrage aan klimaatverandering, maken een alternatief noodzakelijk: elektrische auto's. En voor het eerst sinds het ontstaan van de auto, zijn elektrische auto's ook weer concurrerend door snel verbeterde prestaties, een steeds groter aanbod aan modellen en lagere prijzen. De opkomst van de elektrische auto lijkt onstuitbaar.

“

**De automobiel
kent zijn eigen
revolutie.**

”



Bussen, vrachtwagens, boten en vliegtuigen

Elektrificatie in mobiliteit gaat over meer dan alleen personenauto's. Sterker nog, in het openbaar vervoer is elektrisch vervoer al heel gewoon. Denk aan treinen, metro's, trams en trolleybussen. Driekwart van de reizigerskilometers in het openbaar vervoer wordt zo al elektrisch afgelegd. Inmiddels worden ook de bussen in het OV in hoog tempo vervangen door elektrische bussen waardoor uiterlijk in 2030 het gehele openbaar vervoer in Nederland uitstootvrij zal zijn.

De markt van elektrische trucks staat nog in de kinderschoenen en bestaat vooral uit ombouw- en testvoertuigen. Maar er zijn diverse modellen van verschillende fabrikanten in aantocht. Zodra er voldoende productiecapaciteit voor deze elektrische vrachtwagens is, gaat het snel! Naar verwachting zal de prijs per kilometer zoveel lager zijn dat het financieel niet meer rendabel is om op diesel te blijven rijden. Het zou zelfs goed kunnen dat de omslag nog sneller zal gaan dan bij elektrische personenauto's.

En de elektrificatie in mobiliteit gaat verder. De eerste elektrische binnenvaartschepen varen al en de eerste kleine elektrische vliegtuigen worden al gebruikt. In Noorwegen wil men vanaf 2040 zelfs alle binnenlandse vluchten elektrisch uitvoeren. Volledige elektrificatie van zeeschepen en grote burgerluchtvaarttoestellen voor intercontinentale vluchten lijkt nog ver weg, maar elektrische vierzitters vliegen nu al net zo snel en net zo ver als hun voorgangers.

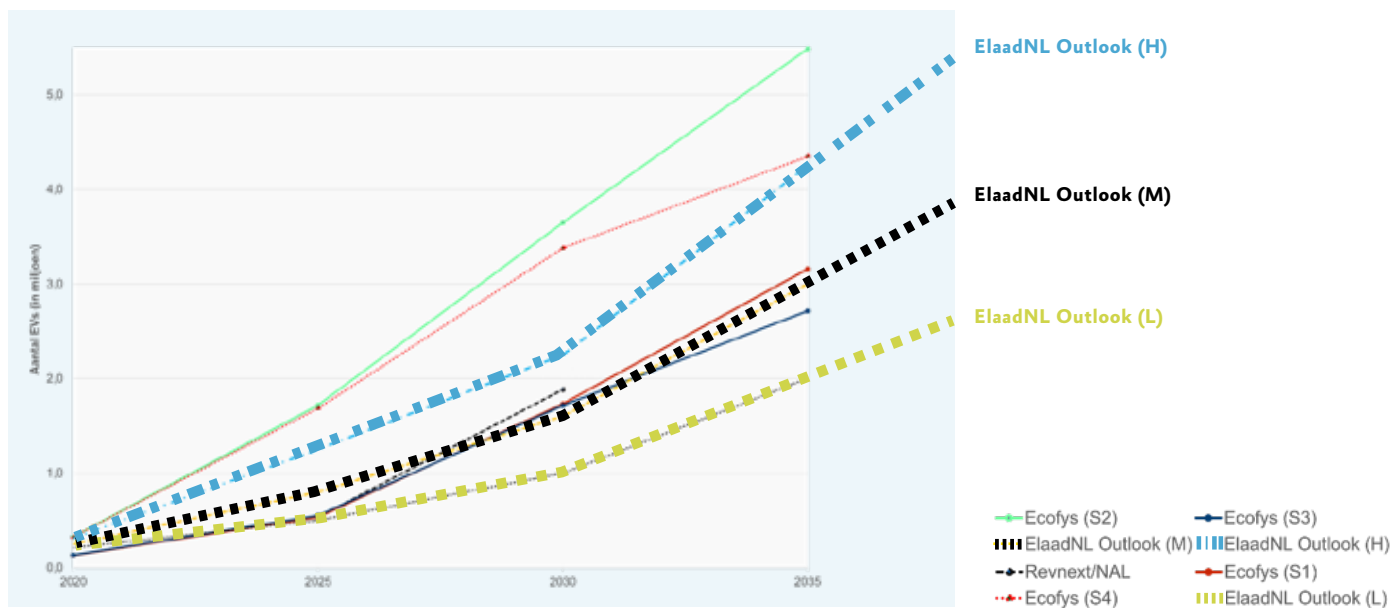
Binnen een decennium gaat dit naar verwachting voor vrijwel alle zakelijke vormen van mobiliteit gelden waar veel kilometers worden gemaakt. Elektrisch is niet alleen goed voor het milieu, het is de enige manier om in de nabije toekomst nog concurrerend te kunnen opereren.

Foto
Q-Buzz

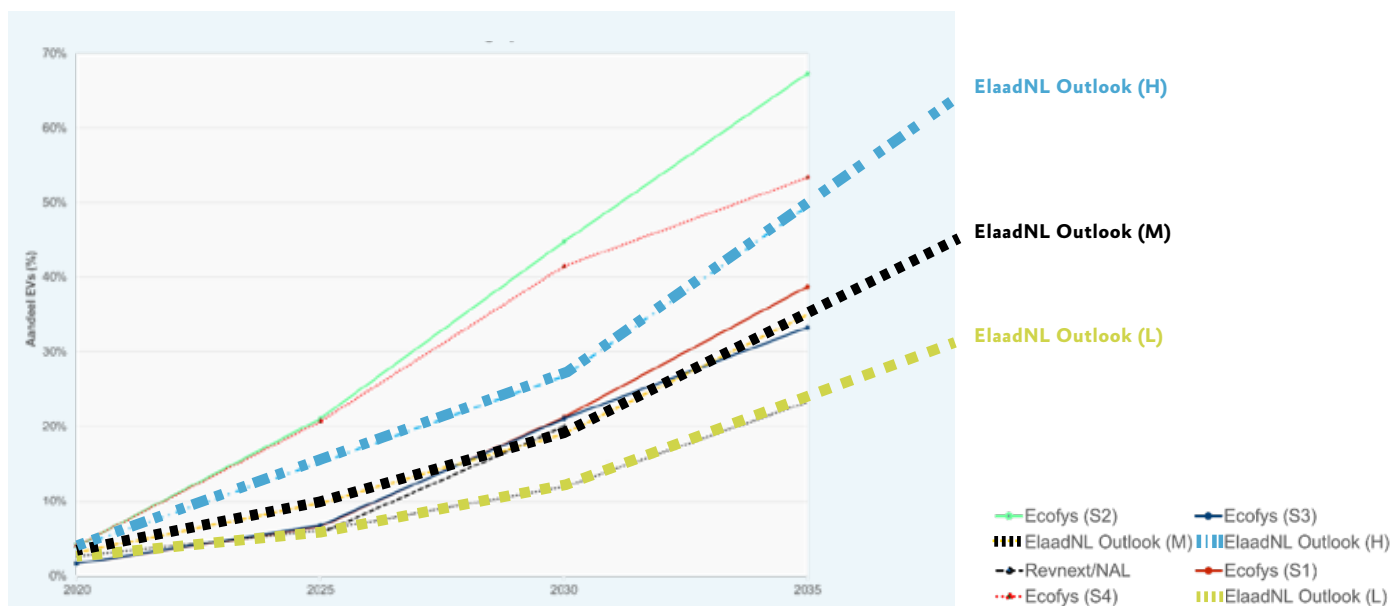
Bussen in het OV worden in hoog tempo vervangen door elektrische bussen.



Figuur 2a
Verwachte aantal elektrische auto's t/m 2035

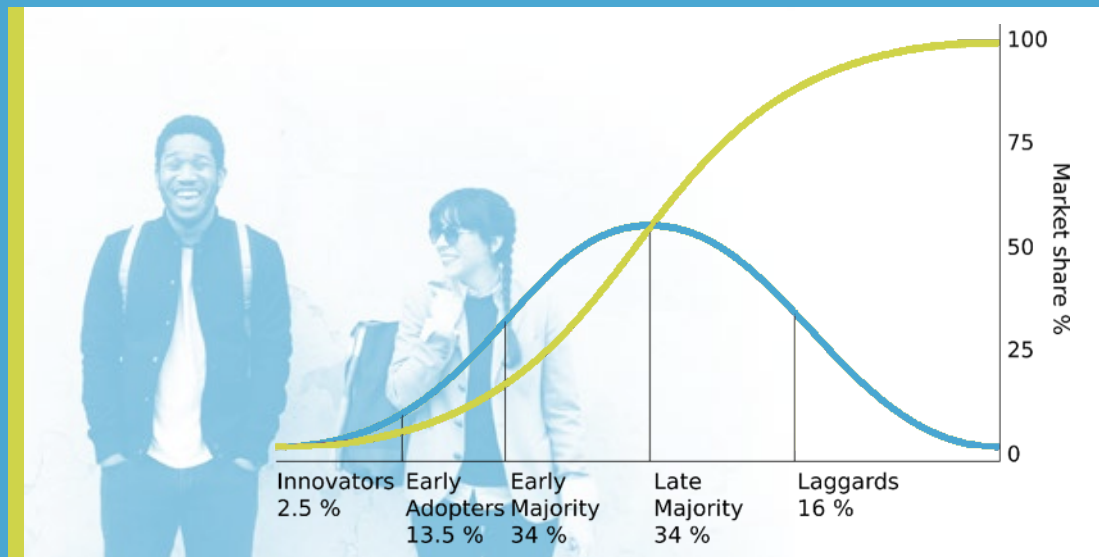


Figuur 2b
Verwachte aantal elektrische auto's als percentage van het totale wagenpark



Het beeld is duidelijk: meer elektrische auto's met steeds betere batterijen waarmee ook de actieradius toeneemt. En al deze auto's moeten op een betrouwbare en veilige manier worden geladen op het stroomnet.

We staan pas aan het begin



De komende jaren gaan we van enkele procenten elektrische auto's naar 100 procent van alle nieuwe personenauto's elektrisch (2030). En wat je vaker ziet bij de introductie van nieuwe apparaten gaat de acceptatie volgens een vast patroon. Het begint wat aarzelend met de echte pioniers (innovators), krijgt dan langzaam wat meer massa (early adopters) om daarna in versneld tempo de markt over te nemen (majority). En natuurlijk blijven er altijd wat mensen achter (laggards).

Figuur 3
Innovation adaption curve.

Bron: wikipedia

Innovators

Rond 2010 komen de eerste elektrische auto's op de markt zoals de Tesla Roadster, de Nissan Leaf, snel gevolgd door de Renault Zoe en de Tesla Model S. Zij worden vergezeld door grote aantallen plug-in hybrides. Auto's met een stekker en laadpalen gaan snel van een rariteit naar een herkenbaar (maar nog bescheiden) deel van het straatbeeld. Nederland is internationaal toonaangevend in de ontwikkeling van laadinfrastructuur. Zo kunnen elektrisch rijders met één laadpas alle laadpalen gebruiken. Dit is uniek in de wereld.

Early Adopters

De elektrische auto is de pioniersfase voorbij. Er is keuze uit veel meer modellen van verschillende autofabrikanten. De auto's worden steeds betaalbaarder en ook de actieradius stijgt. Het aantal laadpalen groeit door, zowel op straat als ook meer en meer thuis en op werk. Verder worden er in Europa meerdere netwerken van snelladers aangelegd, met steeds hogere laadsnelheden. In deze periode stapt het openbaar vervoer massaal over op elektrische bussen en gaan we ook elektrische trucks zien.

Mass market

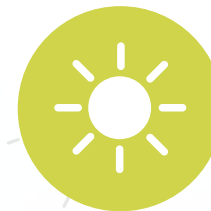
Elektrisch rijden is de standaard geworden en het straatbeeld wordt bepaald door elektrische auto's. Er zijn niet alleen veel nieuwe elektrische auto's, ook op de tweedehands markt doet de elektrische auto vol mee. Elektrisch rijden is schoner, stiller, goedkoper en aantrekkelijker dan rijden op brandstof. Het stroomnet is de backbone voor elektrisch laden in alle soorten en maten.

Conclusie

We zien dus flinke groei in de aantallen elektrische auto's en in duurzame stroom uit zonnepanelen en windmolens. De verwachting is dat deze groei alleen maar verder zal versnellen. We staan nog aan het begin van wat mogelijk is en moeten ons voorbereiden op de toekomst. In het volgende hoofdstuk gaan we in op de uitdagingen die dat oplevert. Hoe maken we de elektrische auto integraal onderdeel van een duurzaam energiesysteem?

We beschouwen het in dit document verder als een gegeven dat miljoenen auto's elektrisch worden en dat ons energiesysteem in de toekomst primair zal bestaan uit zon en wind.

De verwachting is dat deze groei alleen maar verder zal versnellen.



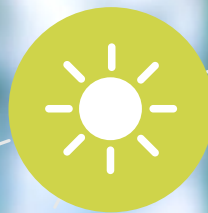


Foto
Alliander



HOOFDSTUK 2

DE UITDAGING

De winst van elektrisch rijden

Een elektrische auto gaat veel efficiënter met energie om dan een benzine- of dieselauto. De verbrandingsmotor in die laatste twee heeft namelijk maar een rendement van 25-35 procent. Dat betekent dat ruwweg 2/3 van de energie die in de brandstof zit verloren gaat aan warmte, via het koelsysteem en de uitlaat. Slechts 1/3 wordt nuttig ingezet om de auto voort te bewegen.

Een elektromotor is veel efficiënter en haalt een rendement van 90-95 procent. Het energieverlies in een elektrische auto komt voornamelijk doordat de wisselspanning (AC) uit het elektriciteitsnet moet worden omgezet in gelijkspanning (DC) die in de accu kan worden opgeslagen. Vervolgens wordt de energie nog een keer omgevormd van DC naar AC omdat de elektromotor in de auto met AC werkt.

**Qua elektriciteitsproductie heeft TNO in het onderzoek twee scenario's bekeken: volledig groene stroom versus een mix van grijze en groene stroom met een uitstoot van 447 g/kWh*

CO₂-uitstoot

Om een eerlijke vergelijking te maken in het energieverbruik en de CO₂-uitstoot tussen de conventionele en de elektrische auto moeten we kijken naar de gehele keten: van energiebron tot en met uitlaat (al heeft een elektrische auto die natuurlijk niet); dit noemen we 'well-to-wheel'. Daarnaast moeten we rekening houden met de energie die nodig is om een auto te produceren en, aan het einde van zijn levenscyclus, te recyclen. Dan kom je tot het volgende sommetje:

CO₂-emissie
in gram/kilometer



	Diesel/benzine	Volledig elektrische auto
Oliewinning, -raffinage en transport	27-30	0
Uitstoot verbrandingsmotor tijdens het rijden	140-170	0
Productie en transport elektriciteit (inclusief netverliezen)	0	9-105*
Fabricage en recycling voertuig	46	64
Totaal	213-246	73-169

Zelfs met voornamelijk grijze stroom die in kolen- en gascentrales wordt geproduceerd, stoot de elektrische auto per saldo dus minder CO₂ uit dan een benzine- of dieselauto. Als de elektrische auto's opladen met uitsluitend energie uit hernieuwbare bronnen is de milieuwinst maximaal.

Foto
Motor

Bron: Pixabay

Figuur 4
Energie- en milieuaspecten
van elektrische
Personenvoertuigen

Bron: TNO (2015)

Uitdaging

We zien en verwachten dus een enorme groei van elektrische auto's en van stroom uit zon en wind. De auto wordt integraal onderdeel van een duurzaam energiesysteem.

De uitdaging waar we nu voor staan is hoe we straks miljoenen elektrische auto's probleemloos en duurzaam op kunnen laden. Kunnen we wel voldoende stroom opwekken? Kan dat ook uit duurzame bronnen als zon en wind? Kunnen al die auto's tegelijk laden? En kunnen we die stroom op de juiste plekken krijgen? Deze vragen beantwoorden we in dit hoofdstuk.

Is er genoeg energie voor al die elektrische auto's?

In 2030 is er in sommige voorspellingen al een wagenpark van 1,9 miljoen elektrische personenvoertuigen. Dat is een kwart van alle auto's. Daar is per jaar zo'n 6 terawattuur (TWh) elektrische energie voor nodig (ofwel 6 miljard kilowattuur). Dat kun je eenvoudig uitrekenen als je het aantal gereden kilometers in kunt schatten op basis van het verleden en het aantal kilometers dat een elektrische auto kan rijden op 1 kilowattuur weet.

Daarnaast komen er elektrische bussen, vrachtwagens en zelfs schepen en vliegtuigjes. Als uiteindelijk -misschien wel in 2050? - alle mobiliteit elektrisch is, is daar zo'n 20 terawattuur elektriciteit voor nodig. Deze getallen roepen de vraag op of er in Nederland genoeg elektriciteit opgewekt kan worden voor al die elektrische auto's?

Elektriciteitsproductie gebeurt nu voornamelijk traditioneel in elektriciteitscentrales die met aardgas of kolen worden gestookt en kerncentrales. Sommige industrieën en tuinders produceren hun eigen elektriciteit met kleinere productie-eenheden of warmtekrachtcentrales. In Nederland hebben we ongeveer 31 gigawatt 'opgesteld vermogen'. Theoretisch kunnen we daarmee in 8.760 bedrijfsuren per jaar (365 dagen x 24 uur) ruim 270 terawattuur (TWh) elektriciteit produceren. Maar we hebben niet op elk moment die maximale capaciteit nodig – verre daarvan – en gebruiken nu ongeveer 120 TWh energie per jaar.

**De uitdaging
waar we nu voor
staan is hoe we
straks miljoenen
elektrische auto's
probleemloos
en duurzaam op
kunnen laden.**

Hoe werkt een EV?

Een elektrische auto heeft net als een brandstofauto een motor die de wielen aandrijft. Alleen haalt de motor van een EV zijn energie niet uit benzine of diesel, maar uit een batterij.

Een elektromotor gaat echter veel efficiënter om met energie. Ook heeft een elektromotor een groter koppel- en toerenbereik dan een verbrandingsmotor. Daarom is een versnellingsbak in een elektrische auto niet nodig.

Dit heeft veel voordelen: er is meer ruimte in de auto, en het scheelt gewicht en onderhoud. Een elektromotor bevat bovendien veel minder onderdelen dan een verbrandingsmotor en ook hoeft er geen olie gepeild of verversd te worden. Een elektrische auto heeft dan ook lagere onderhoudskosten.

Een andere belangrijke eigenschap van de elektromotor is dat deze ook kan fungeren als dynamo: als een auto afremt of uitrolt, bijvoorbeeld voor een rotonde, wordt de elektromotor gebruikt als dynamo die de batterij weer oplaadt.

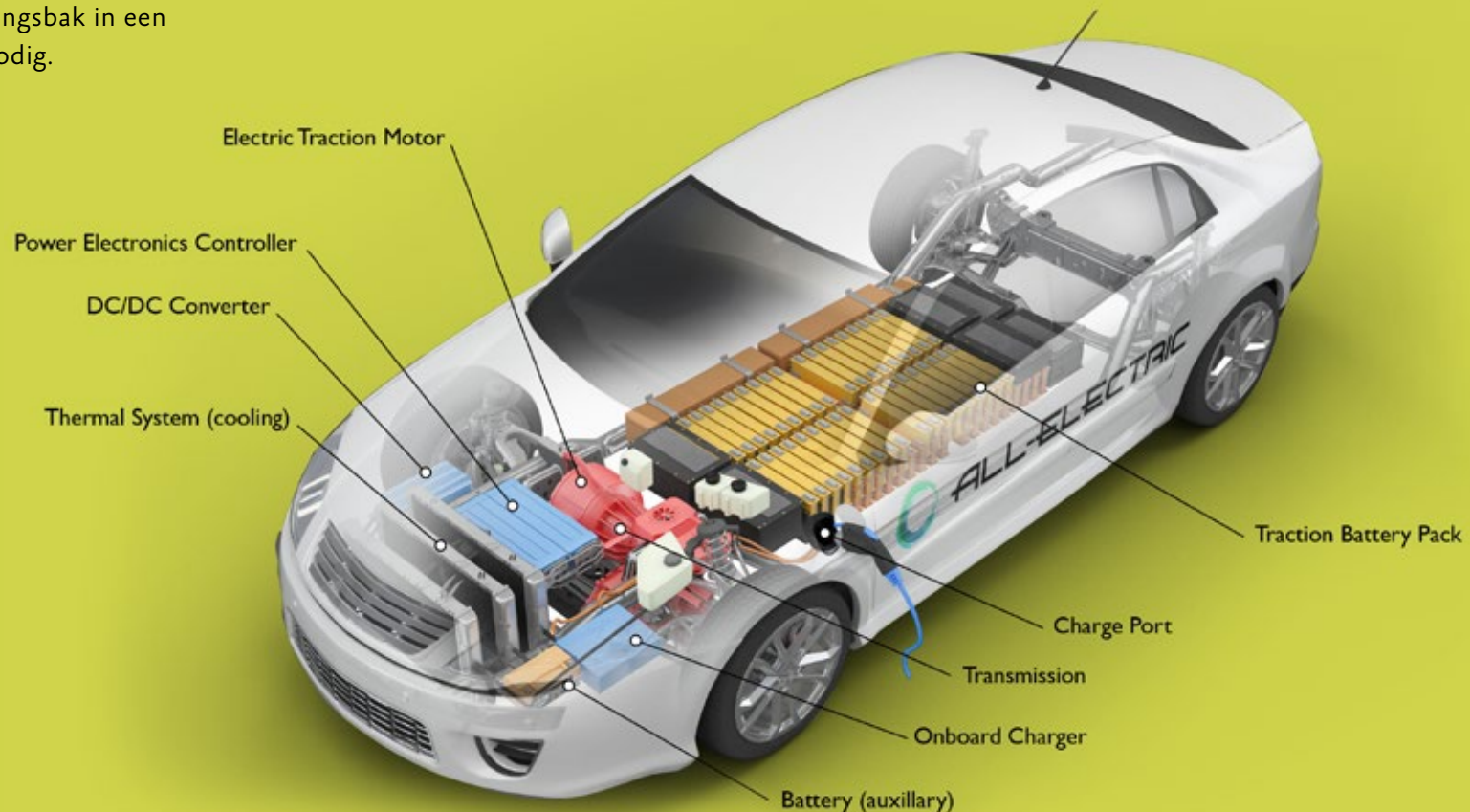


Foto
EV

Bron:
US Department of
Energy

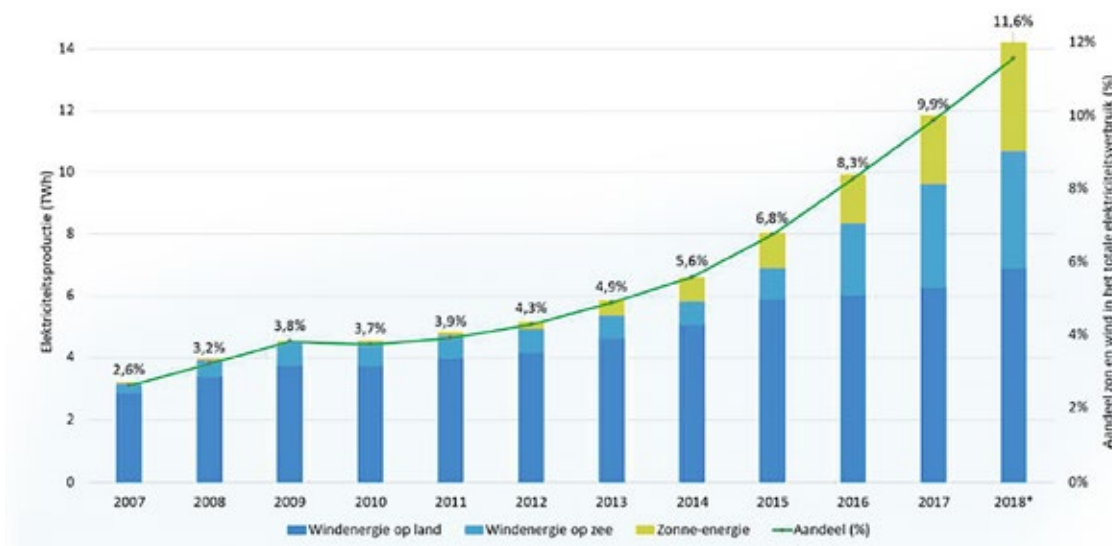
Als in 2050 al het elektrische vervoer samen 20 TWh gebruikt is daarvoor gemiddeld 2,3 gigawatt productievermogen nodig. Dat is slechts 6 procent van de nu al aanwezige productiecapaciteit. Dit is zeker haalbaar want er is nu ruim 50 procent capaciteit die alleen op piekmomenten wordt ingezet. Als je de 20 TWh die nodig is om alle mobiliteit elektrisch te maken afzet tegen het huidige 120 TWh totaal dan is dat een kleine 17 procent erbij. Maar niet van vandaag op morgen; het gaat om een groei in elektriciteitsverbruik in tientallen jaren. Dat moet dus wel lukken.

Kan het ook allemaal duurzaam opgewekt worden?

De wereld verandert snel. We gaan stoppen met het gebruik van aardgas en kolen in energiecentrales en gaan steeds meer elektriciteit produceren door middel van windturbines en zonnepanelen. Eind 2018 betrof dit al bijna 9 gigawatt opgesteld vermogen waarmee 14 TWh werd geproduceerd. Daarnaast is er nog het potentieel van biomassa en biogas, zijn er een paar kleine waterkrachtcentrales en produceren afvalverbrandingscentrales nog wat 'groene stroom'. In totaal werd in 2018 al 18 TWh energie uit hernieuwbare bronnen geproduceerd.

Figuur 5
Ontwikkeling zonne- en wind energie in Nederland

bron:
Cijfers CBS (t/m 2017)
EnTrance (cijfers 2018)



De elektrische auto op waterstof

Naast de batterij-elektrische auto bestaat er nog een ander type auto met een elektrische aandrijflijn: de brandstofcelauto. Met zo'n brandstofcelauto tank je waterstofgas onder hoge druk en die waterstof wordt in de brandstofcel gebruikt voor het opwekken van stroom waarmee de elektromotor wordt gevoed.

Vaak genoemde voordelen van de 'waterstofauto': je kunt de waterstof snel tanken en je kunt verder rijden op één tank. Maar vooralsnog is het marktaanbod van batterij-elektrische auto's veel groter, hebben de moderne versies een vergelijkbaar bereik en zijn ze veel goedkoper in allerlei opzichten.

Belangrijk nadeel van waterstofauto's is de lagere energie-efficiëntie van de brandstofcelauto. Waterstof is geen energiebron maar een energiedrager en moet dus eerst geproduceerd worden. Op dit moment wordt waterstof meestal met een industrieel proces uit aardgas gemaakt; dit is uiteraard niet duurzaam. 'Groene waterstof' kan geproduceerd worden door middel van elektrolyse,

echter hierbij gaat 20-35 procent van de energie verloren. Vervolgens wordt de waterstof door de brandstofcel in de auto weer omgezet in elektriciteit; ook hierbij is het rendement ongeveer 65 procent. Het energetisch ketenrendement van de waterstofauto is dus factor 3 slechter dan van een batterij-elektrische auto. Dit impliceert dat je voor waterstofauto's drie keer zoveel groene stroom nodig hebt als voor elektrische voertuigen met batterij.

Waterstof zal misschien een rol krijgen in mobiliteit. Maar voor personenauto's en goederenvervoer in de stad en steeds meer andere toepassingen verwachten we dat de batterij-elektrische mobiliteit dominant wordt.

Waterstof zal trouwens op een andere manier hoogstwaarschijnlijk een belangrijke rol spelen in de energietransitie. Het kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor hoge temperatuurverwarming in de industrie, voor (seizoens)opslag van grote hoeveelheden energie en als back-up energie.

Bron
WTT (LBST, IEA, World bank), TTW, T&E calculations

Cars: Battery electric most efficient by far

<https://www.transportenvironment.org/file/4477>



Foto
Brandstofcel

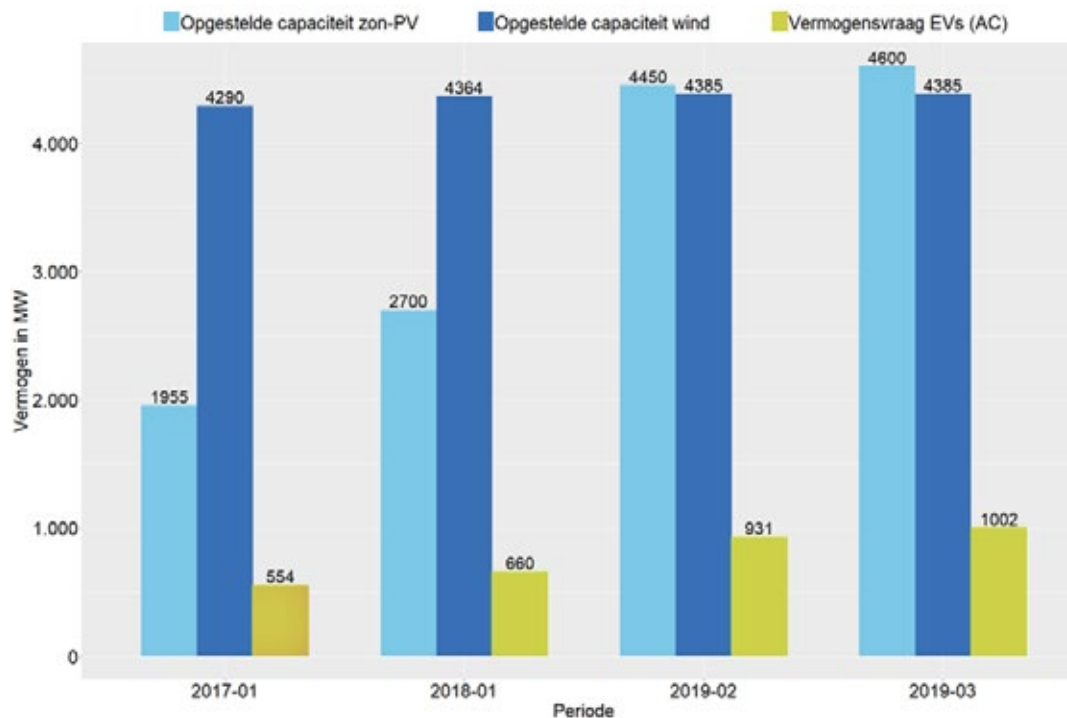
Bron: Rijden onder Spanning

De duurzame energieproductie groeit snel: in het Ontwerp Klimaatakkoord staat een streefcijfer van 84 TWh in 2030. Hierbij is 7 TWh 'kleinschalige zonprojecten' inbegrepen. En we gaan maximaal inzetten op wind op zee (vermogen 11,5 gigawatt, productie 49 TWh), wind op land en grote zonneparken.

Oftewel als we prioriteit geven aan elektrisch vervoer en de plannen komen een beetje uit, dan is er genoeg stroom uit zon en wind voor alle mobiliteit. En Nederland is nog niet eens een koploper op dit gebied.

Wel moeten we ons daarbij bewust zijn dat zon en wind niet zo regelbaar zijn als gas- en kolencentrales. De wind waait niet altijd en de zon schijnt niet altijd. Het balanceren van het energiesysteem verandert daarmee en kan niet meer voor 100 procent door productie af te stemmen op de vraag maar zal deels ook andersom

Een volgende stap in dit denkexperiment is de vraag of die auto's allemaal tegelijk op zouden kunnen laden. Dan zijn er twee dingen nodig: alle stroom moet op dat moment opgewekt kunnen worden en het stroomnet moet deze ook kunnen transporteren. Hier lopen we tegen grenzen aan.



Figuur 6
Opgestelde capaciteit opwek zon en wind en vermogensvraag elektrische auto's.



Soms te veel van het goede?

Omdat je de zon en de wind niet uit of aan kunt zetten, heb je veel meer capaciteit nodig om altijd voldoende stroom te hebben dan met traditionele energiecentrales. Want die kunnen een tandje bij schakelen als er meer vraag naar stroom is. Naarmate het aandeel zon en wind in de stroommix toeneemt, wordt de kans groter dat op bepaalde momenten de energieproductie zo groot is dat deze de energievraag overtreft. In Duitsland (en soms in Nederland ook al) komt het al af en toe voor dat er zo veel stroom is uit zon en wind en zo weinig vraag dat de stroomprijzen onder nul dalen. Je wordt dan betaald om stroom af te nemen. Een beetje de omgekeerde wereld. Dat gebeurt met name op zonnige zondagmiddagen met veel wind. De industrie heeft op dat moment weinig stroom nodig. Overschotten gaan nu nog vaak naar het buitenland. Naarmate buurlanden als Nederland ook meer duurzame stroom gaan opwekken wordt dat lastiger.

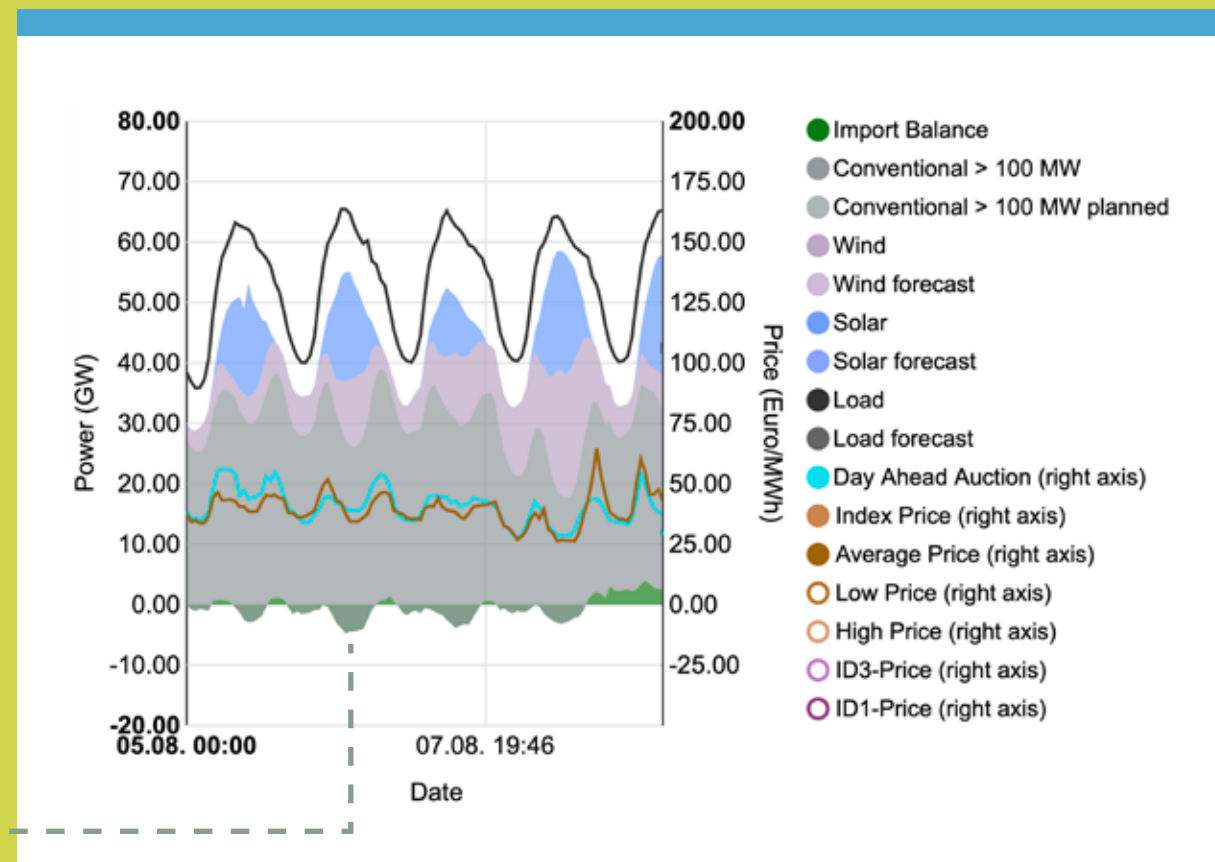
Dat kan leiden tot het tijdelijk afschakelen van zonnepanelen of windmolens. Dat heet curtailment en is natuurlijk eigenlijk zonde van de duurzame stroom die dan niet benut wordt. Gelukkig zijn er ook andere

oplossingen. Zo kunnen we de vraag naar stroom aanpassen aan het aanbod (demand response). Bijvoorbeeld door juist op die momenten elektrische auto's op te laden.

Figuur 7
Electricity production
and spot prices

bron:
https://www.energy-charts.de/power_de.htm

Electricity production in Germany in week 32 2019



Prijs onder €0,-

Kunnen we genoeg stroom opwekken om alle elektrische auto's op hetzelfde moment op te laden?

Belangrijk bij deze vraag is dat we ons realiseren dat stroom opgewekt moet worden op hetzelfde moment als deze wordt gevraagd. Een apparaat dat telkens een beetje stroom vraagt, heeft dus een hele andere impact op de noodzakelijke productiecapaciteit als een apparaat dat heel veel stroom in kortere tijd vraagt. Denk aan een waterkoker. Als in korte tijd veel stroom gevraagd wordt, moet die ook op dat moment opgewekt kunnen worden. Elektrische auto's kunnen relatief snel veel stroom laden. Als het dan ook nog eens om heel grote aantallen gaat – in dit scenario 8 miljoen – dan moet de productiecapaciteit dus ook aanzienlijk uitgebreid worden om aan de piekvraag te voldoen. Dat effect is veel groter dan de groei van de totale stroomvraag van zo'n 17 procent.

Foto
Tennet



De elektrische auto als pacemaker van het net

In Europa werkt het elektriciteitsnet met een frequentie van 50 Herz (Hz). Dit betekent dat de spanning een golfvorm heeft die 50 keer per seconde varieert tussen maximale positieve spanning en maximale negatieve spanning. Dit kan worden gezien als de 'hartslag' van het net. Deze frequentie wordt bepaald door de balans tussen elektriciteitsproductie en afname. Is er meer gebruik dan opwek, dan zal de frequentie dalen en is er meer opwek dan gebruik dan stijgt deze juist.

Het is belangrijk dat deze 50 Hz constant blijft omdat apparaten hiervoor gebouwd zijn. Zo bepaalt de frequentie van het net het toerental van een draaistroommotor. Wijkt deze te veel af, dan kan deze sneller of langzamer gaan draaien dan de bedoeling is. Ook digitale apparaten kunnen door frequentiewijzigingen van slag raken. Zo liepen begin 2018 digitale klokken ongeveer 6 minuten achter in Nederland en in nog 25 andere landen door een gebrek aan evenwicht tussen de energienetten in Servië en Kosovo. En als de balans te ver zoekraakt, kan dit zelfs leiden tot uitval van het gehele elektriciteitsnet.

De hoogspanningsnetbeheerder Tennet regelt voor Nederland dat de hartslag van ons stroomnet 50Hz blijft. Tennet gebruikt hiervoor verschillende energiemarkten en oefent directe controles uit. Het balanceren van vraag en aanbod was in het fossiele verleden een relatief eenvoudige taak. Indien er meer vraag naar energie was, gingen er wat gewoon meer kolen op het vuur.

Omdat we tegenwoordig meer duurzame energie beschikbaar hebben, in de vorm van wind- en zonne-energie, is de aanbodzijde meer afhankelijk geworden

van weersinvloeden en daardoor minder stuurbaar. Echter, aan de andere kant is de afnamezijde ook flexibeler geworden. Met name elektrisch vervoer biedt een uitstekende mogelijkheid om de elektriciteitsvraag aan te passen aan de hoeveelheid beschikbare elektriciteit. De laadsnelheid kan worden gevarieerd en met de nieuwste laadtechnieken kan er zelfs terug geladen worden naar het net. Zodoende zorgt de elektrische auto er voor dat de hartslag van ons net 50 Hz blijft. De elektrische auto als pacemaker voor het net!



Als 8 miljoen personenauto's elektrisch zijn en die gaan allemaal 's avonds om een uur of zes uur tegelijk laden (met een vermogen van 11 kW) dan is 88 gigawatt productievermogen extra nodig. Dat is vier keer zoveel productievermogen als er nu is: van 31 gigawatt opgesteld vermogen nu naar 119 gigawatt.

Dit is een **zeer onwaarschijnlijk** scenario. Het zou betekenen dat we héél veel extra windturbines en zonneparken moeten realiseren of dat we de oude gasgestookte elektriciteitscentrales nog een tijd nodig hebben, of zelfs uit moeten breiden, om die piekvraag op te kunnen vangen. Sowieso wordt het een erg dure oplossing. Het vergt grote investeringen (denk aan 90 miljard) voor energieproductiecapaciteit die maar een uurtje per dag gebruikt wordt.

Naast voldoende opwek van stroom tijdens de piekvraag zouden we in dit scenario de stroom ook nog eens op dat moment op de juiste plek moeten krijgen. De energie moet via het elektriciteitsnet van de productielocatie naar de afnamelocatie worden getransporteerd en op het juiste moment beschikbaar zijn.

Heeft het elektriciteitsnet voldoende capaciteit om al die stroom te transporteren die nodig is voor het laden van elektrische auto's?

Voor een antwoord op deze vraag moeten we goed kijken hoeveel laadvermogen op welke locatie op welk moment van de dag gevraagd wordt. Cruciaal hierbij is dus de vraag hoe die stroomvraag zich verdeelt.

Het elektriciteitsnet heeft veel reservecapaciteit. Gemiddeld is de netbelasting maar 20 tot 30 procent van de maximale capaciteit. Dit is een logisch gevolg van het feit dat het stroomnet ontworpen moest worden om de hoogste te verwachten elektriciteitsvraag aan te kunnen. Dit betekent dat alleen op piekmoment het stroomnet tijdelijk intensief wordt belast. Maar buiten deze momenten heeft het huidige stroomnet pakweg 70 procent aan capaciteit over, als je over een heel etmaal kijkt. Dat is ruim voldoende om al die elektrische auto's op te laden. We hebben eerder uitgerekend dat er ongeveer 17 procent extra stroom nodig is voor elektrisch vervoer (20 TWh extra stroom tegen het huidige 120 TWh totaal).

Foto
Kabels

Bron: Enexis



310.000 kilometer kabel!

Het Nederlandse elektriciteitsnet bestaat uit 310.000 kilometer kabel waarop 8 miljoen afnemers zijn aangesloten: consumenten en bedrijven. Er zijn verschillende spanningsniveaus: laagspanning (230/400 Volt), middenspanning (400-50.000 Volt) en hoogspanning (50.000-380.000 Volt).

Het hoogspanningsnet is eigendom van de landelijke netbeheerder Tennet en bestaat voornamelijk uit bovengrondse lijnen die in hoge masten hangen. Het hoogspanningsnet is redundant uitgevoerd om de storingsgevoeligheid te minimaliseren: voor ieder tracé zijn er twee groepen lijnen.

De middenspannings- en laagspanningsnetten zijn eigendom van zeven regionale netbeheerders waarvan Liander, Enexis en Stedin de grootste zijn. De kabels liggen onder de grond. In iedere woonwijk staat een klein gebouwtje met daarin een transformator die 10.000 Volt naar 400 Volt transformeert. De elektriciteitskabels in de straten zijn verbonden met een laagspanningsrek in het transformatorstation.

De modale woonhuisaansluiting heeft een capaciteit van 3x25 ampère ofwel 17 kilowatt of 1x35 ampère ofwel 8 kilowatt. Op sommige momenten hebben huishoudens een piekverbruik, bijvoorbeeld als de oven, de wasmachine, de stofzuiger en de waterkoker tegelijk aan staan. Maar dat gebeurt niet bij iedereen op hetzelfde moment: de gelijktijdigheid is laag. Daardoor ligt de gemiddelde huishoudelijke netbelasting, zelfs tijdens de piekperiode maar tussen de 1 en 1,5 kilowatt en rekenen netbeheerders bij de aanleg van nieuwe netten, veiligheidshalve, met een gemiddelde van 4 kilowatt (maar dus niet met de 17 kilowatt van de huisaansluiting). Er ontstaat pas een probleem als iedereen tegelijkertijd veel stroom gaat gebruiken.

Foto
Meterkast

Bron: Enexis

Maar als de stroomvraag als gevolg van het laden van elektrische auto's vooral in de piekuren plaats vindt, als er toch al veel stroomvraag is, en ook nog eens geconcentreerd op bepaalde locaties dan ontstaat wel een probleem voor het net.

Stel, je komt thuis van je werk ergens tussen vijf en zeven uur, parkeert de auto op straat of op de oprit en gaat laden. Die auto gaat dan afhankelijk van het type, urenlang 3,7 tot 11 (en in wat meer uitzonderlijke situaties zelfs 22) kilowatt vermogen afnemen. Dat is veel meer dan een gemiddeld huishouden zonder ladende elektrische auto. Een gemiddeld huishouden heeft een vermogensvraag van tussen de 1 en 1,5 kilowatt. Als jij de enige in de straat bent die dat doet is er nog niks aan de hand. Dan heeft het elektriciteitsnet daarvoor genoeg capaciteit.



Sommige modellen moderne elektrische auto's hebben een vermogensvraag van ruim tien keer een het piekvermogen van het gemiddelde huishouden. Let op! Het gaat hier dus om de vermogens waarmee stroom gevraagd wordt (gemeten in kilowatten en niet om de hoeveelheid energie die in totaal gevraagd wordt (gemeten in kilowatturen).

Maar als je trendsetter bent en de hele straat gaat elektrisch rijden en laadt ook op vergelijkbare tijden hun auto op, dan kan het net plaatselijk overbelast raken. Daardoor worden de ondergrondse kabels en de transformatoren warmer en zullen uiteindelijk kapot gaan. Dit soort overbelasting zal vooral kunnen ontstaan in het laagspanningsnet. Netbeheerders noemen dit 'lokale congestie'.

Sommige modellen moderne elektrische auto's hebben een vermogensvraag van ruim tien keer de piekvraag van een gemiddeld huishouden.



Massa's elektrische auto's, massa's laadpunten!

Vanaf 2030 worden alle nieuwe auto's die de Nederlandse wegen op komen emissieloos. Dit kan vertaald worden naar een wagenpark tussen 1 en 2,2 miljoen elektrische personenvoertuigen in 2030. En die auto's moeten allemaal opgeladen worden. Volgens een recente prognose van ElaadNL zullen er tussen 0,8 en 1,7 miljoen laadpunten nodig zijn: een combinatie van thuis, werk- en publieke laadpunten. Dit betekent een forse groei ten opzichte van de huidige aantallen. Deze ontwikkeling zorgt voor een stijging van de aanvragen voor aansluitingen op het stroomnet en verzwaringen van het stroomnet voor laadstations thuis op het werk en op straat. Volgens het middenscenario van ElaadNL moeten per jaar vanaf 2030 gemiddeld meer dan 23.000 nieuwe aansluitingen voor publieke laadpalen en laadpleinen op het net gerealiseerd worden.

Laden op straat

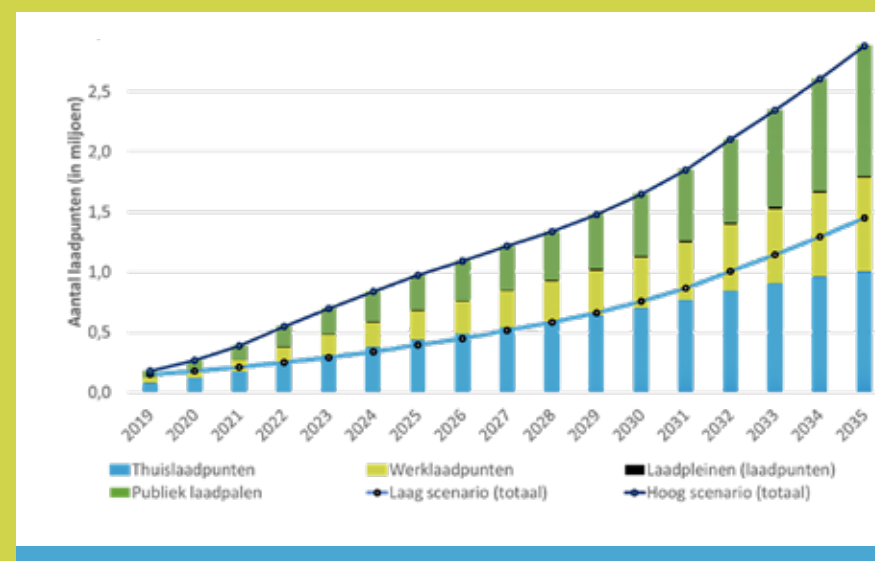
In Nederland hebben we bijna 8 miljoen huishoudens en ongeveer een derde hiervan heeft een eigen oprit waarop thuis kan worden geparkeerd en opgeladen. Dit betekent dat twee derde van alle huishoudens afhankelijk is van parkeren in de openbare ruimte en daarmee afhankelijk is van publieke laadinfrastructuur. Het aanleggen van deze laadinfrastructuur is een complexe aangelegenheid en vergt veel tijd. Een onderdeel daarvan is het aansluiten op het elektriciteitsnet.

De aanvraag voor het aansluiten van een nieuwe woning op het net is vaak een half jaar van te voren bekend. Bij een publieke laadpaal, die ook op het net moet worden aangesloten, ligt dat anders.

De netbeheerder moet uiterlijk binnen 18 weken een aansluiting realiseren. Voor publieke laadpalen ligt dit nu tussen de 10 en 18 weken. Maar de koper van een elektrisch voertuig wil het liefst na de levering van het voertuig direct laden.

Netbeheerders, gemeenten en chargepoint operators zullen alle zeilen bij moeten zetten om deze hoeveelheid werk binnen de gewenste termijnen te verzetten. Dit betekent, het vrijmaken en klaarstomen van vakkundig personeel, het maken van goede afspraken, een uitrolvisie en plaatsingsbeleid, een efficiënt proces en vooral tijdig plannen zodat iedereen op tijd kan starten met voorbereidingen en laadinfrastructuur op tijd kan worden opgeleverd.

Figuur 8
Verwachte groei van aantallen laadpunten in Nederland.





In essentie zijn er twee manieren om hiermee om te gaan: de netten 'verzwaren' oftewel dikkere kabels en transformatoren met meer capaciteit, of zorgen voor meer spreiding van de stroomvraag. Die eerste optie is soms onontkoombaar maar het is om een aantal redenen niet een heel aantrekkelijke optie. Zo kost het veel geld, ongeveer €40 miljard is wel eens berekend. Bovendien moeten alle straten in Nederland dan open en dit veroorzaakt veel overlast. Daarnaast is het de vraag of dit überhaupt haalbaar is: Nederland heeft een groot tekort aan technisch personeel.

Daarom willen de netbeheerders de netten alleen verzwaren op die plaatsen waar andere oplossingen onvoldoende hulp bieden.

Wel zullen de netbeheerders op veel plaatsen het middenspanningsnet moeten uitbreiden om windturbines en zonneweides aan te kunnen sluiten. Wellicht leiden ook snellaadstations tot noodzakelijke verzwaring. Denk bijvoorbeeld aan busremises waar 's nachts 60 (of wel 300) elektrische bussen opladen.

Laden in de toekomst. Nieuwe gewoontes!

Hoe we een elektrische auto laden verschilt wezenlijk van hoe we brandstof tanken. Het laden leidt tot ander gedrag en andere gewoontes. Hoewel een deel van de elektrische rijders gebruik maakt van de snelladers langs de snelweg, vergelijkbaar met tanken langs de snelweg, laadt het merendeel van de elektrische rijders op locatie van bestemming. Dit is veelal thuis, op eigen terrein of in de buurt op straat, maar kan ook op het werk zijn of tijdens een bezoek. Waar we gewend zijn om in een paar minuten een tank volledig te vullen, gebruik je met een elektrische auto juist de tijd dat de auto stilstaat om hem van nieuwe energie te voorzien. Aangezien auto's maar liefst 95 procent van de tijd stil staan, is er ruim voldoende tijd om te laden op het meest ideale moment.

Het laadgedrag dat we nu zien, biedt inzicht in de ontwikkeling in de toekomst. Echter, de gebruikers van nu zijn een

specifieke groep die veelal bestaat uit lease en zakelijke rijders. Deze groep is niet representatief voor de gebruikers van de toekomst. Een gemiddeld voertuig rijdt in Nederland ongeveer 13.000 km per jaar, waarbij voertuigen in particulier bezit een stuk minder kilometers (ongeveer 12.000-13.000 km) maken dan bedrijfsvoertuigen (23.000 km). Zeker de grote groep voertuigen die niet wordt gebruikt voor woon-werkverkeer zal naar verwachting een ander laadgedrag laten zien dan de huidige 'veelrijders'. Hoe het laadgedrag van gebruikers er in de toekomst exact uit zal gaan zien is sterk afhankelijk van variabelen zoals de laadprijs, de ontwikkeling van beschikbare laadinfrastructuur en vermogens, en de acceptatie of adoptie van slim laden.

Een paar (afgeronde) getallen ter illustratie:

- 8 miljoen personenauto's.
- Deze rijden gemiddeld 15.000 km/jaar.
- Het energieverbruik bedraagt 0,2 kWh/km dus 3.000 kWh/jr.
- De gemiddelde accucapaciteit is 50 kWh.
- Elke auto moet dus 60 keer per jaar worden opgeladen.
- Dat is 1,1 keer per week.
- We kunnen het opladen van al die auto's dus gemakkelijk uitspreiden over de 7 etmalen per week.



Hoewel verzekering dus soms nodig zal zijn, is die andere optie in het algemeen veel aantrekkelijker. Kijk of die extra stroomvraag van elektrische auto's beter gespreid kan worden. Met name het spreiden in de tijd biedt veel mogelijkheden. Je plukt wel gewoon in als je thuis komt, maar via de inzet van slimme technieken laadt je auto bijvoorbeeld pas midden in de nacht de benodigde uren. Dan is er weinig stroomvraag maar draaien de windmolens lekker door. De auto van je buurman wordt wel meteen geladen omdat hij die avond nog een lange rit moet maken. Zo kan dus iedereen in je straat tegelijk in pluggen maar verspreiden we de stroomvraag en voorkomen we overbelasting van het net. Oftewel, we gaan slim laden: Smart Charging!

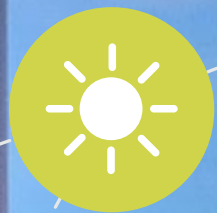
Conclusie

Genoeg stroom opwekken voor al die elektrische auto's moet lukken, en op een duurzame manier opwekken ook. Maar als we allemaal op hetzelfde moment op vol vermogen onze elektrische auto's willen laden, ontstaat er een enorme extra piekvraag die niet zomaar op te vangen is. We moeten dan extra centrales neerzetten en het net flink verzekeren, anders lukt dat niet. Maar als je per etmaal kijkt, dan kunnen eigenlijk heel makkelijk alle auto's opgeladen worden. Als we het dus slim doen en spreiden kunnen we gemakkelijk miljoenen elektrische auto's duurzaam opladen. Oftewel, Smart Charging is een noodzakelijke voorwaarde voor het massaal en duurzaam op kunnen laden van elektrische auto's.

**Smart
Charging is een
noodzakelijke
voorwaarde
voor het
massaal en
duurzaam op
kunnen laden
van elektrische
auto's.**







SMART CHARGING

HOOFDSTUK 3

Een dag in de toekomst...

Ergens in de nabije toekomst staat Eva op en maakt zich klaar voor een drukke werkdag. Ze rijdt elektrisch naar haar werk 30 kilometer verderop en plugt in op de parkeerplaats onder het kantoor. Via slimme technieken weet de auto dat ze geen afspraken buiten de deur heeft en dat er meer dan voldoende energie in de batterijen zit om thuis te komen. Andere auto's van collega's krijgen voorrang met laden. Die van Anna laadt pas op als er weinig andere stroomvraag is en de zonnepanelen op het dak zoveel stroom leveren dat er ruimte is om auto's mee op te laden. Als ze aan het eind van de dag naar huis rijdt, zit de accu weer zo goed als vol. Thuis gekomen plugt ze in net als een groot deel van haar burens die ook net thuis komen. Omdat ze die avond niet weg hoeft en er nog voldoende energie over is, levert haar auto de stroom voor haar huis tot ze gaat slapen. De auto gaat weer opladen in de nacht met stroom uit een windpark aan de rand van de stad. Volgeladen met duurzame stroom staat haar auto de volgende ochtend klaar voor een nieuwe dag!

08:00



14:00



20:00



02:00



Als we al die elektrische auto's probleemloos en duurzaam willen opladen, zullen we dat slim moeten doen met behulp van Smart Charging. Maar wat is dat nou eigenlijk? Hoe werkt het en wat komt er allemaal bij kijken? Die vragen beantwoorden we in dit hoofdstuk. Eerst kijken we naar de essentie van Smart Charging en daarna gebruiken we het vierlagenmodel om het slimme laden vanuit verschillende invalshoeken te bekijken.

De essentie

Smart Charging is in essentie een stuursignaal dat aangeeft wanneer en met welke snelheid een elektrische auto wordt opgeladen. Je plukt je auto dus wel gewoon in maar deze gaat niet altijd meteen maximaal laden. Slimme technieken zorgen ervoor dat deze op de optimale tijd en met de optimale snelheid wordt geladen.

Die optimalisatie kan bijvoorbeeld plaats vinden op beschikbaarheid van duurzame stroom uit zon en wind (laden als de zon schijnt of de wind waait), het vermijden van 'files' in het stroomgebruik (dus laden buiten de piekuren of op lagere laadsnelheid tijdens de piekuren) of op prijs (laden als de stroomprijzen het laagste zijn). Natuurlijk kun je er ook voor kiezen om als dat nodig of gewenst is wel meteen maximaal te gaan laden.

Bij Smart Charging wordt dus de vraag naar stroom van een elektrische auto aangepast. Maar wel zodanig dat er altijd voldoende geladen wordt om in de behoefte te voorzien.

Een verdergaande vorm van Smart Charging is de auto ook gebruiken voor de opslag van energie voor andere doeleinden dan het rijden van de auto zelf. Daarmee stuur je dus niet alleen wanneer er stroom gevraagd wordt door de auto maar ook wanneer deze stroom teruglevert. Deze techniek wordt meestal aangeduid met de term V2G (Vehicle to grid) of V2X (Vehicle to anything). Anderen spreken van bidirectioneel laden (laden en ontladen) of van powerrecycling. De stroom opgeslagen in de auto kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor je eigen huis, voor de buurt of voor het hele stroomnet.

“
Smart Charging
is in essentie een
stuursignaal dat
aangeeft wanneer
en met welke
snelheid een
elektrische auto
wordt opgeladen.
”

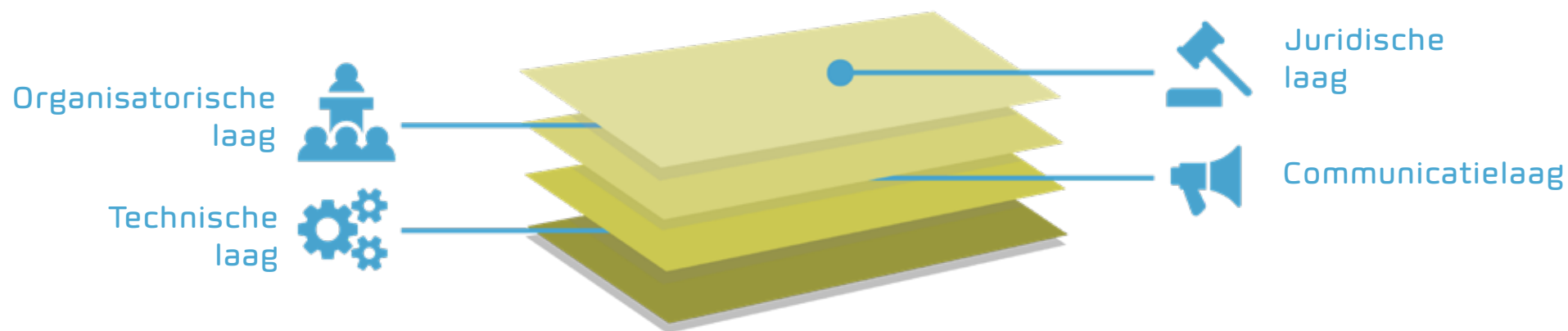


Overigens is het nog niet standaard dat de auto dit ook al kan. Een aantal Japanse auto's kunnen het maar alleen via een DC-paal. In deze paal moet de DC-stroom (gelijkspanning) van de auto dan omgezet worden in wisselspanning (AC) voor gebruik in de woning of het net. Tot voor kort was dat alleen mogelijk bij een snellaadpaal. Bidirectioneel laden en ontladen via een AC-paal (die worden gebruikt voor het standaard laden) is in ontwikkeling. In een proefproject in Utrecht worden Renault Zoë's ontwikkeld die terug kunnen laden op AC-palen.

Voor beide varianten van Smart Charging (alleen de vraag aanpassen of de auto ook inzetten als aanbieder van stroom) moet het nodige geregeld worden om dit ook goed te laten werken.

Vierlagenmodel

Wil Smart Charging goed werken, moet het natuurlijk technisch kunnen. De communicatie en ICT moet passen en veilig zijn. En regels en spelregels moeten het organisatorisch en juridisch mogelijk maken dat partijen vanuit verschillende rollen samenwerken.





Al deze elementen komen aan bod in het vierlagenmodel van Smart Charging:

1. **Technische laag**
2. **Communicatielaag**
3. **Organisatorische laag**
4. **Juridische laag**

De **eerste laag**, die van de techniek, gaat over de aanwezige componenten die Smart Charging technisch mogelijk moeten maken, de mogelijkheden en beperkingen die de techniek geeft en de data. Ergens in het Smart Charging ecosysteem moeten bijvoorbeeld onderdelen zitten die een stuursignaal geven en ontvangen. Als er nergens enige intelligentie in de hardware zit, kun je niet slim laden anders dan handmatig de stekker in en uit pluggen op de juiste momenten. Maar los van het feit dat niemand zijn auto midden in de nacht wil inpluggen om de stroom uit windmolens tegen lage prijzen te oogsten, valt het buiten onze definitie van Smart Charging. Oftewel er moeten in de apparaten (laadpaal, auto of via een andere route zoals een home energy management systeem) onderdelen zitten die slim zijn. Ook onder de technische laag vallen data: gegevens over stroomgebruik, de mate waarin de accu is opgeladen, et cetera. De techniek bepaalt ook de bandbreedte waarbinnen Smart Charging mogelijk is. De elektriciteit die van het net via de paal naar de batterij van de auto gaat kan nooit meer zijn dan maximaal wordt doorgegeven in elke schakel van de keten.

De **tweede laag** is de laag van communicatie tussen apparaten. Deze laag geeft invulling aan welke routes een slim laden stuursignaal kan volgen en welke talen (lees 'ICT-protocollen') hiervoor nodig zijn. De apparaten (laadpaal, auto of via een andere route) moeten niet alleen onderdelen hebben die kunnen communiceren met de buitenwereld. Die moeten ook met elkaar kunnen 'praten' in dezelfde taal zodat ze elkaar ook verstaan. En die communicatie moet veilig zijn. Dus cybersecurity is in deze laag ook van cruciaal belang.



Gelijk- en wisselstroom. AC/DC

Accu's van elektrische auto's en eigenlijk alle batterijen, werken op gelijkstroom (DC, Direct Current). Elektriciteit uit het stopcontact is wisselstroom (AC, Alternating Current). Bij het gewone laden zet een omvormer in de auto de wisselstroom om in gelijkstroom. Bij snelladers zit de omvormer in de laadpaal en krijgt de accu rechtstreeks vanuit de laadpaal gelijkstroom. De stekkers en kabels zijn bij snelladen ook anders dan die bij het gewone laden.

Bron
AC/DC: The Savage Tale of
the First Standards War
Tom McNichol, 2013

WAR OF THE CURRENTS

Uitvinder Thomas Edison moest om zijn gloeilampen te laten branden ook een heel systeem van opwek en transport van stroom opzetten. Hij deed dat met gelijkstroom (DC).

Maar er kwam al snel een concurrerend systeem: dat van de wisselstroom (AC). Een andere uitvinder, Nikola Tesla, speelde hierbij een cruciale rol. Er brandde een verwoede strijd los over welk systeem de standaard moest worden. Deze werd glansrijk gewonnen door het AC-kamp (die stroom gemakkelijker over grotere afstanden kon transporteren) met dien verstande dat DC altijd van belang bleef in toepassingen als batterijen. Alle moderne elektronica werkt ook op DC. Er gaan tegenwoordig zelfs geluiden op om het hele net DC te maken.

AC

DC

De **derde laag** gaat over hoe we het allemaal organiseren. Wie geeft er stuursignalen met welke profielen en strategieën? En hoe komen die samen? Welke spelregels kunnen we daarvoor maken?

Er zijn meerdere partijen die belang hebben bij Smart Charging: de automobilist, de autofabrikant, de laadpaalexploitant, de gemeente, de netbeheerder, de energieleverancier, een eventuele 'aggregator', enzovoort. Deze belangen kunnen soms gelijk op lopen maar kunnen ook tegenstrijdig zijn. We moeten dus op de een of andere wijze het systeem zo inrichten dat het daarmee om kan gaan. Daarnaast is een belangrijk aspect dat het regelsysteem van de partij die laadsturing daadwerkelijk controleert, intelligente combinaties maakt van de input van de verschillende partijen die belang hebben bij Smart Charging. Voor optimalisatie richting alle stakeholders is intelligente, geautomatiseerde besluitvorming in te zetten.

De **vierde laag** is de juridische laag van contracten, wetten en regels. Deze gaat over de contracten die partijen afsluiten en de wetten en regels waarbinnen ze mogen opereren. Smart Charging begint met een afspraak tussen degene die flexibiliteit kan leveren (bijvoorbeeld later of minder snel opladen van een elektrische auto) en degene die deze flexibiliteit nodig heeft. Deze afspraak kan een langlopende afspraak zijn in een jaarcontract of een afspraak per keer dat flexibiliteit wordt geboden. Ook van belang hierbij is wie welke rol mag spelen? Wat is aan de markt en wat aan publieke partijen? Mag een netbeheerder bijvoorbeeld betalen voor flexibiliteit of andere contracten aanbieden (met daarin flexibiliteit) en mag deze als overbelasting van het elektriciteitsnet dreigt ingrijpen? Op dit moment is er de experimenteerruimte die de wet biedt om ervaring op te doen met verschillende vormen van flexibiliteit, in bijzonder slim laden. Maar de structurele mogelijkheden zijn nog beperkt.

Met deze vier lagen kunnen we de verschillende aspecten van het Smart Charging ecosysteem beschrijven.



Er zijn meerdere partijen die belang hebben bij Smart Charging.

Derde generatie elektrische auto's komt eraan!

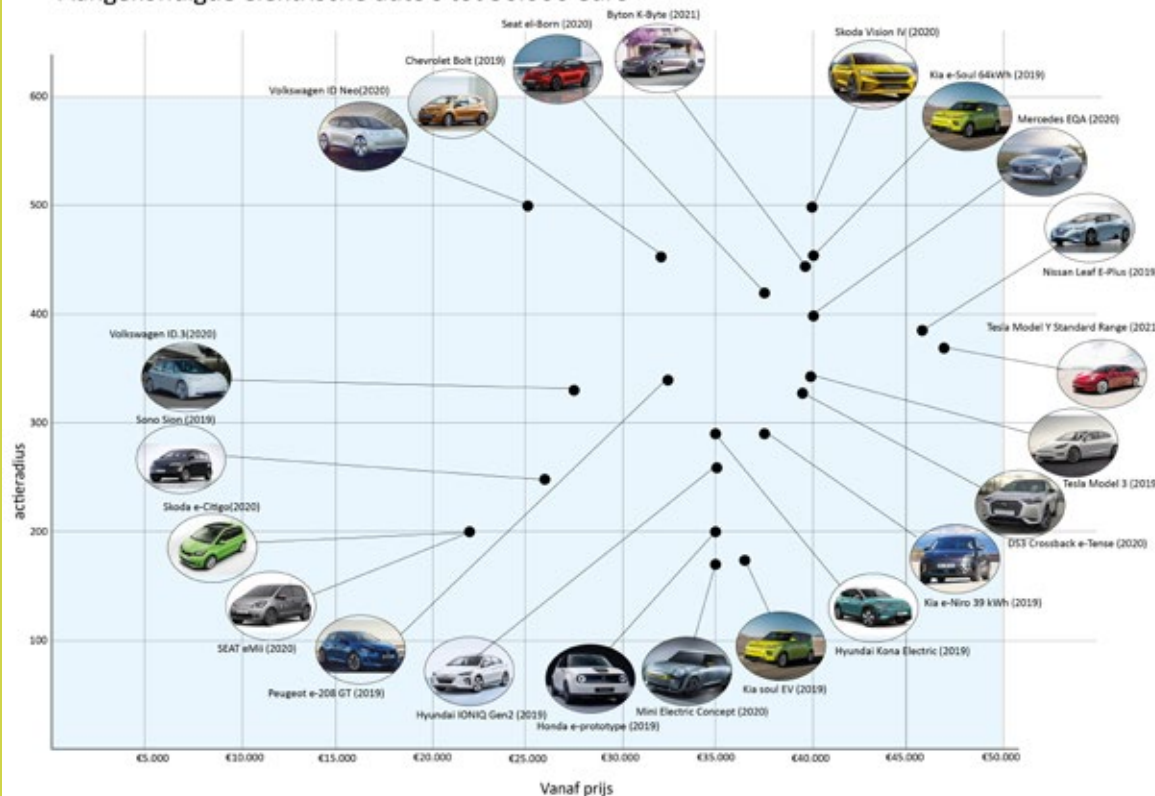
In snel tempo verdwijnen twee belangrijke barrières voor het kopen van elektrische auto's. Range anxiety (hoe ver kan ik nog rijden?) is bezig met een aftocht. Je kunt op steeds meer plekken steeds sneller laden en de accu's worden groter. En dat tegen dalende kosten voor de aanschaf, nog zo'n drempel die steeds lager wordt.

Ter illustratie. Acht jaar geleden werd de Nissan Leaf in Nederland geïntroduceerd met een accu van 24 kWh en iets meer dan 100 kilometer actieradius. Baanbrekend voor zijn tijd, maar niet voldoende om de massa te overtuigen. Inmiddels is de tweede generatie Nissan Leaf beschikbaar met een accu van 40 kWh en meer dan 200 kilometer range. Meer dan een verdubbeling van de range. Er is ondertussen een 'plusversie' met een accucapaciteit van 62 kWh. De elektrische auto van de toekomst kent steeds minder beperkingen. De verwachting is dat de derde generatie elektrische auto's, in 2025, een range hebben waar iedereen mee uit de voeten kan en dat ze bovendien indien nodig in 15 minuten weer opgeladen zijn. Deze

auto's zijn dan de standaard geworden en ook niet duurder dan hun equivalenten in benzine, terwijl ze in gebruik een stuk goedkoper zijn. Omdat autofabrikanten deze voertuigen dan als primaire modellen zien, is de productie volledig op gang en is er naar verwachting geen langere levertijd meer voor elektrische auto's.

Elektrische auto's zijn de beste optie geworden. De tweedehands markt trekt ook aan: tweede generatie elektrische auto's zijn als occasion ook betaalbaar voor starters of als tweede auto, naast de deelauto's die hier voornamelijk voor worden ingezet.

Aangekondigde elektrische auto's tot 50.000 euro



3.1 Technische laag

De technische laag wordt ook wel die van de componenten en data genoemd. Deze bepalen of Smart Charging mogelijk is en binnen welke bandbreedte. Daarbij zijn drie elementen cruciaal: de mogelijkheid een stuursignaal te kunnen geven, de beschikbare data en de maximale laadvermogens.

Waar zit de intelligentie?

Voor het cruciale **stuursignaal** heb je, zoals eerder aangegeven, intelligentie nodig ergens in het Smart Charging ecosysteem. Deze intelligentie wordt ingevuld door een Smart Charging Management systeem. Dit kan in de auto zitten, in de laadpaal, in een home energy management systeem of in het stroomnet. Het kan opereren als stand-alone en zelfstandig beslissingen nemen. Maar de intelligentie kan ook meer centraal zitten en zorgen voor aansturing via een communicatieverbinding van de lokale componenten. Centrale oplossingen hebben als voordeel dat zij informatie over locaties heen kunnen combineren.

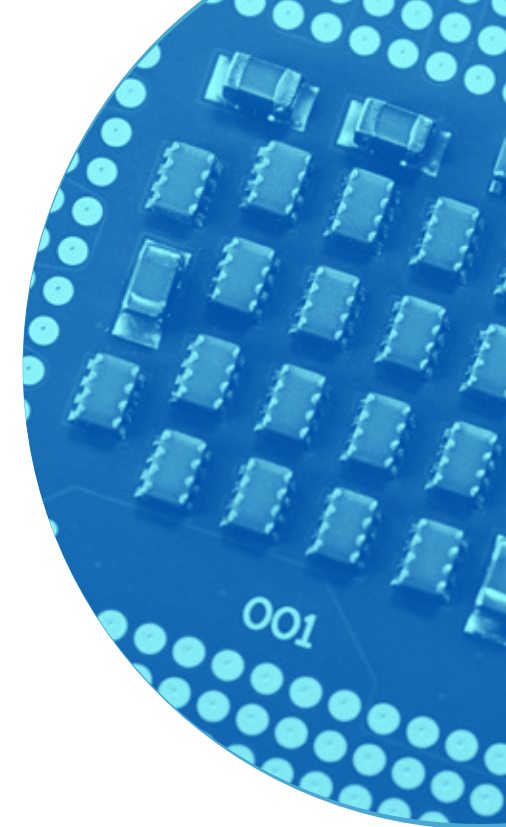
Intelligentie in Smart Charging ecosysteem

	Lokaal stand alone	Centraal in de 'cloud'
Auto	Battery management systeem	Connected car
Laadpaal	Controller	Back office systeem
Stroomnet	Slimme meter & lokaal slim stroomnet	Net management systeem netbeheerders
Aanverwante energiesystemen	Home energy management system & Building energy management system	Online energy management platforms

Met een of meer van deze oplossingen wordt Smart Charging mogelijk. Overigens is niet met alle routes al even veel ervaring. Het aansturen van slimme laadpalen (in de publieke ruimte) heeft tot nu toe de meeste onderzoeksgegevens opgeleverd.

Foto Printplaat

Bron: Pixabay



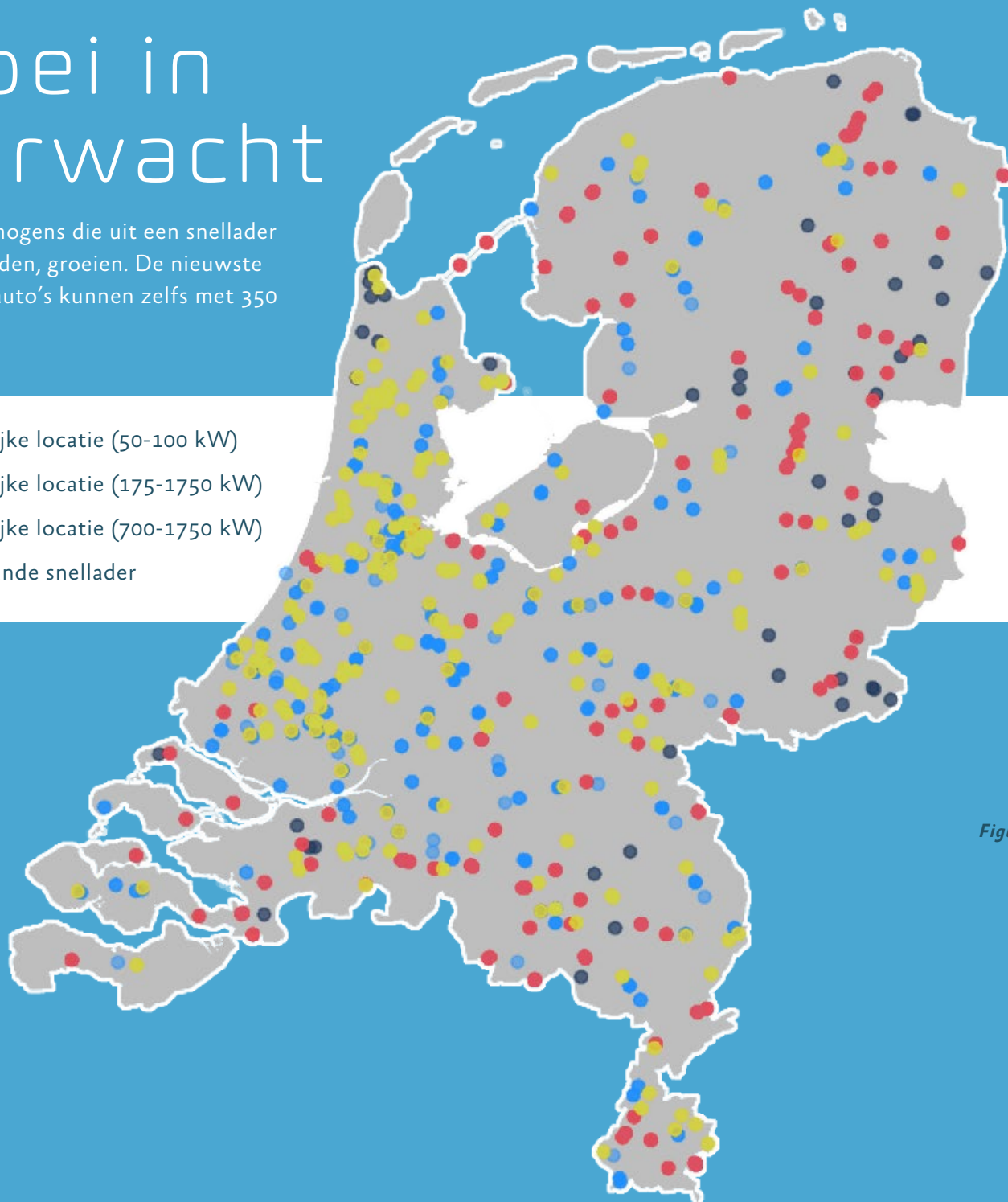
Ook grote groei in snelladers verwacht

Snellaadpunten en gewone laadpunten vullen elkaar aan. Snelladen is sneller, maar ook duurder en biedt niet het gemak van laden voor de deur. Voor een rit die langer is dan de accu van de auto biedt zijn ze onmisbaar. We verwachten naast een grote groei van gewone laadpunten de komende jaren ook een flinke groei van het aantal snellaadpunten voor elektrische auto's. Op dit moment zijn er in Nederland ongeveer 200 locaties waar e-rijders terecht kunnen bij 1.000 snellaadpunten. De verwachting is dat dit aantal tussen nu en 2025 minimaal meer dan verdubbelt en dat we zelfs rekening moeten houden met een verachtvoudiging van het aantal snelladers.

We zien een grote diversiteit op deze markt. Verschillende aanbieders zijn allemaal met verschillende drijfveren, ideeën en overwegingen deze markt opgegaan. De autobouwers zelf zoals Tesla, zelfstandige aanbieders zoals Fastned, maar ook 'klassieke' tankstations die elektrische auto's willen bedienen. Daarnaast is er een groep van ondernemers die snelladers 'erbij' doet, zoals wegrestaurants en supermarkten.

Ook de vermogens die uit een snellader gehaald worden, groeien. De nieuwste elektrische auto's kunnen zelfs met 350 kW laden.

- Kansrijke locatie (50-100 kW)
- Kansrijke locatie (175-1750 kW)
- Kansrijke locatie (700-1750 kW)
- Bestaande snellader

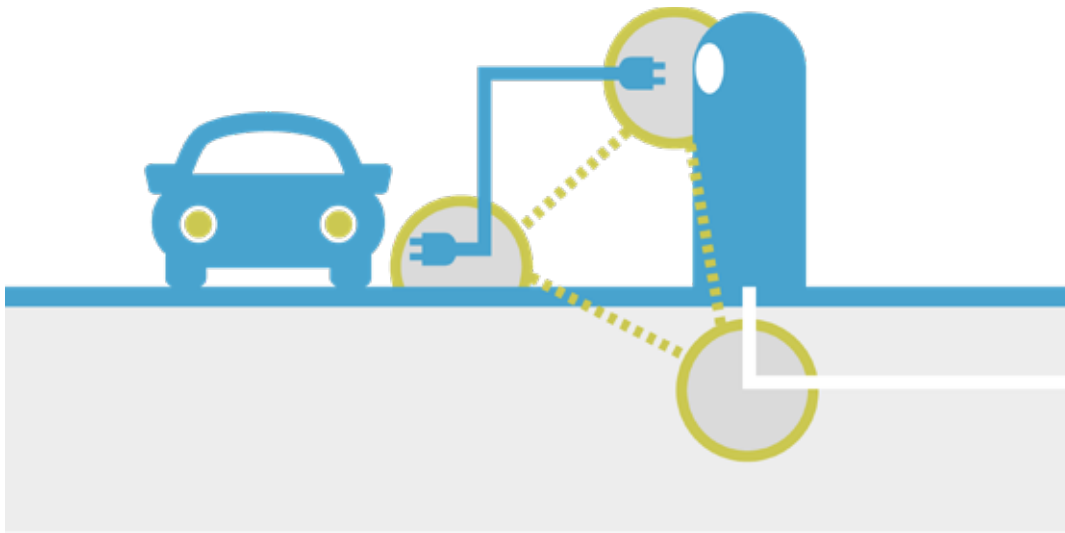


Figuur 9

Maar er lopen inmiddels ook enkele proefprojecten met slim laden in thuis- en kantooromgevingen. En ook andere opties als Connected Car (aansturen via de auto) en via de slimme meter worden onderzocht.

Hoe snel kun je laden?

Ook van groot belang voor de mogelijkheden van Smart Charging is de **maximaal beschikbare laadsnelheid**. Deze bepaalt de bandbreedte van het 'spelen' met laadvermogen. De laadsnelheid wordt uitgedrukt in kilowatt (kW) en is afhankelijk van een aantal factoren. De auto heeft een maximale laadsnelheid. Deze is niet bij alle modellen en merken even groot. Het laadpunt geeft ook het maximaal beschikbare vermogen door, afhankelijk van het soort paal en ook of er meerdere auto's aan het laden zijn of niet. En ten slotte is er een aansluiting van de laadpaal op het stroomnet met een maximale capaciteit. Er kan nooit sneller stroom geladen worden dan dat door elke component van de keten kan. De zwakste schakel bepaalt dus de maximale laadsnelheid. Dat kan de auto zijn die niet sneller kan laden, de laadpaal of de aansluiting op het elektriciteitsnet die niet meer vermogen toelaat.



De maximaal beschikbare laadsnelheid bepaalt de bandbreedte van het 'spelen' met laadvermogen.

Draadloos laden!

Parkeren en draadloos, stekkerloos laden, of zelfs opladen terwijl je rijdt op een speciale weg. Verschillende proeven met draadloze laadtechnieken verkennen de mogelijkheden van inductieladen.

De techniek achter draadloos laden werkt met magnetische spoelen: een in de grond en een onder het voertuig. Omvormers zorgen dat er een stroom met een hele hoge frequentie door de primaire spoel in de grond loopt, waardoor deze via de lucht (een gap van zo'n 15 centimeter is mogelijk) naar de secundaire spoel in de auto kan lopen. Deze secundaire spoel is vervolgens gekoppeld aan een omvormer in de auto, die het accupakket oplaadt. De efficiëntie is goed; boven de 90% is mogelijk. Toch is dit nog steeds lager dan laden via de kabel, waarbij rendementen van boven de 95% gehaald worden.

Autofabrikanten zetten nog vol in op laden met een stekker. Met grotere batterijen en daarmee een grotere actieradius is er minder noodzaak om na elke rit in te pluggen, en voor echt lange afstanden moet fast of superfast charging mogelijk zijn. Een gewone laadkabel is dan nog steeds de beste optie.

Toch kan het voor de dagelijkse laadsessie thuis fijn zijn om niet steeds in te hoeven pluggen. Bovendien is het in het kader van slim laden gewenst om auto's zo vaak en lang mogelijk aan het net gekoppeld te hebben. Laden zonder in te pluggen kan dit stimuleren.

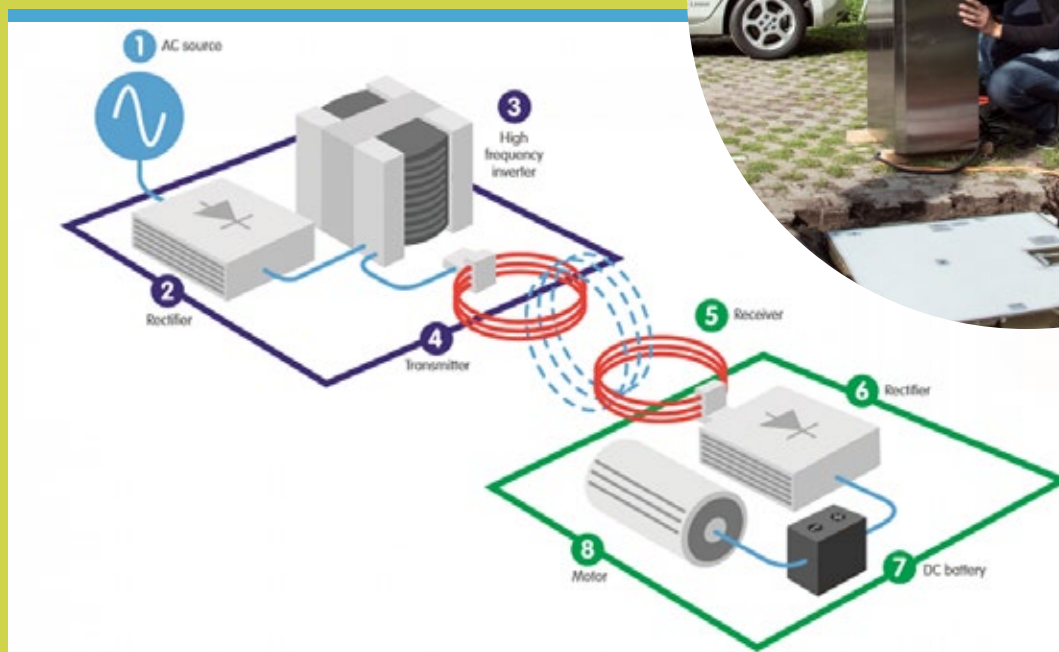
Ook zelfrijdende auto's moeten in de toekomst zelf kunnen laden, en draadloos laden lijkt daar een geschikte manier voor. Een ander belangrijk voordeel is dat draadloos laden minder impact heeft op het straatbeeld, omdat er geen laadpalen meer nodig zijn.

Er zijn momenteel vooral aftermarket oplossingen beschikbaar, dus

aanpassingen aan bestaande auto's. Alleen BMW biedt officieel een draadloos laadsysteem aan. Bij elektrische bussen is er meer mee geëxperimenteerd, met hogere vermogens. Stekkerladen met een zogenaamde pantograaf, lijkt hier echter het meest kansrijk.



Foto
Rotterdam test
draadloos laden



Figuur 10
Draadloos laden



Laadsnelheid aanpassen

Het ecosysteem van Smart Charging wordt nog wat complexer als we meenemen dat de snelheid die vanuit het elektriciteitsnet effectief beschikbaar is voor laadpalen, ook kan worden beïnvloed door andere stroomvragers en aanbieders. Als op de locatie veel apparaten tegelijk stroom vragen (auto's, warmtepompen, liften, bedrijven zoals datacenters) of juist produceren (zonnepanelen) kun je de laadsnelheid van elektrische auto's daarop aanpassen voor een goede balans met de andere onderdelen van dat lokale netwerk. Zo zijn er verschillende varianten van slim laden die rekening houden met de lokaal beschikbare hoeveelheid stroom en de mogelijkheden vanuit de behoefte van de gebruikers.

Op het moment dat er **meerdere auto's** tegelijk zijn aangesloten op een laadpaal of laadplein, wordt de stroom verdeeld en de maximale laadsnelheid waarmee de auto kan laden naar beneden bijgesteld. Deze simpele vorm van Smart Charging noemen we local load balancing. Maar dit is maar een voorbeeld, er zijn veel mogelijkheden.

Thuis kan bijvoorbeeld informatie uit de slimme meter gebruikt worden om de laadsnelheid van de auto's aan te passen aan het huisverbruik. De laadsnelheid wordt verder geoptimaliseerd naar het totaalverbruik van elektriciteit in en om huis. Auto's

Foto
Fastned snelladen

Bron: Fastned



laden minder of niet als er al een piekvraag is of leveren zelfs dan extra stroom (V2H Vehicle to Home). Zo is binnen de bestaande netaansluiting veel mogelijk.

Voor een **kantoorlocatie** kan op een vergelijkbare manier gekeken worden naar de invulling van Smart Charging. Voor een kantoor is de grootte van de bestaande aansluiting op het net bepaald op basis van het piekvermogen gedurende een jaar. Om het totaal energieverbruik van de locatie te optimaliseren en de grootte (en daarmee de kosten) voor de netaansluiting te minimaliseren kun je Smart Charging toepassen. Medewerkers met een elektrische auto zullen in veel gevallen een groot deel van de dag aanwezig zijn en het moment van laden is daardoor vaak minder belangrijk. Het energie management systeem van het kantoorpand kan het opladen optimaliseren. Op zonnige dagen worden de auto's bijvoorbeeld meer in de middag geladen (met de stroom uit zonnepanelen) en bij regenachtig weer worden al in de ochtend de eerste auto's geladen.

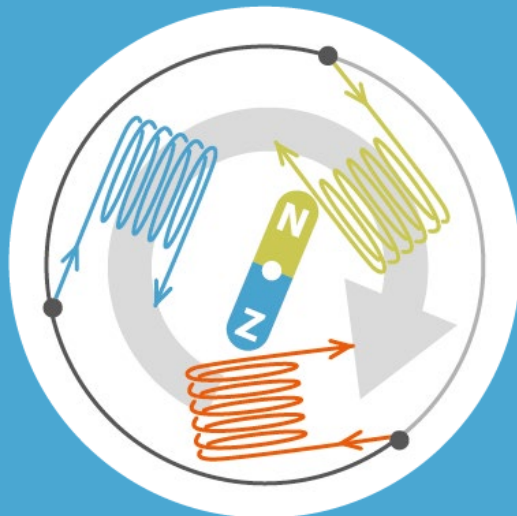
Voor snelladers is de situatie wat anders. Een locatie met alleen **snelladers** (onderweg) zal naar verwachting een zeer hoog piekverbruik kennen. Op het moment dat alle laadpunten bezet zijn, is de vraag naar elektriciteit maximaal. Echter op het moment dat er even geen auto's zijn, is het verbruik nihil. Oftewel het stroomverbruik kan enorm fluctueren. Afhankelijk van de drukte of doorloopsnelheid op de laadpalen, kan het voor een exploitant van een snellaadstation daarom interessant zijn om een grote accu bij een snellaadstation te plaatsen, deels gevoed door zonnepanelen. Deze accu kan ingezet worden voor het opvangen van de laadpieken als veel van de laadpunten bezet zijn. Op momenten dat het even rustiger is, kan de accu weer opgeladen worden. Deze oplossing is aantrekkelijk als de prijs voor het inzetten van een accu lager ligt dan de meerkosten van een grotere netaansluiting.



Maximale laadsnelheid: verschil tussen 1 fase en 3 fase laden

Bij het opwekken van elektriciteit wordt een magneet rondgedraaid tussen drie afzonderlijke magneetvelden. Deze zijn verbonden aan drie stroomdraden, ook wel fasen genoemd.

De meeste huishoudelijke apparaten hebben maar 1 stroomdraad (oftewel fase) nodig om te werken. Huishoudelijke apparaten die veel elektriciteit gebruiken zoals sommige elektrische kookplaten of ovens worden aangesloten op 2 of 3 stroomdraden (fasen). In de meterkast wordt iedere stroomdraad voor de veiligheid voorzien van een zekering ter bescherming tegen kortsluiting of overbelasting.



Elektrische auto's

Veel van de eerste generatie elektrische auto's gebruiken maar 1 stroomdraad (fase) om te laden. De maximale stroomsterkte is begrensd tot 16A en komt overeen met een laadsnelheid van 3,7kW ($16A \times 230V \times 1 \text{ fase}$). Dit geldt bijvoorbeeld voor nagenoeg alle plug-in hybride elektrische auto's.

Bij een beperkt aantal modellen heeft de autofabrikant gekozen voor een maximale stroomsterkte van 32A wat overeenkomt met een laadsnelheid van 7,4kW ($32A \times 230V \times 1 \text{ fase}$). Een deel heeft zelfs 3 fase laden.

Verwacht wordt dat het overgrote deel van de nieuwe automodellen uitgerust zal worden met een 3 fase lader met een stroomsterkte van (minimaal) 16A per fase. Dit komt dan overeen met een laadsnelheid van 11kW ($16A \times 230V \times 3 \text{ fasen}$). Uiteraard kunnen deze modellen ook laden als er maar 1 fase beschikbaar is, dit gaat dan alleen dus langzamer. Er geldt daarbij overigens wel een ondergrens van 6A. Als er minder dan 6A beschikbaar is, stopt de auto met laden.

Laadpunten

Laadpalen op straat zijn nagenoeg altijd voorzien van 3 fasen. Omdat een laadpaal niet weet wat voor auto wordt aangesloten, geeft een laadpaal altijd voor alle 3 de fasen een maximale stroomsterkte door. Op het moment dat een auto aangeeft aan dat hij maar op 1 fase kan/wil laden, wordt door de meeste van de huidige laadpalen gekozen om toch alle 3 fasen voor deze auto te reserveren. Op verzoek van de netbeheerder worden de stroomdraden bovendien meestal 'gedraaid' aangesloten over de 2 laadpunten, zodat als er twee 1-fase auto's laden er 2 verschillende stroomdraden (fasen) worden gebruikt. De reden hiervoor is om een zo gelijk mogelijke verdeling over de 3 fasen te behouden.

Voor thuisladers is er keuze uit 1 fase en 3 fasen laders. De keuze wordt meestal bepaald op basis van de elektrische auto. Thuisladers dienen altijd op separate groep(en) in de meterkast aangesloten te worden. In het geval van een 3 fase thuislader geldt dat ook de netaansluiting uit 3 fasen moet bestaan. Als dit niet het geval is, moet een netverzwaring worden uitgevoerd van 1-fase naar 3-fase.

Locatie bepaalt mogelijkheden

De **locatie** van een laadpaal bepaalt trouwens in belangrijke mate de mogelijkheden voor Smart Charging. Laad je thuis of op het werk, dan staat de auto daar vaak langere tijd aan de laadpaal. Ben je maar kort op bezoek dan is dat veel minder het geval. En wie onderweg moet laden wil dat zo kort mogelijk doen.

Aangeboden laadsnelheden vanuit laadpaal, per locatie

Thuis	Werk	Bezoek	Onderweg	aantal geladen km per uur	vermogen (kW)	AC/DC
Lang	royaal	kort		>7 en < 17	1,4 - 3,7	AC 1X6A/1X16A
> 8uur	parkeren	parkeren		>17 en < 55	7,4-11	AC 1x32A/3x16
				110	22	3x32A
				250	50	DC
			Stop & Go	750	150	DC
			< 1/2 uur	1750	350	DC

Dit zijn de typische laadsnelheden die vanuit een laadpaal worden aangeboden gekoppeld aan de locaties. In een thuissituatie zien we vaak een laadpunt in de vorm van een wallbox aan de woning of als een laadpaal op straat. De laadsnelheid start met een vermogen vergelijkbaar met een enkel stopcontact (1,4kW) en kan oplopen tot het vermogen van een heel huis (11kW). In de tabel is dit weergegeven met een groene kleur. Een deel van de laadpalen op straat kunnen nog sneller (22kW), dit is weergegeven met een blauwe kleur. Snelladers hebben nog hogere vermogens. Met de rode kleur wordt aangegeven dat deze laadsnelheid niet gebruikelijk is voor die locatie.

Dan komen de snelladers langs de snelwegen van pas. Een deel van de laadpalen wordt door meerdere groepen gebruikers benut. Denk aan een publieke laadpaal in de stad. Die kan bijvoorbeeld overdag door kantoorpersoneel gebruikt worden, in de middag of avond door bezoekers en in avond en nacht weer door bewoners. Soms zijn er heel specifieke gebruikersgroepen zoals taxi's, deelauto's of binnenstedelijke logistiek. Ook dat heeft invloed op de mogelijkheden voor Smart Charging. Voor die locaties waar de parkeerduur langer is dan de tijd die nodig is om de auto bij te laden, zoals gewenst door de berijder, ontstaan er theoretische mogelijkheden om slim te laden. De belangrijkste mogelijkheden zitten dus bij thuis laden en op kantoor of bij een ander bezoek waar de auto langere tijd geparkeerd staat (denk aan een pretpark).



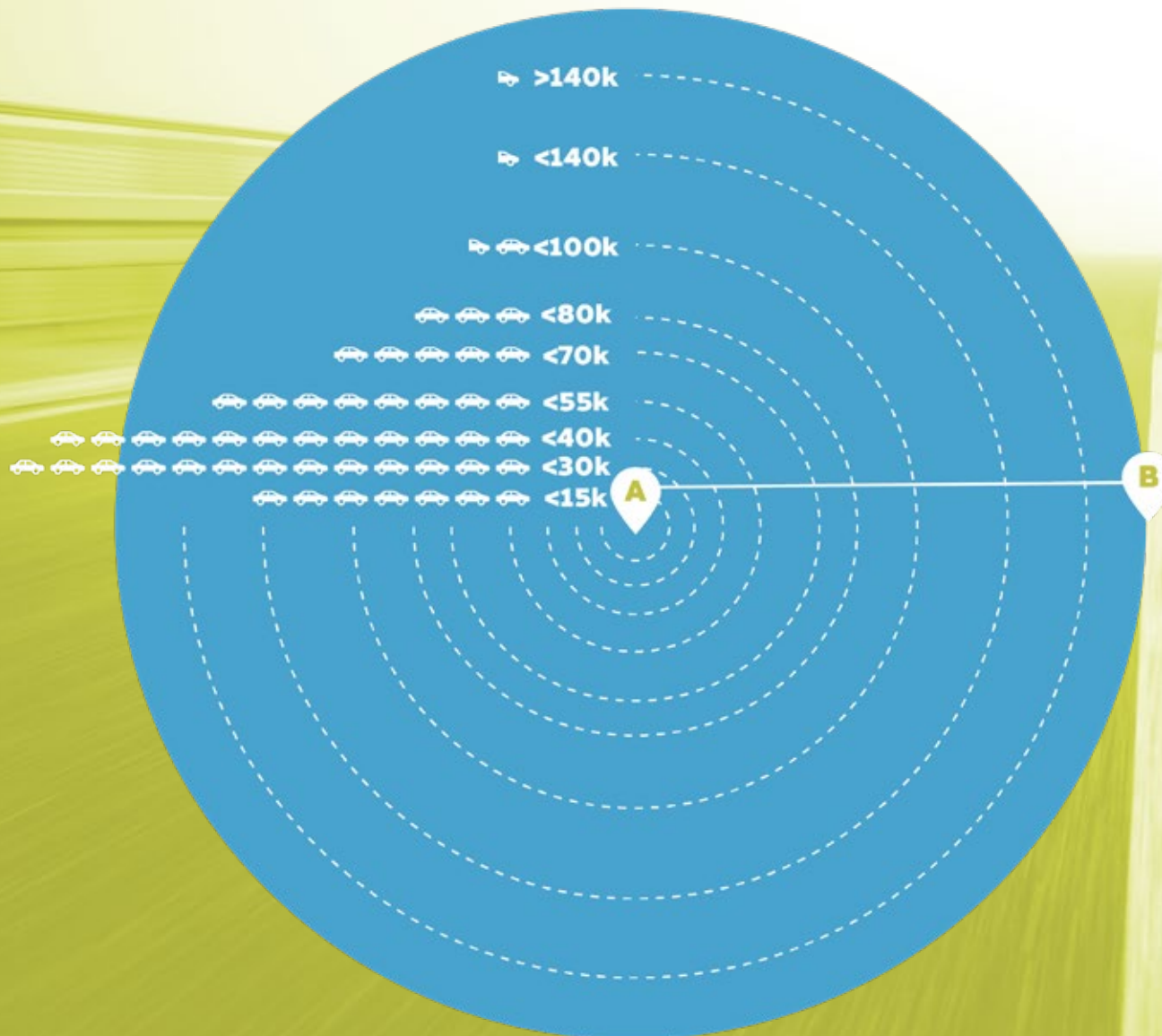
Data gebruiken voor maatwerk

Voor eenvoudige vormen van Smart Charging is het kunnen geven van een stuursignaal al voldoende. De laadpaal geeft bijvoorbeeld meer of minder stroom door op bepaalde tijden binnen de daarvoor beschikbare bandbreedte. Voor een meer optimale en meer complexe inzet van Smart Charging is ook de beschikbaarheid van data van groot belang. Hoe meer informatie beschikbaar is, hoe beter maatwerk geleverd kan worden. Je kunt dan rekening houden met zaken als hoe vol de accu van de auto al is, wanneer de berijder weer weg moet, of de zonnepanelen in de buurt veel stroom leveren en noem maar op. We hebben enkele voorbeelden van verschillende data op een rijtje gezet:

Berijder	Parkeertijd (vertrektijd – aankomsttijd) Hoeveelheid gewenste kWh (minimaal en optioneel) Voorkeuren prijs, energiemix (groen/grijs), et cetera Keuze mobility service provider
Auto	Ondersteunde laadsnelheden Batterij grootte (kWh) Hoe vol is de batterij? (state of charge)
Laadpaal (locatie)	Hoeveelheid laadpunten Ondersteunde laadsnelheden
Lokaal elektriciteitsnet	Gekozen maximale capaciteit aansluitcontract
Aanverwante lokale energie systeem	Aanwezigheid van zonnepanelen, statische batterij, woning, kantoor, et cetera. Verbruik of opwek van aanverwant energie systemen



Om even bij stil te staan...



We staan er vaak niet bij stil maar een auto rijdt gemiddeld maar zo'n 35 kilometer per dag. Sterker nog, er zijn er maar heel weinig die boven de 100 kilometer uitkomen. Het deel dat minder dan 15 kilometer rijdt is veel groter.

Foto
Wegdek

Bron: Pixabay

Spelen met tijd en vermogen

Wanneer er geen Smart Charging wordt toegepast, wordt aan het begin van de laadsessie bepaald wat de maximum laadsnelheid is door de zwakste van de drie onderdelen (auto, laadpaal of netaansluiting). Het zogenoemde laadprofiel is dan: zoveel mogelijk energie doorgeven totdat de auto vol is. Bij Smart Charging ga je als het ware spelen met tijd en vermogen. Er zijn veel profielen en strategieën denkbaar bij slim laden.

Laten we eerst kijken naar de stuurmogelijkheden voor een individuele laadsessie. We gaan daarbij uit van een standaard snelheid van 12 Ampere (per fase). Deze snelheid is gelijk aan de laadsnelheid bij een standaard publieke laadpaal met twee laadpunten waar twee auto's tegelijk laden. Vervolgens zijn er de volgende stuurmogelijkheden:

		Stroomsterkte per fase (A)	3 fase vermogen (kW)	Per uur geladen aantal km
NL	EN			
Standaard	Standard	12	8,3	40
Versneld laden	Accelerated	16 - 32	11 - 22	55 tot 110
Vertraagd laden	Delayed	>6 en <12	4,1 - 8,2	20 tot 40
Laden gepauzeerd	Paused	0	0	0
Terugleveren	V2G	>6 en <16	4,1 - 11	-20 tot -55

De stuurmogelijkheden voor een laadsessie zijn redelijk voor de hand liggend: het kan sneller, langzamer of even stopgezet worden. Deze drie vormen de essentie van Smart Charging. Wanneer ook bidirectioneel laden (V2G) beschikbaar is, wordt er nog een vierde optie aan toegevoegd, energie terugleveren. Vanuit een elektrotechnisch perspectief is terug leveren overigens exact hetzelfde als het laden,

De stuurmogelijkheden voor een laadsessie, zijn redelijk voor de hand liggend: het kan sneller, langzamer of even stopgezet worden.

Maatschappelijke kosten regulier vs slim laadsysteem

Naast betrouwbaarheid en duurzaamheid is betaalbaarheid een belangrijke kernwaarde wanneer het gaat om een toekomstig energiesysteem. Dus ook bij slim laden is het van belang om te kijken naar de maatschappelijke kosten en baten ervan. Daarbij is een referentiekader nodig om het slim laden mee te vergelijken. Doorgaans wordt het huidige laadgedrag van de EVs (regulier en gestuurd) als referentie gehanteerd.

In de afgelopen jaren zijn er in Nederland diverse studies uitgevoerd om meer zicht te krijgen op het kostenaspect

van slim laden. In de meeste gevallen wordt er gekeken naar de volgende batenposten: besparing door vermeden netinvesteringen (netverzwaring), besparing door elektriciteitsproductie en eventuele kostenvoordelen door het vermijden van curtailment. Bij de kostenposten wordt er gekeken naar additionele hardware en software kosten voor de slimme laadinfrastructuur. Daarnaast wordt er rekening gehouden met een mogelijke vergoeding aan de klant voor het gestuurd laden en ontladen (V2G) van zijn/haar voertuig.

Volgens een van de meest recente studies [Slim laden must have bij groei elektrisch vervoer, 2019, Enpuls, CE Delft e.a.], zou slim laden (gespreid laden om netcongestie te vermijden),

de piekbelasting met meer dan 2 GWp (20% van de verwachte piekbelasting) kunnen verlagen. Daarmee zou men met slim laden in totaal aan 1,4 miljard netinvesteringen kunnen voorkomen. Deze baten zouden factor 13 tot 14 hoger uitvallen t.o.v. de verwachte kostenposten. Voor een 'gemiddelde' e-rijder zelf zou slim laden een kostenvoordeel van ruim 100 euro per jaar opleveren.

Eerder studies schatten de baten van het slim laden minder hoog, maar desondanks blijkt het steeds dat slim laden kosten effectief is in vergelijking met regulier opladen van de EVs. Uit een ander rapport [Goedkopere stroom door slim laden van EV's, 2016. CE Delft] bleek dat bij introductie van 1 miljoen EVs in Nederland door het slim laden additionele piekbelasting tussen 0,9 – 1 GWp bij de LS-netten kan worden vermeden. Door het voorkomen van deze piekbelasting zou men een bedrag tussen 200 – 236 miljoen euro aan netinvesteringen kunnen besparen.

Bron [1]

Slim laden must have bij groei elektrisch vervoer, 2019.

Bron [2]

Goedkopere stroom door slim laden van EV's, 2016.

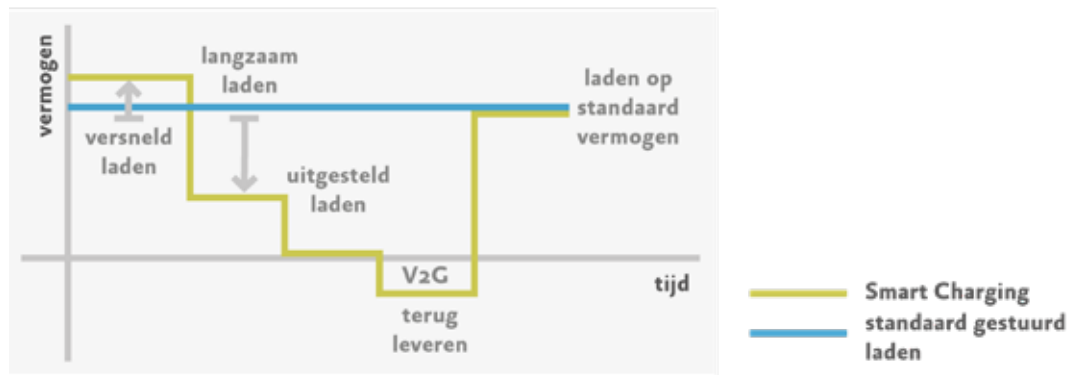
Foto

Munten

Bron: Pixabay

alleen in de omgekeerde richting. Omdat de richting tegengesteld is (energie gaat uit de accu) is het aantal geladen kilometers wel negatief.

Figuur 11
Voorbeeld van Smart Charging versus ongestuurd laden



De Smart Charging stuurmogelijkheden leiden tot een laadprofiel of laadstrategie. Dat kan er als volgt uitzien: de auto laadt in plaats van ongestuurd (blauwe rechte lijn) gedurende bepaalde tijd meer en andere tijden minder vermogen. Deze auto levert zelfs terug en gaat dan onder de nullijn. Zie bovenstaande grafiek waar het laadprofiel de laadsnelheid aangeeft (groene lijn) en de oppervlakte onder het laadprofiel de totaal hoeveelheid geladen energie (kWh).

Verschillende Smart Charging technieken

De stuurmogelijkheden van een individuele laadsessie worden niet at random ingezet. Hier zitten bewuste keuzes en strategieën achter. Het laadprofiel van een individuele sessie is vaak mede het resultaat van een optimalisatie over meerdere lopende laadsessies. Hierbij worden keuzes gemaakt die niet alleen gunstig zijn voor een individuele laadsessie maar ook voor een groep van laadsessies. Het optimaliseren van een groep van laadsessies, komt erg overeen met wat in de energiewereld bekend staat als demand-side management (DSM) of demand-side response (DSR).

Het inzetten van demand-side management heeft als doel om sterke pieken en dalen in een verbruikspatroon te verzachten en het energieprofiel gelijkmatiger te maken. Hoe dit bereikt kan worden, hangt in sterke mate af van het basisprofiel. Het



Cryptocurrency, blockchain en Smart Charging

Het voert te ver om hier de techniek ervan uit te leggen maar termen als cryptocurrency (met Bitcoin als bekendste voorbeeld), blockchain en misschien zelfs distributed ledger technology (DLT), zeggen de meeste mensen wel iets ondertussen. Er wordt volop mee geëxperimenteerd om te kijken waar deze veelbelovende technieken in de praktijk toegepast kunnen worden. Een van die toepassingen is in het Smart Charging ecosysteem.

In de huidige laadinfrastructuur betalen we met een laadpas en in de toekomst waarschijnlijk door middel van digitale handtekeningen (certificaten). In één

van de pilot projecten is een laadpaal gebouwd waar betaald kan worden door een auto met gebruik van Blockchain technologie. In de demo is gekozen voor IOTA, een distributed ledger technologie (DLT) die geen extra kosten met zich mee brengt per transactie en waar geen 'mining' aan te pas komt.

Als de auto verbonden wordt met de laadkabel aan de laadpaal, ontstaat er een verbinding tussen beide apparaten. De auto geeft vervolgens aan hoeveel energie hij wil laden. De laadpaal laat weten wat de kosten daar van zijn aan de auto en vervolgens zet de paal een transactie op het IOTA netwerk. De laadpaal wacht tot de transactie wordt goedgekeurd door het IOTA netwerk, hierdoor weet hij zeker dat hij het geld ontvangen heeft. Vervolgens kan de auto gaan laden.

Zo zouden alle transacties in een Smart Charging ecosysteem via IOTA kunnen lopen. Jouw zonnepanelen leveren bijvoorbeeld stroom aan de elektrische auto van de burens. Een netbeheerder kan eventueel een vergoeding geven om op bepaalde momenten van de dag juist meer

of minder energie af te nemen, en dit ook te belonen middels een kleine vergoeding via IOTA.

Deze transacties kunnen door iedereen gemaakt worden en zijn niet gebonden aan landsgrenzen. Omdat het IOTA netwerk alles opslaat, heb je ook een volledig logboek van de geleverde stroom en de betaalde vergoeding over en weer. Alles gaat automatisch.

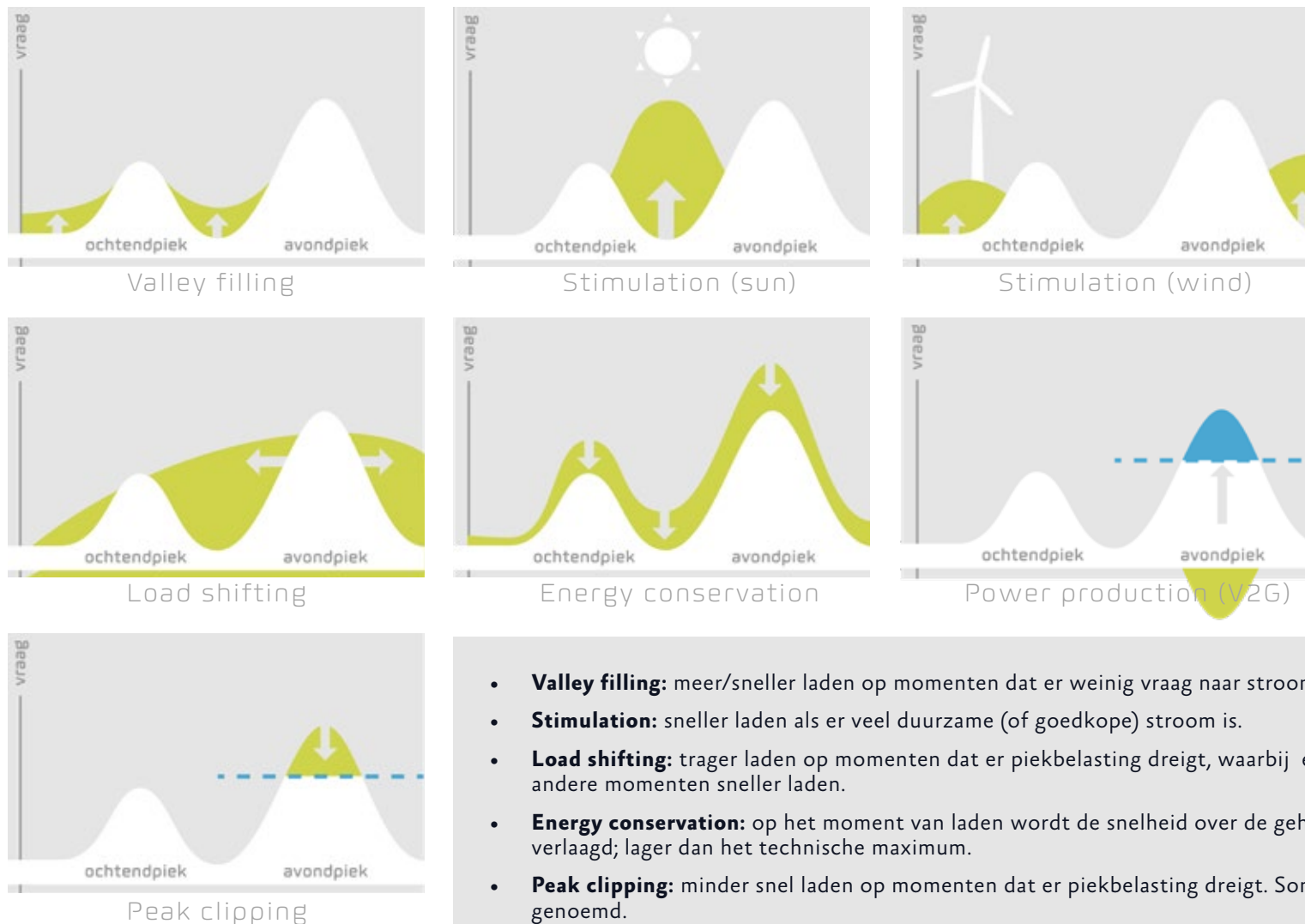


basisprofiel wordt daarbij vooral bepaald door de gebruiksfunctie. Het basisprofiel van een huis is bijvoorbeeld heel anders dan dat van een kantoor, een hotel, een winkel of een locatie met alleen maar snelladers.

Afhankelijk van het basisprofiel, kunnen verschillende andere Smart Charging technieken ingezet worden. Voor het optimaliseren van een groep van laadsessies, onderscheiden we de volgende mogelijkheden:

Figuur 12

Vereenvoudigde weergave van verschillende Smart Charging technieken



- **Valley filling:** meer/snelser laden op momenten dat er weinig vraag naar stroom is.
- **Stimulation:** sneller laden als er veel duurzame (of goedkope) stroom is.
- **Load shifting:** trager laden op momenten dat er piekbelasting dreigt, waarbij elektrische auto's op andere momenten sneller laden.
- **Energy conservation:** op het moment van laden wordt de snelheid over de gehele laadperiode verlaagd; lager dan het technische maximum.
- **Peak clipping:** minder snel laden op momenten dat er piekbelasting dreigt. Soms ook Peak Shaving genoemd.
- **Power production:** het terugleveren van energie vanuit de elektrische auto.

De Eindhovense proef met een flexmarkt

Als onderdeel van het Europese project Interflex wordt op Strijp S in Eindhoven een energiemarkt van de toekomst onderzocht door een lokale markt voor flexibiliteit te creëren. Wanneer de netbeheerder flexibiliteit nodig heeft omdat er (in de proef) overbelasting van het net dreigt kan deze op een markt inkopen. De flexibiliteit kan komen van een buurtbatterij of van het slim laden

van elektrische auto's. Onderzocht wordt hoe zo'n markt zou kunnen werken, wat erbij komt kijken en hoe effectief deze kan zijn.

Het doel is het gehele lokale energiesysteem effectief te kunnen monitoren en aansturen. Hiervoor worden communicatieprotocollen doorontwikkeld.

In het project Interflex wordt flexibiliteit geveild.

Foto
Interflex

Bron: Interflex



In deze visualisaties van de laadstrategieën is er voor gekozen om geen rekening te houden met lokale productiemogelijkheden van elektriciteit, zoals bijvoorbeeld door zonnepanelen, een vaste batterij of een elektrische auto met teruglever functie. De aanwezigheid van lokale productie heeft een aantal gevolgen en creëert weer aanvullende mogelijkheden. In geval van zonnepanelen zal als eerste het basisprofiel van de locatie wijzigen, immers zonopwek kan niet gestuurd worden. In geval er geen energieverbruik is zal er elektriciteit worden geproduceerd. De maximale productie wordt weer begrensd door de grootte van de netaansluiting. Is de netaansluiting kleiner dan de maximum opwekpiek, dan moet de piek gereduceerd worden, wat ook wel bekend is als curtailment. Het alternatief voor het beperken van de opwek is om het lokale verbruik te stimuleren, dit kan door het laden van elektrische auto's of het opladen van een vaste batterij. Er kan ook gekozen worden voor de strategie om de batterijen op te laden als er voldoende vrije netcapaciteit is en deze weer terug te leveren op moment dat er veel vraag is. Hierdoor wordt een piek als het ware voorkomen.

Een stap verder: de auto die ook stroom levert

Wanneer je het terugleveren van stroom toevoegt, wordt het natuurlijk een stuk complexer maar ook interessanter. Ook hier kan de snelheid en tijd variëren en aangepast worden aan diverse strategieën. Zo kan de elektrische auto het net ondersteunen als er veel stroomvraag is of optimaal lokaal opgewekte stroom uit zonnepanelen gebruiken door deze op te slaan en in de avond aan het huis te leveren. De auto kan zelfs een stroomhandelaar worden door stroom te vragen op tijden met lage prijzen en deze terug te leveren op tijden met hoge prijzen. Oftewel, door de elektrische auto als buffer te gebruiken kunnen alle Smart Charging strategieën nog effectiever worden uitgevoerd.

Conclusie

De technische laag beschrijft dus of er slim geladen kan worden, welke routes hiervoor mogelijk zijn, hoe met data maatwerk geleverd kan worden en binnen welke bandbreedte gestuurd kan worden. En deze biedt een eerste verkenning van laadprofielen en strategieën die gebruikt kunnen worden bij Smart Charging.





3.2 Communicatielaag

Bij Smart Charging is het cruciaal dat diverse apparaten met elkaar kunnen communiceren. In de communicatielaag kijken we naar de verschillende routes die daarvoor gebruikt kunnen worden maar ook naar de taal waarmee de apparaten met elkaar 'praten' en naar hoe die communicatie veilig kan verlopen.



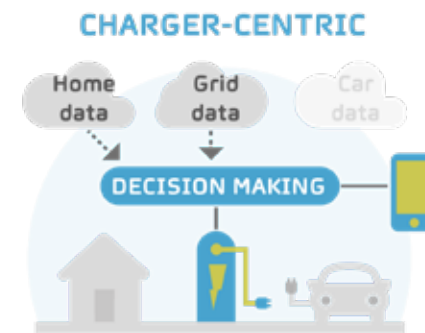
Verschillende routes

Er zijn meerdere routes mogelijk maar het daadwerkelijk activeren van een Smart Charging stuursignaal moet altijd doorgegeven worden aan de auto of de laadpaal.

We onderscheiden op dit moment drie mogelijke hoofdroutes om Smart Charging te activeren:

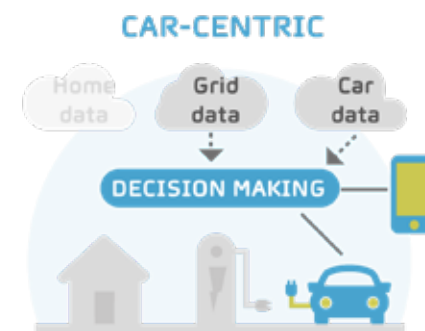
1. Smart Charging via de laadinfrastructuur (Charger-centric)

Hierin geeft bijvoorbeeld de netbeheerder een signaal dat via het backofficesysteem naar de slimme laadpaal gaat die op zijn beurt de auto meer of minder laat laden. Veel proeven die we in Nederland doen met Smart Charging op publieke laadpalen verlopen via deze route (zie bijvoorbeeld de kaders over de projecten FlexPower en INVADE). In bovenstaand voorbeeld komen de signalen vanuit de netbeheerder, maar dit kan ook vanuit marktpartijen komen, zoals de energieleverancier.



2. Smart Charging via de auto (Car-centric)

Deze route die via de auto loopt wordt ook wel Telematics genoemd. Die term staat voor het gebruik van een combinatie van telecommunicatie en data die bij moderne auto's beschikbaar is. De autofabrikant krijgt zo real time informatie door over de auto en kan informatie naar de auto toe sturen. Dit systeem kan ook gebruikt worden voor een Smart Charging stuursignaal. Dat komt dan van de partij die behoefte heeft aan flexibiliteit (dit kan de regionale netbeheerder, de landelijke hoogspanningsnetbeheerder of een andere partij zijn), al dan niet via een tussenpersoon, aggregator. Dit signaal gaat via de autofabrikant naar de elektrische auto die dan meer of minder gaat laden. Waar de route van de laadinfrastructuur te maken heeft met stilstaande laadpalen, heeft deze route te maken met bewegende



Waarom open standaarden zo belangrijk zijn

Open standaarden in de (ICT) communicatie tussen verschillende apparaten zoals tussen laadpaal en auto of backoffice systeem zorgen voor transparantie, gebruikersgemak en keuzevrijheid voor consumenten.

Open standaarden leiden tot betere oplossingen, omdat alle partijen op gelijke basis samenwerken. Open standaarden leiden tot goedkopere oplossingen, omdat er veel partijen zijn die oplossingen aanbieden.

Deze betere, goedkopere en alom beschikbare oplossingen zullen de uitrol van laadinfrastructuur in Nederland en het succes van Smart Charging versnellen. Bij Smart Charging is er immers sprake van communicatie waarbij stuursignalen doorgegeven worden. Dan is het wel zo handig als er een universele taal is zodat elke laadpaal via elk backofficesysteem aangestuurd kan worden, los van het merk (OCPP). En elke auto met elke paal kan praten (ISO 15118) en op termijn zelfs met de zonnepanelen op je dak, onafhankelijk van het merk. Geen lock-ins waarbij je aan een bepaald merk vast zit.

Tot slot versterken open protocollen de exportpositie van de Nederlandse EV: de koploper Nederland krijgt met open standaarden ook toegang tot andere markten.

Nog meer voordelen...

- Een open infrastructuur is goed voor de Nederlandse e-rijder. De Nederlandse e-rijder krijgt door de open protocollen (OCHP en OCPI) gemakkelijk toegang tot veel meer laadpunten, in binnen- en buitenland.
- Innovatie en competitie wordt gestimuleerd. Dit vertaalt zich in een betere dienstverlening, lagere prijzen en meer nieuwe services (denk aan Slim Laden, Plug&Charge, Car sharing etc).
- Open protocollen zijn goed voor een versnelling van de introductie van elektrisch rijden in Nederland.
- Partijen die investeren in laadinfrastructuur (bedrijven, gemeentes, provincies) hebben nu en in de toekomst keuzevrijheid van aanbieders. Hierdoor kunnen ze

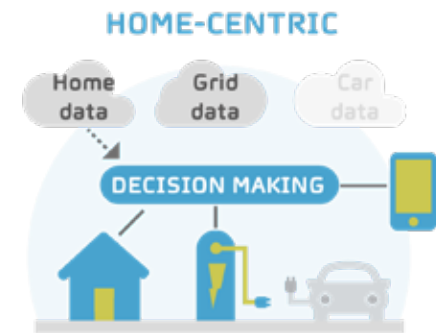
kiezen voor de beste prijs/kwaliteit verhouding, nieuwe aanbieders toevoegen aan hun bestaande infrastructuur en nieuwe services ontwikkelen.

- Veel partijen hebben een belang in elektrisch rijden: de consument, makers van hardware, service providers, energiebedrijven, gemeenten, autofabrikanten. Door samen een protocol te ontwikkelen worden alle belangen meegewogen en wordt de gezamenlijke oplossing sneller ingevoerd.
- Vele partijen en landen weten meer dan één: door de open samenwerking verspreiden nieuwe ideeën en best practices zich sneller. Elektrisch vervoer is een mondiale markt waarin internationale samenwerking een 'must' is.
- Open protocollen zijn goed voor de exportpositie van de Nederlandse EV industrie.

auto's en zullen stuursignalen bijvoorbeeld op basis van GPS-coördinaten verstuurd moeten worden, die de autofabrikant dan vertaalt naar de juiste ladende auto's in dat gebied.

3. Smart Charging via Energy Management System

Het Smart Charging signaal kan ten slotte ook via een Energy Management System (EMS) gegeven worden. Die zie je steeds meer in (kantoor)gebouwen en huizen en beheren dan het energiegebruik van een gebouw. Dit betreft naast het geven van informatie over het verbruik van het gebouw ook het beschermen van de aansluiting tegen overbelasting bij te hoog verbruik. Ook het laden van een elektrische auto kan daaronder vallen als het laadpunt aangesloten is op de aansluiting van het gebouw. In deze route geeft de netbeheerder of een andere partij een signaal dat meer of minder geladen kan worden door aan het EMS.



Open standaarden en protocollen

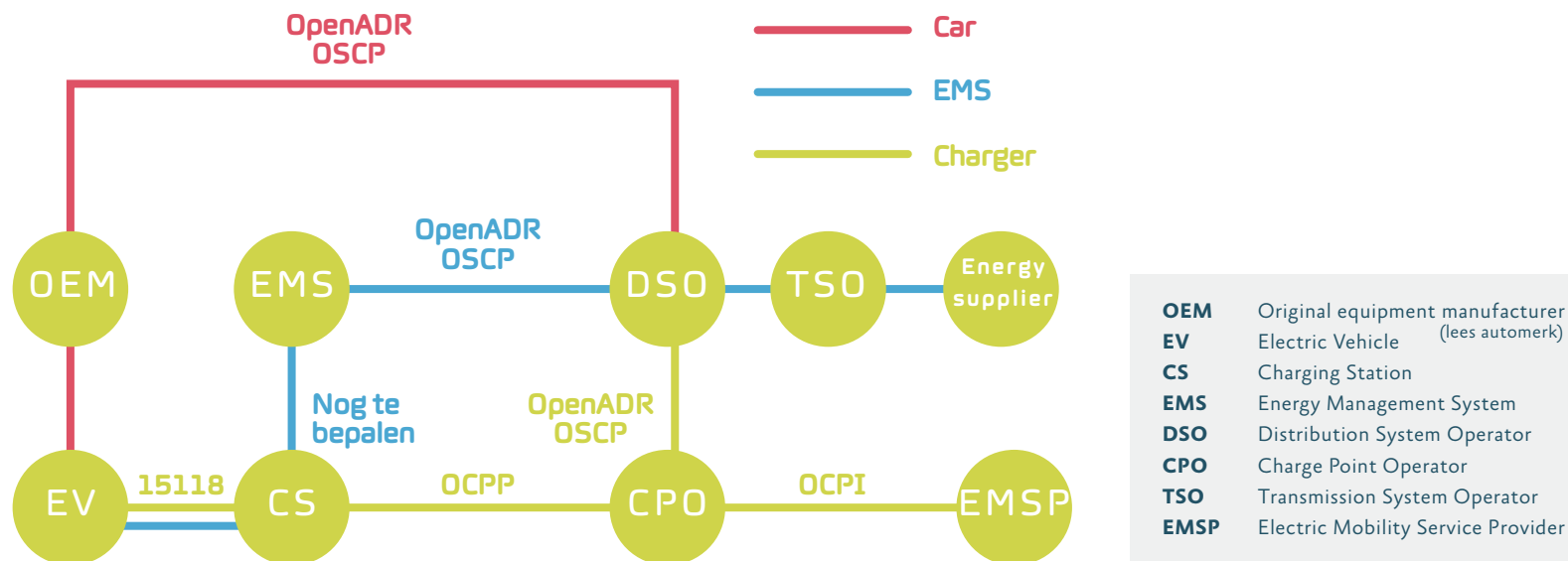
In al deze routes spelen open standaarden en protocollen een belangrijke rol. Dat zijn eigenlijk de talen waarmee communicatie tussen het ene en het andere apparaat verloopt. In de ontwikkeling van open communicatiestandaarden rond het laden van elektrische auto's loopt Nederland voorop en krijgen we internationale navolging. Samen met vele stakeholders binnen maar ook buiten Nederland is de afgelopen jaren een aantal open communicatieprotocollen ontwikkeld, te weten **OCPP**, **OSCP** en **OCPI**. Hieronder lichten we deze lettercombinaties toe in relatie ook tot Smart Charging. We hebben daarbij voor de overzichtelijkheid de roaming protocollen weggelaten.

OCPP (Open Charge Point Protocol) is een open protocol voor communicatie tussen het laadpunt en het centrale back end systeem van de laadpuntbeheerder. Dit protocol regelt de laadtransactie en kan bovendien informatie tussen auto en het elektriciteitsnet uitwisselen. OCPP is geïnitieerd door ElaadNL in Nederland en in de afgelopen jaren verder ontwikkeld door een brede internationale groep spelers uit de EV-industrie. OCPP wordt de facto internationaal gebruikt als uniforme standaard en in ruim honderd landen wereldwijd toegepast of bestudeerd. OCPP wordt inmiddels beheerd door de Open Charge Alliance, een internationale



industrie-alliantie met 136 leden uit tientallen landen op vijf continenten. Met OCPP is het mogelijk om Smart Charging signalen door te geven van het centrale back end systeem naar het laadpunt.

Figuur 13
Communicatie, protocollen
en standaarden



OSCP (Open Smart Charging Protocol) is een open communicatieprotocol tussen het laadpaal management system en de netbeheerder (regionale netbeheerder of beheerder hoogspanningsnet). Hiermee kunnen capaciteitslimieten gecommuniceerd worden, waarbinnen er geladen kan worden zonder overbelasting van het netwerk te veroorzaken. Dit is een protocol dat oorspronkelijk in Nederland ontstaan is, maar in praktijk nog weinig gebruikt wordt.

Open ADR (Open Automated Demand Response) is een open standaard voor het uitwisselen van 'Demand Response' signalen, oftewel signalen rond prijs of load control. Hiermee kunnen Smart Charging signalen verstuurd worden tussen partijen, bijvoorbeeld vanuit de netbeheerder (DSO) naar een laadpuntbeheerder (CSO). De communicatie is gebaseerd op IP communicatienetwerken zoals het internet. Er is veel steun voor in de industrie. In de Verenigde Staten is dit een veelgebruikte standaard.

Ervaringen met de Smart Charging app van Jedlix

Wie wil, kan al slim gaan laden. Bedrijven bieden nu al slimme laaddiensten aan voor zowel bedrijven als particuliere automobilisten. Startup Jedlix is hiervan het bekendste voorbeeld en biedt de dienst aan door middel van smartphone applicaties. Na de installatie van de app kunnen de klanten van Jedlix thuis bij (een selecte groep) publieke laadpalen slim laden. In de praktijk komt dit vooral neer op laden in het midden van de nacht

als de windparken vol draaien maar er weinig vraag naar stroom is. Zo worden stroomkosten bespaard. En dat voordeel gaat deels naar de klanten.

Recent is het laadgedrag van een groep Jedlix klanten over meerdere maanden geanalyseerd. In totaal zijn meer 10.000 geanonimiseerde laadsessies die afkomstig zijn van bijna 140 verschillende e-rijders geanalyseerd.

Dat onderzoek levert het beeld op dat je zou mogen verwachten. Over het algemeen blijkt dat bij slim laden minder geladen wordt tijdens de ochtend- en de avondpiek op het net. De totale energievraag van slimme laadsessies verschuift naar de nachturen. Vooral bij de avondpiek (tussen 18:00 en 21:00 uur) blijkt dat bij slim laden het totale verbruik 47% lager ligt dan bij regulier laden.

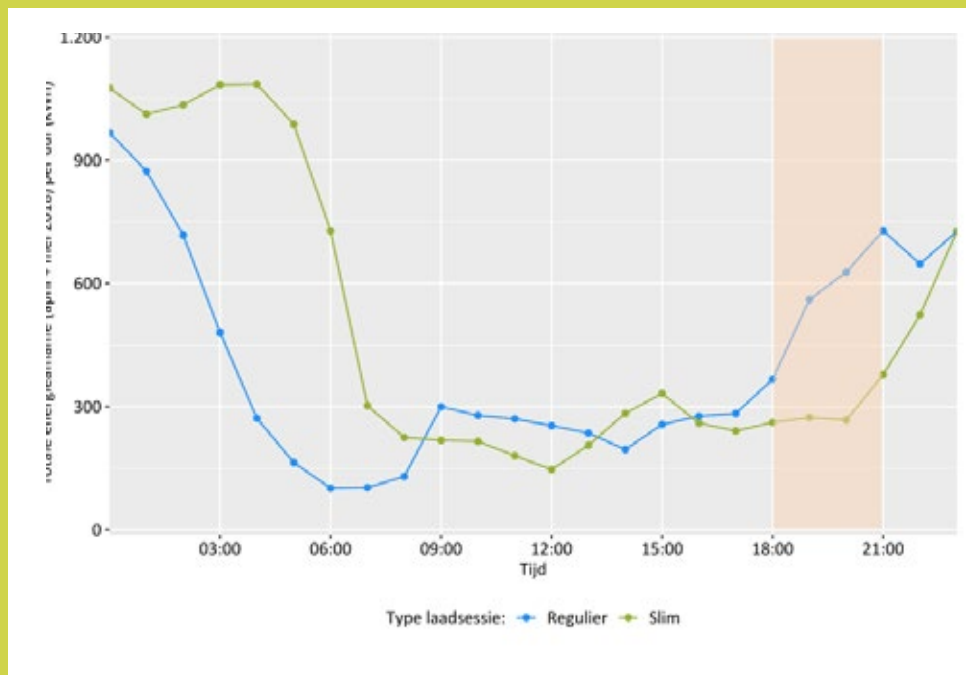


Foto
Jedlix app

Bron: jedlix.com

OCPI staat voor Open Charge Point Interface tussen een CPO en een Third Party meestal zijnde een laaddienst aanbieder (eMobility Service Provider = EMSP), maar dit zou ook andere partij kunnen zijn zoals energieleverancier of aggregator. OCPI werkte oorspronkelijk alleen peer-to-peer, maar kan inmiddels ook via een van de Europese Roaming Platforms (waaronder e-clearing.net) gebruikt worden. OCPI is een Nederlands initiatief met internationale steun. Het protocol zorgt voor correcte informatie over het laadpunt zoals locatie, beschikbaarheid, prijzen, rekeningen en zorgt voor bilaterale roaming. Het protocol ondersteunt op dit moment Smart Charging nog niet.

ISO 15118 is een internationaal protocol voor de communicatie tussen auto en laadpaal. Naast extra nadruk op beveiliging, is een extra toegevoegde waarde van dit protocol dat het de mogelijkheid biedt om de vertrektijd van de gebruiker en de energiebehoefte van de auto (hoe vol de accu is) vanuit de auto te communiceren naar de laadpaal. Deze gegevens maken het mogelijk om veel slimmer te laden, efficiënter en beter aansluitend bij de wensen van de e-rijder. Daarnaast kan hiermee het stuursignaal voor Smart Charging tussen auto en laadpaal gecommuniceerd worden.

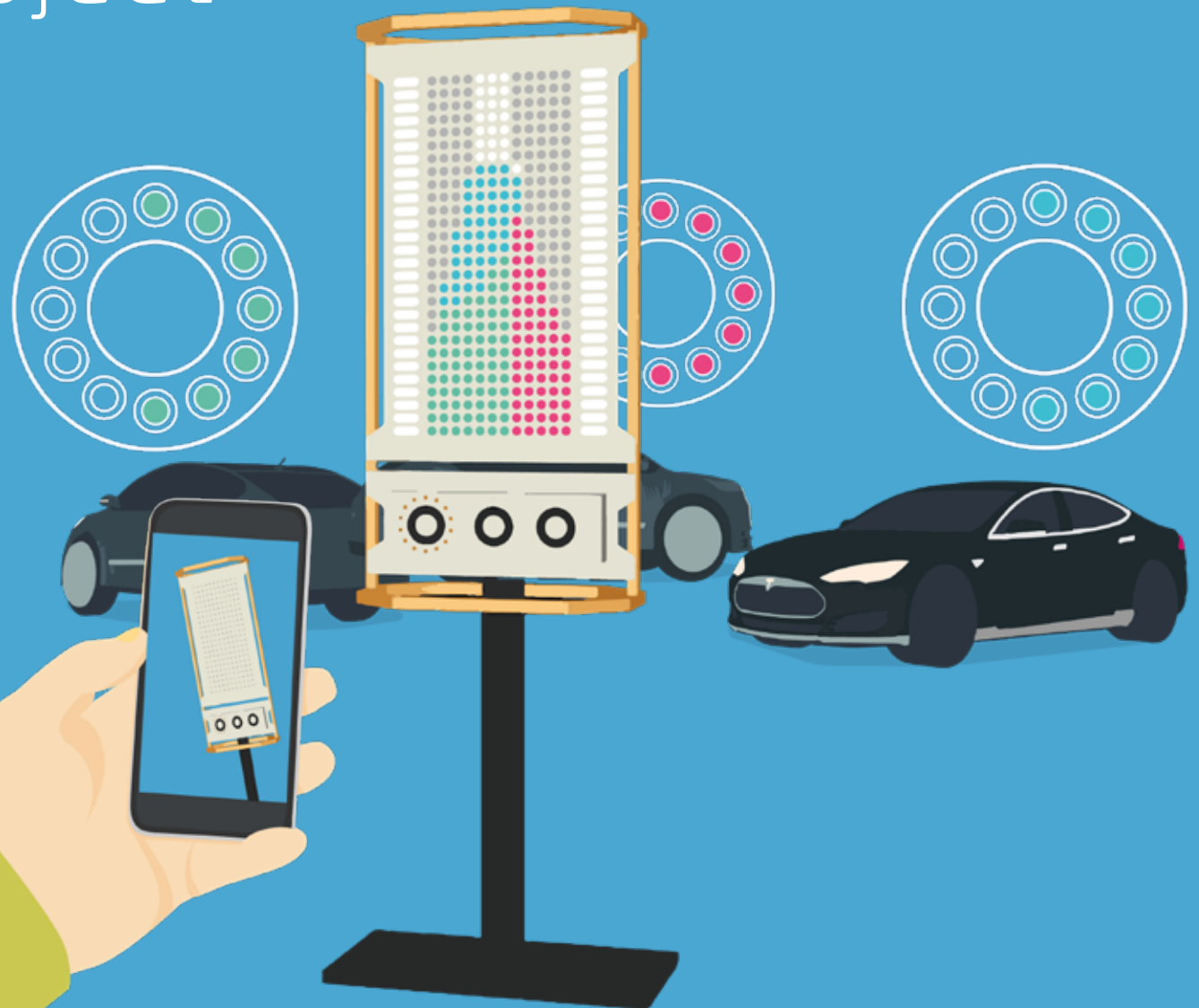
Cybersecurity

Een heel belangrijk aspect in alle gevallen van communicatie is cybersecurity. Het is van belang dat het Smart Charging signaal veilig verstuurd kan worden, zonder dat iemand dit kan inzien of kan aanpassen. Zowel het stroomnet als onze mobiliteit zijn cruciaal in de moderne samenleving. Ze zijn zelfs onderdeel van de kritieke infrastructuur. Daarom moeten ze beschermd worden. Naarmate er meer elektrische auto's komen en het laden (en ontladen) van elektrische auto's een steeds belangrijker deel van het energiesysteem worden, groeit het belang hiervan. We koppelen namelijk onze mobiliteit aan onze energievoorziening en andersom. Het is dan ook van groot belang dat we zorgen dat het netwerk van laadpalen stabiel en veilig (niet-indringbaar) is.

Laadpalen moeten alleen aangestuurd kunnen worden door de rechtmatige personen en organisaties. Daarbij zijn in ieder geval drie punten van groot belang:

Het transparante laadpaal project

Naarmate er meer elektrische auto's zijn en die niet allemaal meer tegelijk vol opgeladen gaan worden, wordt het bieden van inzicht in het laden steeds belangrijker. Welke keuzes zijn gemaakt bij Smart Charging door de toegepaste algoritmes met welke gevolgen? Dat is de gedachte van het Transparante Laadpaal project dat in 2017 een prototype opleverde en in 2018 een Dutch Design Award won in de categorie product. Maak zichtbaar wat nu nog onzichtbaar is. Het project krijgt een vervolg als onderdeel van het FlexPowerproject in Amsterdam. Daar krijgen elektrische deelauto's voorrang, wordt sneller geladen buiten de piekuren en wordt geoptimaliseerd op zon en wind. Samen met de gemeente wordt gekeken hoe hier transparantie geboden kan worden.



- Veilige communicatie van en naar de laadpaal (door gebruik van onder andere veilige protocollen, veilige servers en infrastructuur).
- Veiligheid van de fysieke laadpaal (door onder andere sensoren die detecteren of een laadpaal ongeoorloofd geopend is, veilige opslag van encryptie sleutels, veilige processen rondom software ontwikkeling).
- Een veilig (mobiel) netwerk en server infrastructuur.

Om overheden, die aanbestedingen doen voor laadpalen, te ondersteunen hebben ENCS (European Network for Cybersecurity) en ElaadNL requirements opgesteld op het gebied van cybersecurity.

Conclusie

De communicatielaag beschrijft dus de routes waarover de verschillende apparaten met elkaar communiceren en de talen waarmee ze dat doen. Veel gaat daarbij via open standaarden waarbij in alle gevallen de cybersecurity van groot belang is.



De elektrische auto inzetten om zonnestroom op te slaan

Foto
Zijne Koninklijke
Hoogheid

Bron: We drive Solar

In de Utrechtse wijk Lombok wordt de elektrische auto steeds meer onderdeel van een duurzaam energiesysteem. Het idee: zonnepanelen op openbare gebouwen, bijvoorbeeld scholen leveren op momenten dat er een overschot aan productie is hun stroom aan elektrische deelauto's, die ermee rijden maar ook op hun beurt weer stroom leveren aan het elektriciteitsnet op momenten dat er veel vraag is.

Om dit idee te realiseren zijn door diverse Nederlandse partijen samen met het Franse Renault laadpalen en auto's ontwikkeld die zowel kunnen laden als ontladen. Bijzonder is dat dit hier geen DC-laders (snelladers) voor nodig zijn maar gewoon publieke palen die overal op straat kunnen worden neergezet (en werken met AC). Snelladers zijn veel duurder en groter en dus minder geschikt voor grootschalige uitrol. Ook bijzonder is dat de communicatie tussen auto en paal verloopt middels speciaal ontwikkelde open protocollen waardoor elke fabrikant van laadpalen en elke autofabrikant via hetzelfde systeem kunnen gaan werken. Hierdoor is wereldwijde uitrol mogelijk!



Zijne Koninklijke Hoogheid Willem Alexander (m) opende samen met Jérôme Pannaud (r), directeur Renault Benelux en Robin Berg (l), directeur We Drive Solar, op 21 maart 2019 het eerste Europese V2G-project in Utrecht.



3.3 Organisatorische laag

De derde laag is de organisatorische. Deze beschrijft de verschillende spelers die een rol spelen in het Smart Charging ecosysteem, hun belangen en strategieën. Uiteindelijk vertalen deze zich in wensen voor een bepaald Smart Charging profiel. Ze leiden niet allemaal tot dezelfde wensen en stuursignalen. Hoe daarmee om te gaan is meteen een van de grote uitdagingen waar we voor staan.

Wie wil er allemaal slim laden en waarom?

Laten we om te beginnen maar eens kijken welke spelers er allemaal op of om het veld staan en wat hun inzet is. Want dat zijn er nogal wat: consumenten natuurlijk (e-rijders), autofabrikanten, batterijproducenten, laadpaalbeheerders, laadpaalproducenten, serviceproviders, aggregators, energieleveranciers, (duurzame) energieproducenten maar ook overheden (gemeenten, provincies en Rijk), Tennet (hoogspanningsnet) en de regionale netbeheerders (midden- en laagspanningsnet). En dan vergeten we er vast nog een paar. Wat zijn hun belangen en waarom zouden ze slim willen laden?

De consument, randvoorwaarden en voorkeuren

De belangen van e-rijders (automobilisten met een elektrische auto) spelen vanzelfsprekend een cruciale rol bij slim laden. De consument is degene die de elektrische auto rijdt en laadt. Voor hem of haar is de auto in de eerste plaats een vervoermiddel om zonder problemen van A naar B te komen. Dat betekent dat hier in de toepassing van Smart Charging rekening mee gehouden moet worden. Denk daarbij aan opt out opties als 'charge me now' voor die gevallen dat toch ineens zo snel mogelijk geladen moet worden en een ondergrens in de actieradius bij vehicle to grid. Nooit meer terug leveren dan dat er nog 30 kilometer in de accu's zit, bijvoorbeeld. Naast het aan kunnen geven van randvoorwaarden zijn ook de voorkeuren van belang. Kiest de consument voor zo voordelig mogelijk laden of zo duurzaam mogelijk (wat in veel gevallen in de praktijk hetzelfde laadprofiel op zal leveren trouwens)? Houdt deze liever zelf de controle of doet een slim home energy



management systeem of een app dit zo veel mogelijk achter de schermen? Oftewel, voor de automobilisten is het van belang dat zij randvoorwaarden en voorkeuren kunnen aangeven en dat hierbij in de invulling van Smart Charging rekening mee wordt gehouden.

Maar omdat de auto het merendeel van de tijd stil staat, veelal ingeplugd aan een laadpaal, zijn er voldoende kansen voor slim laden die in het voordeel van de consument zijn. Slim laden kan betekenen: dat je voordeliger laadt (op die momenten dat de stroomprijs het laagst is), dat je duurzamer laadt (optimaal gebruiken van bijvoorbeeld de eigen zonnepanelen of het windpark in de buurt) en in geval van bidirectioneel laden (V2G) ook eigen stroom uit zonnepanelen opslaat en later gebruikt. In sommige Smart Charging projecten kan de automobilist bovendien sneller laden op bepaalde tijden (zie kader over project FlexPower) en ontstaan meer laadmogelijkheden. Met slim laden kunnen meer laadpunten geplaatst worden op eenzelfde aansluiting op het net. Denk aan een parkeergarage waar meer parkeerplekken een laadpunt krijgen zonder dat een zwaardere en duurdere aansluiting op het net nodig is. Hetzelfde geldt voor laadpleinen. Daarnaast zijn er natuurlijk de nodige indirecte voordelen. Zo kan een massale toepassing van Smart Charging verzwaring van stroomnetten en de bouw van extra centrales voorkomen. De maatschappelijke kosten die we daarmee voorkomen, zien we allemaal terug in onze energierekening.

Bedrijven, geld verdienen met Smart Charging

Verschillende bedrijven spelen een belangrijke rol in het Smart Charging ecosysteem. Om er een aantal te noemen:

Autofabrikanten

Omdat de uitstoot van hun auto's steeds verder naar beneden moet gaan, zal het aandeel elektrische auto's in de vloot van autofabrikanten steeds verder toenemen. Dat betekent nogal wat. Onder andere dat al die auto's ook probleemloos en duurzaam opgeladen moeten worden. Dat Smart Charging daarbij cruciaal is, hebben we eerder al gezien. Een aantal fabrikanten zoals Renault en Nissan omarmt bovendien het idee van bidirectioneel laden waarmee je auto net als je zonnepanelen onderdeel worden van het duurzame netwerk van je huis of buurt.





Omdat elektrische auto's veel minder onderhoud nodig hebben, moet ook gezocht worden naar andere business modellen waarbij de grote automerken zelf andere diensten gaan verlenen. Dat kunnen oplaadpunten zijn zoals de snelladers maar ook bijvoorbeeld het leveren van stroom voor het opladen van de auto. Koopt straks Volkswagen grootschalig stroom in voor het opladen van jouw auto? En misschien gaan we steeds meer van bezit van de auto naar een huur-constructie, mobility as a service. Strategisch van belang is natuurlijk ook de wijze waarop het Smart Charging stuursignaal gegeven wordt. Als dat via de auto loopt versterkt dat de positie van de auto-industrie. En ook de beschikbaarheid van data is cruciaal. Bij Smart Charging wil je bijvoorbeeld graag weten hoeveel stroom er al in een batterij is opgeslagen (de state of charge), maar wie bezit die informatie en wordt deze gedeeld? De consument zou daarover moeten gaan maar in de praktijk ligt hier nu veel macht bij de autoindustrie.

Laadpaalbeheerders (CPO's)

Wanneer Smart Charging wordt toegepast kunnen meer laadpalen op een netaansluiting of eigen transformator worden aangesloten, waardoor zonder comfortverlies bij de berijder meer laadtransacties per dag aangeboden kunnen worden. Dat kan in de publieke ruimte maar bijvoorbeeld ook in de parkeergarage onder een kantoorpand. Laadpaalbeheerders kunnen enerzijds een laaddienst bieden aan de consument om in hun mobiliteitsbehoefte te voorzien en anderzijds kunnen ze aan flex-vragers flex-diensten bieden. Zo ontstaan er voor dit type partijen meerdere businessmodellen.

Laadpaalproducenten

Ook de producenten van laadpalen spelen natuurlijk een rol. Zij moeten zorgen voor palen die Smart Charging ready zijn met software die via de juiste protocollen en open standaarden communiceren en dat veilig doen (cybersecurity). Met deze innovaties kunnen zij dan wel internationaal voorop lopen. Nederland kent een grote laadpaalindustrie. Zeker daar waar het gaat om laadpunten in semi-publieke ruimtes (bij de IKEA, het kantoor of hotel) en private laadpunten bij mensen thuis, hebben zij vaak rechtstreeks contact met klanten en kunnen slimme oplossingen toepassen indien gewenst.



Project FCR: balans handhaven met inzet elektrische auto's

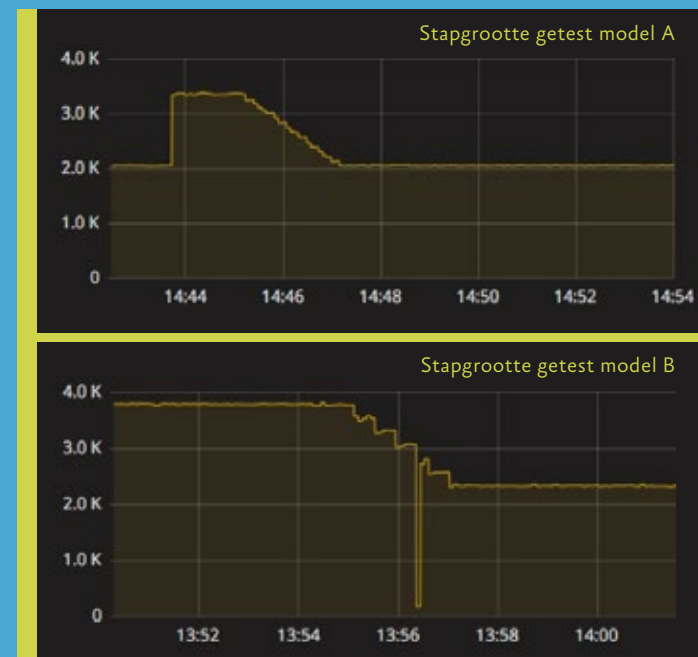
In een proefproject FCR (Frequency Containment Reserve) is in 2017 onderzocht of elektrische voertuigen ondersteuning kunnen bieden aan de primaire reservemarkt van TenneT. Dat houdt in dat het laadvermogen binnen 15 seconden ingesteld moet kunnen worden en dat er iedere 4 seconden een update over het werkelijke vermogen geregistreerd moet worden. Dit gebeurt in reactie op wijzigingen in de netfrequentie. Het blijkt dat ongeveer 95% van de laadprofielen binnen 2 seconden aankomt bij de laadpaal. De conclusie is dat er in vrijwel alle gevallen snel genoeg gereageerd kan worden, met uitzondering van offline-situaties van oplaadpalen.

Wel kwamen de onderzoekers met een aantal interessante bevindingen:

- Standaard laden elektrische auto's op maximale snelheid en dat betekent dat ze dan alleen minder stroom kunnen vragen en niet meer. Dit is op te lossen door standaard op een lager niveau te laden.
- Verder daalt gedurende de nacht het collectieve laadvermogen nu nog vrijwel tot nul. Alle auto's zijn opgeladen. Dan is er geen vermogen beschikbaar voor balanshandhaving.
- Over een jaar bekeken is het collectieve laadvermogen ongeveer 25% van de tijd te laag. Als Smart Charging optimaal zou worden ingezet, verandert dit (zie figuur hieronder) en is wel het gewenste minimale vermogen altijd beschikbaar.
- Het zogenaamde PWM-sigitaal dat gebruikt wordt om vanaf de laadpaal de maximale laadstroom aan het voertuig te communiceren kan in een (lange) oplaadkabel vervormd raken. Het voertuig zal daarom het stuursignaal altijd lager interpreteren dan door de laadpaal verstuurd.
- Hoewel de zogenaamde "mode-3" vermogensregeling in principe traploos werkt, is het in de praktijk niet zo dat ieder vermogenspunt bereikt kan worden. Afhankelijk van het ontwerp van de laadelektronica van het voertuig kan het voertuig waarschijnlijk slechts een aantal tussenstappen maken tussen de minimale stroomsterkte van 6 ampère en de maximale stroomsterkte van (meestal) 16 ampère. Dat verschilt per model.
- Daarnaast geldt voor sommige automodellen een hogere minimale stroomsterkte bijv. 12A.
- Een andere bevinding is dat voertuigen altijd langzamer mogen laden dan het stuursignaal aangeeft. Dit gebeurt uiteraard wanneer de accu van een voertuig (bijna) volgeladen is. Maar kan het ook op ieder moment tijdens de laadsessie gebeuren.

- En ten slotte is het van belang dat de klok van de laadpaal goed gesynchroniseerd is met de klok van de partij die de laadprofielen opstelt. Loopt de klok van de laadpaal achter of voor, dan gedraagt deze zich anders dan verwacht.

Figuur 14



Figuur 15

Service providers

Een service provider of laaddienstaanbieder is de partij waarbij automobilisten hun laadabbonnement afnemen. Deze organisatie kan de laaddienst uitbreiden door ook Smart Charging te faciliteren. Hierbij is van groot belang dat richting de automobilisten duidelijk is welke invulling en keuzes worden gemaakt voor Smart Charging en welke prijs hieraan verbonden is. De rol van service provider wordt door verschillende soorten bedrijven opgepakt.

Aggregators

Partijen kunnen handelen in het aanbieden van flexibele vraag en aanbod van stroom. Deze nieuwe rol is die van aggregator. Aggregators kunnen een propositie maken op het kosteneffectief, transparant en winstgevend managen van de diverse flexibiliteitsaanbieders op de markt. Smart Chargen van elektrische auto's is een belangrijke bron van flexibiliteit. Ook een laadpaalbeheerder kan ervoor kiezen om de rol van aggregator op zich te nemen.

Energieleveranciers

Via Smart Charging kunnen energieleveranciers in potentie winst behalen door te laden op momenten waarop de elektriciteit goedkoop is. Energieleveranciers in hun rol als programma verantwoordelijke kunnen Smart Charging inzetten om 'onbalansboetes' te voorkomen door de vraag af te stemmen op het vooraf ingediende energie programma. Omdat auto's via Smart Charging snel aan te sturen zijn, bieden zij zeker bij grote aantallen veel mogelijkheden om bij te sturen. Als er dus door onverwachte ontwikkelingen afgegeven voorspellingen dreigen niet nageleefd te kunnen worden, kan Smart Charging een uitkomst bieden.

Duurzame energieproducenten

De producenten van duurzame energie (zon, wind) hebben een groot voordeel bij Smart Charging. Als dit massaal wordt toegepast wordt de vraag naar stroom in belangrijke mate aangepast aan het aanbod. Zo kan er veel meer stroom uit zon en wind in het energiesysteem komen zonder dat er van tijd tot tijd duurzame stroom afgekoppeld moet worden door te groot aanbod. Omdat er zo dus ook veel meer stroomvraag kan komen op gunstige tijden verbetert ook de opbrengst van de opgewekte stroom op die tijden. Gegarandeerde afname dus door de inzet van Smart Charging.

Foto
Invade

Bron:
Nynke Arends





Foto
Kabel

Bron: Alliander

Beheerders van het net

Dan hebben we ten slotte nog de semi-publieke bedrijven die het net beheren, Tennet voor het hoogspanningsnet en de regionale netbeheerders (zoals Liander, Stedin en Enexis) voor de midden- en laagspanning.

De landelijke beheerder van het hoogspanningsnet, Tennet, staat op de schaal van Nederland voor de taak om met de groeiende vraag naar energie en het groeiende aanbod van diverse vormen van duurzame energie de balans op het netwerk te houden. De belangrijkste uitdaging met duurzame stroom is dat de toevoer niet stabiel of continue is. Met Smart Charging kunnen elektrische auto's juist op die momenten ingezet worden om te laden. De vraag volgt dan het aanbod en zorgt zo voor de balans.

Voor de regionale netbeheerders (zoals Liander, Stedin en Enexis) kan dat ook een belang zijn, en kan lokaal opgewekte zonnestroom meteen ter plekke gebruikt worden door het slim laden van elektrische auto's. De focus is hier dus niet landelijk maar lokaal. Wat gebeurt er in de wijk die achter een transformator van stroom wordt voorzien? Een andere uitdaging voor de netbeheerders is hoe om te gaan met de momenten wanneer iedereen op hetzelfde moment veel energie nodig heeft; de zogeheten piekvraag. Slim laden kan hier een uitkomst bieden door elektrische auto's dan even niet of minder snel op te laden. Door de samenwerking in ElaadNL en allerlei gezamenlijke proefprojecten spelen de netbeheerders een belangrijke rol in de ontwikkeling van Smart Charging. Door het een betrouwbaar onderdeel van het netbeheer te maken, worden miljardeninvesteringen in de verzwaring van het net bespaard of op zijn minst uitgesteld. Wel kampen de netbeheerders met allerlei beperkingen uit wet- en regelgeving. Hier komen we later op terug.

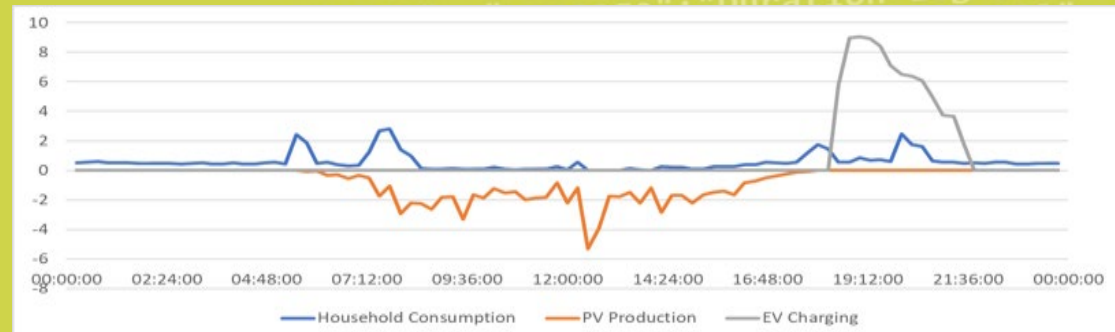
Overigens kunnen de belangen van de landelijke netbeheerder en de regionale netbeheerders best uiteenlopen in bepaalde situaties. Zo kan Tennet een belang hebben om in heel Nederland zoveel mogelijk te laden op een bepaald moment (veel stroomaanbod bijvoorbeeld van windparken op zee) maar kan dat dan lokaal tot een te grote stroomvraag leiden. Dit leidt dus tot verschillende wensen qua Smart Charging.

Smart Charging algoritmes op grote schaal testen

Als onderdeel van het Europese programma INVADE is in Nederland een dataplatform ontwikkeld dat gebruikt wordt om ruim 1.000 publieke laadpalen binnen de bandbreedte van een vastgesteld Smart Charging profiel te laten laden. Hiermee wordt ervaring opgedaan met het aansturen van grotere aantallen laadpalen met inzet van algoritmes. De laadpalen zijn fictief in twee wijken neergezet om lokale netten van de toekomst te imiteren. Het aantal laadpalen is dan immers veel hoger dan nu.

Gedurende de dag wordt continu gecheckt wat de actuele situatie is ten opzichte van de gewenste situatie. Er wordt gemiddeld tien keer per sessie bijgestuurd.

De vervolgstap is om marktpartijen hun eigen optimalisatie te laten toevoegen aan de besturing.



Ongecontroleerd laden

Figuur 16



Gecontroleerd laden

Foto
Invade

Bron: Nynke
Arends

Overheden (gemeenten, provincies, Rijksoverheid, EU)

Ook overheden hebben grote belangen bij Smart Charging en spelen er een belangrijke rol in. Zo wil de Rijksoverheid CO₂ uitstoot besparen om zo klimaatverandering tegen te gaan en werkt ze tevens aan een energietransitie waarbij steeds meer energie duurzaam opgewekt wordt. Elektrische auto's die slim opgeladen worden helpen bij beide doelstellingen. Ze zorgen rechtstreeks voor minder uitstoot (zelfs als ze nog op deels grijze stroom rijden), maar helpen ook bij de omschakeling naar meer stroom uit zon en wind. Want met Smart Charging kun je zoals we hebben gezien de vraag naar stroom aanpassen aan het aanbod. Dat voorkomt curtailment, het afschakelen van zonnepanelen en windmolens bij te veel aanbod en verbetert het rendement op de investeringen in de opwek van duurzame energie. Het Rijksbeleid heeft de afgelopen jaren grote impact gehad op de groei van elektrisch vervoer in Nederland. Er rijden hier relatief veel elektrische auto's mede door de fiscale stimulering. Ook bepaalt de Rijksoverheid bijvoorbeeld de mogelijkheden van snelladers langs Rijkswegen op verzorgingsplaatsen.

Een andere belangrijke factor bij de grote groei van EV's in Nederland is het uitgebreide laadpalennetwerk dat Nederland al heeft opgebouwd. Naast het pionierswerk van stichting e-laad die in een aantal jaren zo'n drieduizend publieke laadpunten in vrijwel heel Nederland plaatste en partijen zoals Fastned dat een netwerk van snelladers uitrolde, spelen gemeenten en provincies een belangrijke rol hierin. Veelal via aanbestedingen (waarbij de overheden betalen voor de aanleg van laadinfrastructuur in de publieke ruimte) en in een aantal gevallen via vergunningen (waarbij alleen de rechten om publieke laadpunten te plaatsen verkocht worden) is het aantal laadpunten aanzienlijk gestegen. En in Nederland zijn met die aanbestedingen de laatste jaren ook eisen gesteld als Smart Charging Ready laadpalen en goede cybersecurity. Zo groeien niet alleen de aantallen laadpalen maar ook de mogelijkheden voor Smart Charging.

Gemeenten hebben te maken met hoge parkeerdruk maar faciliteren tegelijk graag de overgang naar elektrisch (en dus duurzaam en schoon) rijden. Een laadplein met veel laadpunten waarvan de stroom slim verdeeld wordt kan dan interessant zijn. Die parkeerdruk kan trouwens ook zorgen voor korter parkeren waardoor de mogelijkheden voor Smart Charging juist afnemen. 'Laadpaalklever' was het woord van het jaar in 2019 maar voor Smart Charging is het juist gunstig als auto's langer ingeplugd zijn dan ze moeten laden.

**Zo wil de
Rijksoverheid
CO₂ uitstoot
besparen om zo
klimaatverandering
tegen te gaan.**



Minder dichtbij maar niet minder invloedrijk is de EU (Europese Unie). Deze zorgde voor emissie-eisen aan auto's wat een impuls betekende voor de ontwikkeling en productie van elektrische auto's, eiste dat er een universele stekker kwam (de Mennekes type 2) en stelt eisen aan de lidstaten dat deze voldoende laadinfrastructuur aanleggen. Ook bij het promoten van open standaarden die voorkomen dat een paar grote bedrijven alles voor het zeggen hebben, en de bescherming van de consument speelt Europa een belangrijke rol.

Conclusie

We zien dus verschillende betrokken partijen die hun rol spelen in het Smart Charging ecosysteem. Zij zetten vanuit verschillende belangen in op Smart Charging. Soms met dezelfde wensen soms juist uiteenlopend. Maar uiteindelijk moet dat wel allemaal samen komen en moet er een duidelijk stuursignaal naar de auto om deze te laten laden of ontladen. De belangen en strategieën rondom Smart Charging zijn nog volop in ontwikkeling. Het is van groot belang om gezamenlijk spelregels te ontwikkelen die invulling geven aan de rijderswensen, de maatschappelijke opgave om te komen tot een duurzaam energiesysteem en tenslotte gezonde verdienmodellen voor commerciële partijen.



Laden met flexibele snelheden in Amsterdam



Periode	Laadsnelheid
6:30 – 18:00 uur	Normaal (vergelijkbaar met een 3x25A aansluiting), maar hoger wanneer de zon schijnt (met een maximum vergelijkbaar met 3x35A)
18:00 – 21:00 uur	Lager (variabel)
21:00 – 6:30 uur	Hoger (vergelijkbaar met 3x35A)

Amsterdam is een van de meest actieve steden in Europa op het gebied van elektrisch vervoer. De stad kent al een groot aantal elektrische auto's, elektrische taxi's en deelautoprojecten en ziet het aantal elektrische vervoersmiddelen flink stijgen. Daarnaast merkt zij de dringende behoefte aan lokaal opgewekte duurzame energie. Om duurzaamheid en elektrische mobiliteit aan elkaar te koppelen is in maart 2017 het onderzoeksproject Flexpower Amsterdam gestart. In deze proef laden elektrische auto's sneller dan normaal in de avonden én overdag wanneer de zon schijnt en er veel aanbod is van duurzaam opgewekte energie. In de 'spitstijden', de periode op een dag dat er veel vraag is naar energie, laden de publieke laadpalen wat langzamer.

De eerste resultaten van deze pilot waren positief: het systeem werkt, auto's kunnen sneller laden wanneer er meer duurzame energie beschikbaar is op het net. Auto's die geschikt waren om sneller te laden, waren gedurende de dag sneller



vol, oudere elektrische auto's en hybrides ondervonden geen hinder. Uiteindelijk levert Flexpower voor de moderne elektrische auto's een kortere laadtijd op. Na de eerste proef is het proefgebied uitgebreid van het Amsterdamse centrum naar West, Nieuw West en

Zuid. Daarnaast is de laadsnelheid overdag rechtstreeks gekoppeld aan het daadwerkelijke aanbod van zonne-energie op het net. De 'spitstijd' waarbinnen het laden langzamer gaat is na onderzoek vastgesteld tussen 18:00 en 21:00 uur.

Foto
Flexpower

Bron: Gemeente
Amsterdam



3.4 Juridische laag

De vierde laag is die van contracten en wet- en regelgeving. Door de opkomst van elektrisch rijden schuiven de markten voor mobiliteit en elektriciteit in elkaar. Er moeten op diverse terreinen tussen partijen nieuwe afspraken worden gemaakt, en ook wetten en regels hebben een grote invloed op Smart Charging.

Contracten

In relatie tot het opladen van elektrische auto's zien we in essentie de volgende drie soorten overeenkomsten die afgesloten worden:

1. Laadcontract

Een overeenkomst tussen een berijder en een service provider waarmee wordt geregeld dat de klant kan laden bij een laadpaal. Deze overeenkomst kan een langlopende afspraak zijn in een jaarcontract of een afspraak per keer dat geladen wordt. Met name voor de laadpalen in de publieke ruimte is dit in Nederland al goed georganiseerd. Bij het afsluiten van een laadcontract wordt een laadpas verstrekt waarmee laadsessies op alle publieke laadpalen kunnen worden gestart. In veel andere situaties wordt momenteel geen formeel laadcontract afgesloten. Zo is het laden op kantoor, bij een hotel of winkel vaak nog gratis en is er dus nog geen laadcontract vereist.

2. Verbruik elektriciteit

Het contract voor de levering van elektriciteit wordt gesloten tussen laadpaalbeheerder en een energieleverancier. Het regelt het leveren van stroom voor de laadpaal. Dit verbruik wordt doorgelegd van een laadpaalbeheerder naar een service provider als onderdeel van de laaddienst. Er wordt ook verkend of het niet mogelijk is om het energiecontract te sluiten tussen de klant (eventueel via zijn service provider) en de energieleverancier.

3. Toegang tot en instandhouding netaansluiting

Als laatste is er het primaire contract tussen de netbeheerder en de laadpuntbeheerder. Een contract voor het aanleggen en in stand houden van de netaansluiting.



Op naar
1 miljoen



Bovenstaande contracten hebben allemaal voorwaarden (lees ook restricties) en een prijs. We zien dat binnen deze 'basis-diensten' variatie gaat optreden. Bij het laadcontract bijvoorbeeld variatie in kosten op basis van de plek van het laadpunt. Ook komen er nieuwe varianten van het energieleveringscontract en mogelijk ook van het contract met de netbeheerder. Varianten om sneller, dan wel langzamer te laden al naar gelang beschikbaarheid van duurzame opwek en/of netcapaciteit. In bepaalde oplossingen worden deze nieuwe contract-vormen (varianties) gecombineerd met een stuursignaal voor Smart Charging.

Er zijn ook wettelijke voorwaarden van toepassing. Denk aan maximum prijzen, mogelijkheden en onmogelijkheden tot differentiatie in prijzen en contracten, fiscale regels, et cetera. Deze wettelijke voorwaarden bepalen onder ander de ruimte voor de netbeheerder om Smart Charging in te zetten.

Netaansluitingen

Wat uitgebreider staan we stil bij het contract voor de aansluiting op het net. In zijn algemeenheid geldt dat de optelsom van de technische capaciteit van individuele netaansluitingen hoger is dan de capaciteit van het achterliggende net. Dit is het gevolg van een ontwerpkeuze uit het verleden gebaseerd op het ongelijktijdigheid beginsel. In Nederland is de 3x25A aansluiting in het bijzonder een punt van aandacht omdat de klant in veel gevallen 17kW tot zijn beschikking heeft, en in het achterliggende net slechts 4kW is geborgd.



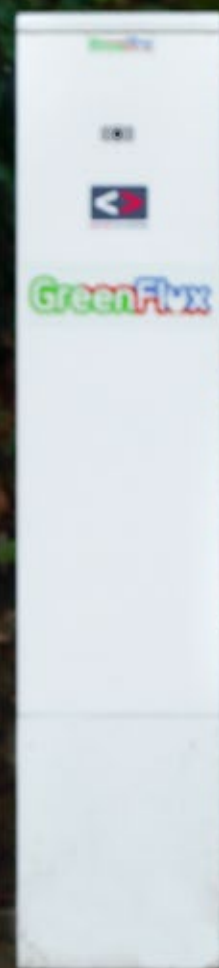


Foto
Jacco van der
Kuilen

Zoals eerder is uiteengezet, is de gekozen en daarmee beschikbare netcapaciteit zeer belangrijk bij het bepalen van slim laden strategieën. In de meeste gevallen wordt ernaar gestreefd om de netcapaciteit zo goed mogelijk te benutten. Met de ontwikkeling van elektrische auto's worden de netbeheerders daarom gedwongen na te denken over alternatieven voor de bestaande aansluitcontracten. Hierbij tekenen zich drie dominante oplossingsrichtingen af. De gemene deler bij al deze oplossingsrichtingen is dat er gekeken wordt naar de voorwaarden van het aansluitcontract.

- aansluitcategorie met flexibele tarieven
- aansluitcategorie met variabele capaciteit
- aansluitcategorie met bandbreedte

Aansluitcategorie met flexibele tarieven

Deze oplossingsrichting betreft een model voor verschillende tarieven in verschillende tijdsblokken op een dag. Deze tijdsblokken zijn gerelateerd aan piek- en daluren van beschikbare netcapaciteit. In deze tijdsblokken, zullen in dit model flexibele tarieven worden gehanteerd die in relatie staan tot de beschikbare capaciteit. Kort gezegd zullen de tarieven laag zijn op de momenten dat er veel capaciteit op het net beschikbaar is (bijvoorbeeld in de nacht of op die momenten dat er lokaal veel duurzame energie wordt opgewekt) en hoog op de momenten dat weinig capaciteit op het net beschikbaar is (bijvoorbeeld tijdens de avondpiek).

Tijdens experimenten wordt de effectiviteit van verschillende tarieven getoetst. De experimenten starten met een statisch profiel, dat periodiek wordt bijgewerkt. In een latere fase, wanneer er meer duurzame energie lokaal wordt opgewekt, is de verwachting dat dit statische profiel doorontwikkeld moet worden naar een dynamisch profiel.

Aansluitcategorie met variabele capaciteit

In deze oplossingsrichting wordt er een variabel capaciteitsprofiel mogelijk gemaakt voor als eerste een 3X25A aansluiting met daarachter uitsluitend laadpalen in de publieke ruimte. Dit profiel wordt gedefinieerd per klokkwartier en heeft diverse

**Tijdens
experimenten
wordt de
effectiviteit van
verschillende
oplossingen
getoetst.**



De factor mens

Zoals bij elke nieuwe techniek speelt ook bij Smart Charging de factor mens een cruciale rol. Onderzoek hiernaar staat nog maar in de kinderschoenen. We weten nog weinig over de mensen die straks slim gaan laden. Wat zijn hun voorkeuren en randvoorwaarden? Wat beweegt en motiveert automobilisten om slim te laden? Wat wordt juist gezien als belemmering? En hoe kunnen we mensen stimuleren om slim te laden?

Enkele resultaten zijn er al wel. Zo bleek in onderzoek waarbij auto's buiten de piekuren langzamer laden dat gebruikers het belangrijk vinden een 'charge-me-now' knop te hebben waarmee ze alsnog gewoon meteen kunnen laden als dat nodig is. Maar ze gebruikten hem nauwelijks. Dit soort onderzoek levert zo belangrijke inzichten op over hoe Smart Charging in de praktijk het beste zou kunnen werken.

Overigens is het stellen van vragen en het onderzoeken van gedrag bij de huidige gebruikers van elektrische auto's onvoldoende. De gebruiker van vandaag is immers niet de gebruiker van morgen. Zo zal de demografie van de mensen die elektrisch rijden sterk verbreden van een relatief kleine groep vooral hoog opgeleide mannen (met name leaserijders) naar een betere afspiegeling van de bevolking.

We weten nog weinig over de mensen die straks slim gaan laden. Wat zijn hun voorkeuren en randvoorwaarden?



variaties. Bij dit contract hoort een vast maandbedrag. Tijdens experimenten wordt de effectiviteit van verschillende profielen getoetst. In de experimenten worden verschillende variaties uitgetoetst:

- Minder vermogen tijdens de piek, en extra vermogen buiten piek (3X35A).
- Het profiel wordt periodiek bijgewerkt. Per werkdag, weekend, maand of seizoen zijn verschillende profielen mogelijk. Er wordt gestart met statische profielen, welke op termijn kunnen worden ontwikkeld tot dynamische datagedreven profielen.
- Naast profielen voor een individuele aansluiting worden ook profielen ontwikkeld voor groepen van laadpalen, aangesloten op dezelfde elektriciteitskabel of buurttransformator

Aansluitcategorie met bandbreedte

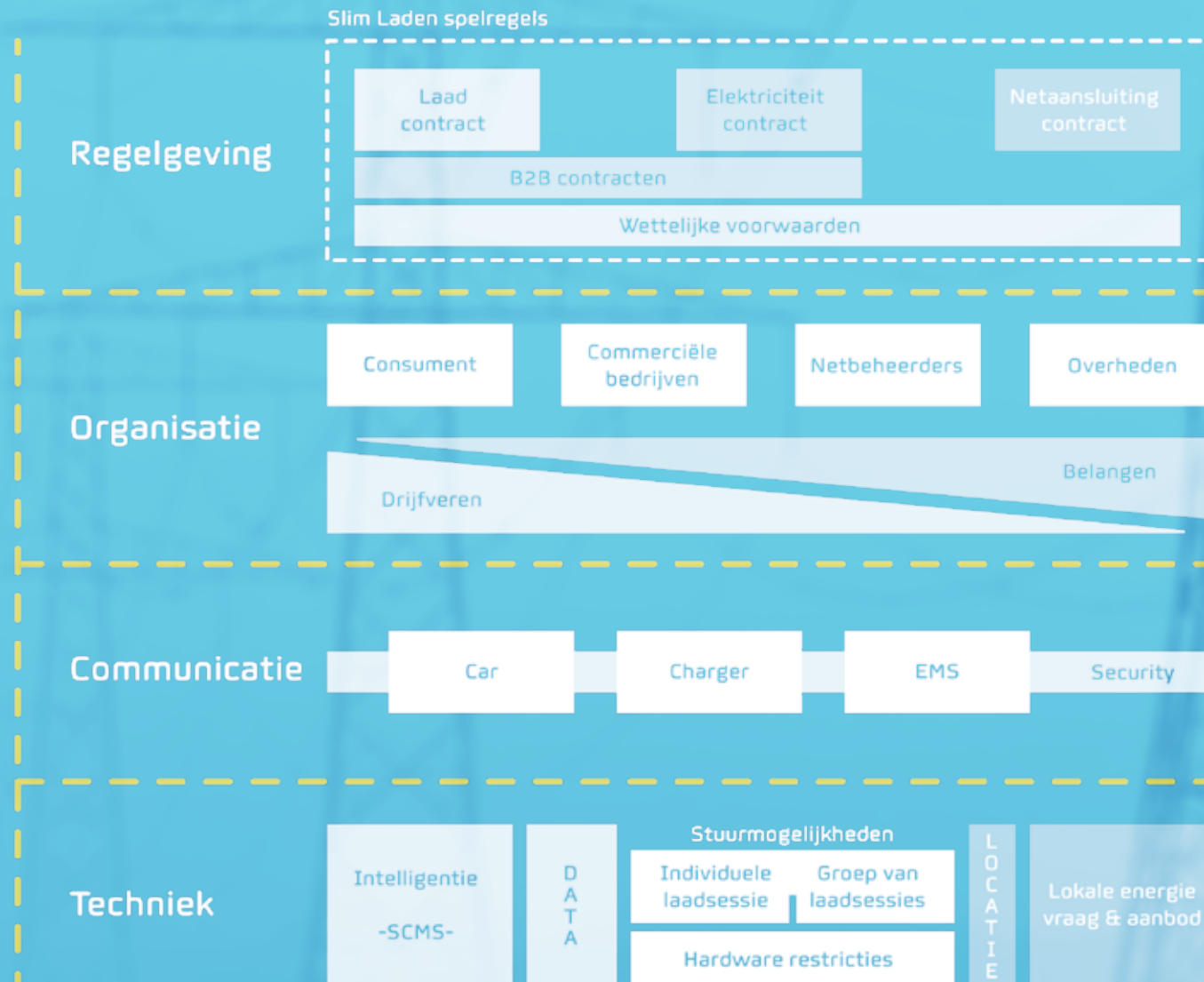
In deze oplossingsvariant krijgen kleinverbruikers een contract waarin een vrije bandbreedte wordt afgesproken, bijvoorbeeld van 4, 10 of 17 kW. Bij dit contract hoort een vast maandbedrag. Het verbruik binnen de bandbreedte valt onder de maandelijkse betaling. Als de gebruiker buiten de bandbreedte verbruikt, zal een nafacturering komen. Het verbruik buiten de vrije bandbreedte wordt berekend per kWh, bijvoorbeeld € 0,50 per kWh.

Uiteindelijk zal na een periode van onderzoek en experimenten een gedegen keuze gemaakt moeten worden hoe de netcontracten er in de toekomst uit gaan zien. Omdat netbeheerders gereguleerde semi-publieke bedrijven zijn, bepaalt de politieke keuze. Deze heeft grote gevolgen voor Smart Charging en de varianten die een schaa sprong zullen maken.

Nieuwe marktmodellen zorgen voor afstemming van vraag en aanbod naar capaciteit op langere termijn. Het gebruik van (slimme) laaddiensten vraagt om een marktmechanisme waarin spelers inclusief de netbeheerders met elkaar kunnen samenwerken. Bijvoorbeeld voor het ontsluiten van vrijwillige en afdwingbare flexibiliteit. Zo kunnen afspraken worden gemaakt over hoe een keuze wordt gemaakt als overbelasting van het elektriciteitsnet dreigt en bijvoorbeeld geladen kan worden met minder vermogen.



Vier lagen model Smart Charging



Conclusie

In de juridische laag worden de afspraken wetten en regels dus geborgd die Smart Charging in goede banen moeten leiden. Omdat Smart Charging nog relatief nieuw en volop in ontwikkeling is, zijn er nog de nodige uitdagingen op dit gebied: belemmeringen voor Smart Charging wegnemen en wetten en regels verder ontwikkelen.

Conclusie: Smart Charging is de oplossing!

Om elektrische auto's op grote schaal probleemloos en duurzaam op te kunnen laden, hebben we Smart Charging nodig. Smart Charging is het sturen van het laden en ontladen van elektrische auto's. Om Smart Charging succesvol toe te kunnen passen, is nogal wat nodig. De techniek (hardware en ICT-communicatie) moet het sturen mogelijk maken, de communicatie moet veilig kunnen, via open standaarden en voor maatwerk is veel data nodig. Er zijn veel partijen betrokken die vanuit verschillende wensen en belangen verschillende vormen van Smart Charging willen toepassen. Soms vallen de belangen mooi samen, maar vaak ook niet. Dus zijn er ook spelregels nodig om te bepalen wie wat wanneer mag aansturen in het Smart Charging ecosysteem.

Er is nog flink wat te doen voordat Smart Charging efficiënt en effectief op grote schaal ingezet kan worden. Daar komen we in het laatste hoofdstuk op terug.

Omdat Smart Charging nog relatief nieuw en volop in ontwikkeling is, zijn er nog de nodige uitdagingen op dit gebied.





A close-up, low-angle shot of a blue electric car's front end, showing the charging port and a black charging cable. In the background, a large array of solar panels stretches across the horizon under a clear blue sky. A pink object is visible on the left side of the car.

HOE MAKEN WE VAN SMART CHARGING DE NORM?

HOOFDSTUK 4

Nu we allerlei aspecten van Smart Charging verkend hebben, is het tijd om op een rijtje te zetten wat we nog te doen hebben om van Smart Charging een succes te maken, zodat we miljoenen elektrische auto's probleemloos en duurzaam op kunnen laden.

Allereerst moeten we nog veel onderzoeken en verkennen en ervaring opdoen in kleinschalige en grootschalige proeven. We zitten daar nog middenin. Veel onderzoeken en projecten zijn nog bezig of moeten zelfs nog beginnen. Er is ook heel veel te onderzoeken. Verschillende partijen werken daarbij samen met kennis- en innovatiecentrum ElaadNL. Daarbij maken netbeheerders gebruik van de beperkte mogelijkheden die het huidige wettelijke kader biedt, de zogenaamde experimenteerruimte. Alleen zo kunnen ze de verschillende varianten van Smart Charging goed verkennen. Betalen voor flexibiliteit, variabele tarieven, variabele aansluitcapaciteit en andere varianten van Smart Charging, zijn volgens de reguliere wet- en regelgeving nog niet mogelijk.

In het algemeen kun je stellen dat wet- en regelgeving niet goed is voorbereid op de opkomst van elektrische auto's en de lokale opwek van duurzame stroom. Hier zal dus het nodige moeten veranderen. We sluiten deze Guide dan ook af met een to-do list. Welke tien punten moeten we in ieder geval oppakken om van Smart Charging een succes te maken?



Een To-Do list.



Volledige toets van elektrische auto's voordat ze de weg op gaan en op het stroomnet inpluggen

Op dit moment vindt alleen een keuring plaats door de RDW, met name op voertuigveiligheid. Daarnaast wordt er op vrijwillige basis, bijvoorbeeld bij het testlab van ElaadNL, getest op interoperabiliteit (op alle palen kunnen laden), power quality (vervuiling van het net) en Smart Charging (volgen van stuursignalen). Eigenlijk zou elke nieuwe elektrische auto verplicht getoetst moeten worden op al deze punten en niet alleen op veiligheid op de weg.

Door de omzetting van wissel- naar gelijkstroom kunnen elektrische auto's de power quality in het elektriciteitsnetwerk zowel vervuilen als verbeteren. Het laden op 1 fase kan ertoe leiden dat fasen onderling 'scheef' gaan lopen. Het laden op 3 fasen heeft daarom de voorkeur waar mogelijk. Onder de voorwaarde dat elektrische voertuigen Smart Charging stuursignalen ondersteunen, kan de auto een positieve bijdrage leveren aan het in balans houden van ons elektriciteitssysteem.

Op dit punt is op korte termijn actie nodig. De elektrische auto's, bestelbusjes, trucks en bussen die nu gemaakt worden en tot de markt worden toegelaten zijn vele jaren op de weg te vinden. De gemiddelde levensduur van een personenauto is ongeveer zestien jaar.



Rol slimme laadinfrastructuur met optimale laadcapaciteit uit

Door de laadpaal op het stroomnet aan te sluiten met een zo groot mogelijke capaciteit aansluiting kunnen we maximale flexibiliteit creëren voor Smart Charging. Een elektrische auto kan immers sneller op worden geladen op die momenten dat dat gewenst is indien sprake is van een zwaardere capaciteit aansluiting. En dat snellere laden op die momenten beperkt de belasting van het net tijdens de piekuren weer, mits hier het juiste Smart Charging regime aan gekoppeld wordt. ►



Helaas is een zwaardere aansluiting duurder dan een lichtere aansluiting. Dit komt onder andere door het verschil in capaciteit die in het netwerk gereserveerd moet worden om te voldoen aan de piekbelasting van deze aansluiting. Als de netbeheerders Smart Charging signalen kunnen combineren met de capaciteitstarieven die zij in rekening mogen brengen, dan krijgt de e-rijder een veel 'snellere' laadpaal en kunnen we de elektrische auto nog beter benutten om stroom te vragen op die momenten dat dat wenselijk is.



Bied de regionale netbeheerder mogelijkheid voor het maken van flexibiliteitsafspraken

Maak gebruik van de overvloedige capaciteit van het elektriciteitsnet. Door op slimme momenten elektrische voertuigen op te laden, bijvoorbeeld 's nachts of in het weekend, maak je optimaal gebruik van de beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnet. De verdere groei van elektrisch rijden zorgt zonder Smart Charging voor grotere pieken in de stroomvraag, tegelijkertijd biedt het laden van elektrische auto's met Smart Charging veel flexibiliteit voor het beheer van onze stroomnetten en voor het gebruik van zonne- en windstroom op het moment dat deze geproduceerd wordt. De mogelijkheid tot het maken van specifieke afspraken voor de inzet van Smart Charging om overbelasting tijdens pieken te voorkomen (congestiemanagement) is op dit moment wettelijk beperkt (buiten de experimenteerruimte). Bied de netbeheerder daarom wel de ruimte voor het maken van deze afspraken ten behoeve van vrijwillig congestiemanagement onder voorwaarde dat marktpartijen slim laden signalen ondersteunen. Geef de netbeheerder ruimte om nieuwe verschillende contractmodellen te ontwikkelen en te valideren voor een netaansluiting: flexibele capaciteitsafspraken, een bandbreedtemodel en variabele nettarieven. Naarmate de digitalisering van het stroomnetwerk verder is gevorderd kan dit profiel dynamisch gemaakt worden. Op de lange termijn kan een dynamisch profiel geïntegreerd worden in een tariefoplossing. Ook met de architectuur van een marktplaatsbenadering wordt ervaring opgedaan al lijkt deze voor dit doel wat minder geschikt.



Maak spelregels voor Smart Charging

Verschillende Smart Charging invalshoeken kunnen tegenstrijdig zijn. Daarbij is een duidelijke prioritering nodig. Duidelijk moet worden wie wanneer mag sturen. Spelregels zijn dus zeker nodig.

Belangrijk daarbij is dat duidelijk wordt wie bepaalt hoe de batterij van de elektrische auto wordt ingezet voor Smart Charging en welk Smart Charging initiatief voorrang heeft. Zo is op dit moment nergens geregeld dat de e-rijder degene is die toestemming geeft voor de inzet van zijn elektrische auto en de voorwaarden waaronder (time of departure, minimale capaciteit batterij, et cetera). En misschien moeten er zelfs op deze regel uitzonderingen zijn. Voorkomen dat het net lokaal overbelast raakt, gaat bijvoorbeeld boven andere belangen omdat hier weinig alternatieven beschikbaar zijn en we allemaal een betrouwbaar net willen houden.

Ook van belang is dat de Charge Point Operator ruimte biedt voor Smart Charging, ook al loopt dat niet altijd parallel met de eigen wensen. De Charge Point Operator van (semi)publieke laadpalen heeft een ander belang dan bijvoorbeeld de e-rijder, Tennet of de regionale netbeheerder. De Charge Point Operator heeft doorgaans een business model voor laadpalen dat gebaseerd is op het maximaliseren van de bezetting van de laadpaal en het optimaliseren van de inzet van het beschikbare laadvermogen. Door Smart Charging initiatieven vanuit andere spelers kan het zijn dat een auto een langere periode aan de laadpaal staat, dan in de situatie waarbij Smart Charging niet wordt toegepast.

Kortom we moeten duidelijke spelregels maken over Smart Charging om er een grootschalig succes van te maken.



Borg de benodigde data voor Smart Charging

Om Smart Charging mogelijk te maken is communicatie nodig tussen de diverse spelers in de keten. Dit betreft bijvoorbeeld communicatie over de state of charge ►

(grootte accu en mate waarin deze geladen is), de time of departure (ofwel hoe laat wil de consument zijn auto weer vol hebben?), het type elektrische auto, de laadsnelheden (drempelwaarden voor het minimale en maximale vermogen dat aan de elektrische auto kan worden doorgegeven) en voorkeuren van de e-rijder (bijvoorbeeld minimale actieradius die beschikbaar moet zijn). Op dit moment is toegang tot deze data (met name de state of charge) nog niet geregeld en vastgelegd in een technische standaard. Met autofabrikanten moeten specifieke bilaterale afspraken worden gemaakt om de state of charge te ontsluiten.

Zorg voor open toegang en promoot het gebruik van open standaarden in het Smart Charging ecosysteem

In een succesvol Smart Charging ecosysteem kunnen allerlei apparaten met elkaar 'praten' ongeacht het type of merk. Zonnepanelen, home energy management systemen, laadpalen elektrische auto's en backoffices moeten probleemloos met elkaar kunnen communiceren. Door hiervoor open standaarden te gebruiken is wereldwijde uitrol mogelijk, voorkomen we lock-ins en blijft het systeem zich permanent ontwikkelen. Door zelf open protocollen te gebruiken en bij aanbestedingen voor te schrijven, wordt deze ontwikkeling versterkt.

Bescherm de e-rijder en het stroomnet op gebied van cybersecurity

Omdat elektrische auto's en Smart Charging een cruciaal onderdeel van het elektriciteitssysteem worden, moet ook de uitwisseling van data en metingen veilig en betrouwbaar uitgevoerd worden. Voorkomen moet worden dat het systeem via hacks door ongeoorloofde partijen aan te sturen is. De behoefte aan betere beveiliging (cyber security) groeit samen met de wensen van de consument voor een open markt met keuzevrijheid in combinatie met een naadloze service. Bestempel laadinfrastructuur als kritieke infrastructuur. En werk bij aanbestedingen voor publieke laadpunten met de cybersecurity requirements opgesteld door ENCS en ElaadNL.



Optimaliseer opslag in elektrisch voertuig

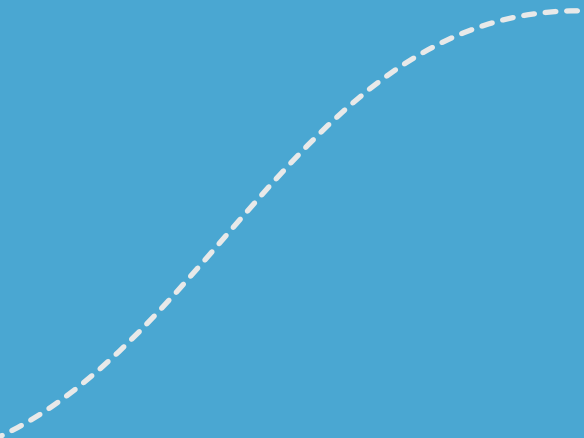
Met het groter worden van de accu's van de elektrische voertuigen, ontstaat er steeds meer ruimte om slim te laden. De accu kan naast het invullen van mobiliteitsvraag ook gebruikt worden als lokale opslag binnen het elektriciteitssysteem. Op dit moment mogen consumenten zelf opgewekte elektriciteit virtueel 'opslaan' op het elektriciteitsnet, doordat zij alleen betalen voor het saldo aan kWh die ze op jaarbasis van het net afnemen (is begrensd door de salderingslimiet). Deze zogenaamde salderingsregeling is succesvol gebleken voor het stimuleren van de aanschaf van zonnepanelen. Maar hiermee is een prikkel verdwenen om de productie van duurzame elektriciteit en het lokale gebruik 'achter te meter' te optimaliseren. Door het salderen bestaat immers geen kostenverschil tussen het tijdelijk opslaan (bijvoorbeeld in de batterijen van een elektrische auto) van de elektriciteit achter de meter (voor eigen gebruik op een later ogenblik) en het invoeden van de geproduceerde stroom op het net, die je mag afstrepen tegen stroom die je van het net vraagt op een later moment. De salderingsregeling wordt herzien in 2023. Zorg dat de nieuwe salderingsregeling ook de juiste prikkels geeft voor Smart Charging.



Prijstransparantie verbetert deelname aan Smart Charging initiatieven

Betere transparantie voor de e-rijder over de huidige kosten van elektrisch rijden zorgt er voor dat de e-rijder het financiële voordeel van een Smart Charging initiatief beter kan beoordelen. Het is voor de e-rijder op dit moment vaak niet duidelijk wat de (opbouw van de achterliggende) kosten zijn voor elektrisch rijden. De e-rijder betaalt een bijdrage aan de energieleverancier (thuis laden) of aan de electric mobility service provider (publiek laden), afhankelijk van de locatie waar hij/zij laadt, maar ziet dit pas achteraf. Hierdoor zijn de kosten op het moment dat de e-rijder wil laden niet duidelijk. Leaserijders die met name publiek laden krijgen daarbij in sommige gevallen nog minder inzicht in hun kosten omdat de leasemaatschappij vaak de rekening ontvangt. Maar ook de belastingen op elektriciteit drukken een zware stempel, immers hoe hoger het totaal energieverbruik op een locatie hoe lager de belasting per kWh. Hier is dus nog veel te verbeteren. Beter inzicht van de prijzen op een bepaald moment versterkt Smart Charging opties omdat de besparingen dan ook inzichtelijker worden.





Versterken financiële prikkel

E-rijders betalen op dit moment een vast tarief voor hun elektriciteit of hebben een dag- nachttarief. Smart Charging biedt de kans om hun elektriciteitsverbruik beter af te stemmen op de beschikbaarheid van (duurzame) elektriciteit door vooral te laden op die tijden dat er 'goedkope' elektriciteit is. En als V2G wordt toegepast is op een ander tijdstip terug leveren ook mogelijk.

Flexibele tarieven voor het gebruik van stroom kunnen een prijsprikkel geven om hun verbruik beter aan te laten sluiten bij het aanbod. In de praktijk wordt dit nog slechts op kleine schaal toegepast. Het Rijk, gemeenten en provincies zouden deze prikkel via aanbestedingen van laadinfrastructuur kunnen doorgeven aan de e-rijders. Goedkoper laden als de stroomprijzen lager zijn.

Daarbij lijken kwartierprijzen slechts een beperkte prijsprikkel te geven omdat het grootste deel van de kosten per kWh uit belastingen bestaat (energiebelasting en BTW). Hierdoor is het verschil in de tarieven per kwartier nog beperkt.

Een bijzondere situatie ontstaat wanneer de elektrische auto wordt gebruikt voor bi-directioneel laden (V2G). Bijvoorbeeld in het geval stroom eerst in de auto wordt geladen via een publieke laadpaal, dan terug geleverd aan het net, en dan weer in de auto geladen. De e-rijder zou dan meerdere keren energiebelasting moeten betalen over dezelfde stroom. Dit heeft directe impact op Smart Charging: het is zo voor e-rijders financieel niet aantrekkelijk om hun elektrische auto beschikbaar te stellen voor bi-directioneel laden. Ze betalen minimaal twee keer energiebelasting over dezelfde stroom. Daar moet een einde aan komen.

Tot slot

Er is nog veel te doen om Smart Charging de norm te maken en miljoenen elektrische auto's probleemloos en duurzaam op te laden. Maar met deze 10 punten moeten we een heel eind komen.

We roepen iedereen op die betrokken is bij het zich ontwikkelende Smart Charging ecosysteem om hieraan een steentje bij te dragen, in het bijzonder de nationale en Europese overheid. Wetten en regels komen uit een heel andere tijd en zouden een mooie, duurzame innovatie als Smart Charging niet in de weg moeten staan.

ElaadNL werkt hierbij graag samen en draagt een steentje bij met onderzoek naar en verdere innovatie van Smart Charging. Zo maken we de elektrische auto een succesvol onderdeel van een volledig duurzaam energiesysteem van de toekomst!



Lijst met afkortingen

A Ampère

AC Alternating Current: wisselspanning

ADR Automated Demand Response

CPM Charge Point Manufacturer:
laadpaal fabrikant

CPO Charge Point Operator

DC Direct Current: gelijkspanning

DLT Distributed Ledger Technology

DSO Distribution System Operator:
regionale netbeheerder

EMS Energy Management System

EMSP E-Mobility Service Provider

EV Electric Vehicle

EVSE Electrical Vehicle Supply
Equipment

GWh Gigawattuur

HS Hoogspanning

Hz Herz

kW Kilowatt

kWh Kilowattuur

LV Laagspanning

MS Middenspanning

MSP Mobility Service Provider

OCHP Open Clearing House Protocol

OCPI Open Charge Point Interface

OCPP Open Charge Point Protocol

OEM Original Equipment
Manufacturer: autofabrikant

OSCP Open Smart Charging Protocol

TSO Transmission System Operator:
landelijke netbeheerder (Tennet)

TWh Terawattuur

V2G Vehicle to Grid

V2H Vehicle to Home

V2X Vehicle to Anything



Over ElaadNL



Kennis- en innovatiecentrum ElaadNL onderzoekt en test de mogelijkheden voor Smart Charging: elektrische auto's betrouwbaar, betaalbaar en duurzaam opladen. ElaadNL is een initiatief van de gezamenlijke Nederlandse netbeheerders.



ElaadNL is een initiatief van:



De in deze uitgave beschreven Smart Charging projecten worden uitgevoerd door een reeks enthousiaste partners die we vanwege de leesbaarheid niet allemaal opgesomd hebben. De waardering om ieders inzet is er niet minder om!

EEN UITGAVE
TER GELEGENHEID VAN



