

Smart charging

Het totale Nederlandse wagenpark groeit naar ruim 10 miljoen elektrische personenauto's, 1 miljoen bestelauto's en ruim 100.000 vrachtauto's in 2050. Als al deze voertuigen tegelijkertijd zouden opladen zou de gehele elektrische infrastructuur ongeveer met factor 4 uitgebreid moeten worden. Dat is onnodig duur, qua maakbaarheid een enorme uitdaging en ook niet nodig omdat veel voertuigen lang genoeg stil staan om de laadvraag te kunnen spreiden. Als we elektrische voertuigen op een slimme manier opladen zijn minder netinvesteringen nodig.

Smart Charging betekent dat het laden van een elektrisch voertuig wordt aangestuurd; het voertuig laadt dan soms langzamer dan nominaal zou kunnen, of helemaal niet. Dit laatste is het geval als het laden wordt gepauzeerd of tot een bepaald tijdstip wordt uitgesteld. Een stuursignaal geeft aan wanneer en met welke snelheid een elektrische auto wordt opgeladen. De sturing kan bijvoorbeeld plaats vinden op basis van productie van duurzame stroom uit zon en wind, beschikbare transportcapaciteit op het elektriciteitsnet of energieprijzen.

In deze paper wordt eerst een generieke beschrijving van smart charging gegeven; daarna wordt ingezoomd op de toepassing bij laadpleinen en binnen een energy hub die gebruik maakt van het EIGEN-platform.

Vierlagenmodel

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

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

Technische laag

De technische laag gaat over de aanwezige componenten die Smart Charging technisch mogelijk moeten maken, de mogelijkheden en beperkingen die de techniek geeft en de data. In het Smart Charging ecosysteem moeten onderdelen zitten die een stuursignaal geven of ontvangen, bijvoorbeeld in laadpunt, voertuig en energiemanagementsysteem.

De intelligentie kan lokaal ingebouwd zitten in bijvoorbeeld het laadpunt en kan dan stand-alone opereren. Een basale vorm hiervan is *local load balancing* waarbij de laadstroom d.m.v. hardware wordt afgestemd op wijzigingen in de capaciteit van de voeding, of het beschikbare vermogen wordt verdeeld over meerdere laadpunten (sockets).

De intelligentie kan ook centraal zitten, meerdere laadpunten en/of auto's aansturen (zoals op een laadplein) en interacteren met andere systemen zoals een Energie Management Systeem (EMS), andere deelnemers aan een energiehubs of de energiemarkten.

De maximale of nominale laadsnelheid wordt bepaald door meerdere factoren:

- de auto
- het laadpunt
- de capaciteit van de voeding van het laadpunt.

De meest beperkende van deze drie factoren bepaalt het maximale laadvermogen. Bijvoorbeeld: als de auto met 11 kW kan laden, het laadpunt 22 kW zou kunnen leveren en de voeding 3x35A is dan is de auto de limiterende factor.

In het laadprotocol IEC 61851 staat ook een harde ondergrens van 6A per fase; voor een auto die met drie fasen laadt is het minimale vermogen dus 4,1 kW. Met smart charging (bij laden met 3 fasen) kun je in dit voorbeeld moduleren tussen 4,1 en 11 kW, óf het laden helemaal pauzeren (met 2 kW laden is niet mogelijk).

De meest gebruikte vorm van smart charging is dat er vanuit de backoffice van de Charge Point Operator (CPO) een profiel naar het laadpunt wordt gestuurd. Bijvoorbeeld: er mag tussen 17 en 21 u maar met 6A geladen worden. De laadstrategie achter dat profiel baseert de CPO op zijn cont(r)acten met diverse stakeholders.

Echter, het stuursignaal kan ook aan de auto gegeven worden ('car centric smart charging') of vanuit een EMS. Dat kan een gebouwgebonden EMS zijn of een breder opgezet EMS van een energy hub.

Enkele technische aspecten om rekening mee te houden zijn:

- Het PWM-signaal¹ 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 automodel.
- Daarnaast geldt voor sommige automodellen een hogere minimale stroomsterkte bijv. 12A.
- Het is 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 voor of achter, dan gedraagt deze zich anders dan verwacht.
- Als de laadstroom kleiner is dan nominaal (meestal 16A) daalt de power factor vaak en kan eventuele (supra)harmonische emissie toenemen.

Onder de technische laag vallen ook data, bijvoorbeeld:

- de State-of-Charge (SoC) van de batterij
- de user-id van de EV-rijder
- facturatiedetails over de laadsessie: begintijd, eindtijd, kWh geladen
- het beschikbare vermogen van lokale zonnepanelen
- beschikbare capaciteit van de voeding
- de gebruikerswens t.a.v. de vertrektijd voor de volgende rit
- enz.

Daarnaast zijn er mogelijk interfaces met een EMS of een rittenplanningssysteem.

Communicatielaag

De tweede laag betreft de communicatie tussen apparaten (laadpunt, voertuig, EMS enz.). Deze laag geeft invulling aan welke routes een slim laden stuursignaal kan volgen en welke protocollen hiervoor nodig zijn. Deze communicatie moet veilig zijn, dus goede cybersecurity is in deze laag ook van groot belang.

¹ Pulsbreedte modulatie, bedoeld om met een digitale input een analoog proces aan te sturen

Meestal gaat het om communicatie tussen de CPO en het laadpunt. Hiervoor wordt doorgaans het Open Charge Point Protocol (OCPP) gebruikt echter sommige laadpuntfabrikanten van met name snelladers gebruiken een eigen protocol

Bij *car centric smart charging* stuurt de partij die flexibiliteit wil een laadprofiel naar de autofabrikant; deze kan de instructies doorsturen naar de auto. Op basis van de GPS-coördinaten van de auto's kan de autofabrikant smart charging in een bepaald geografisch gebied bieden.

Als het stuursignaal komt vanuit een EMS zijn diverse protocollen/interfaces bruikbaar: Lonworks, Bacnet, KNX, EEBus SPINE (vooral bij woningen), ECHONET, Modbus en S2. Laatstgenoemde protocol is door TNO ontwikkeld met als doel om een breed spectrum van apparaten (laadpunten, warmtepompen, zonnepanelen, thuisbatterijen, witgoed) aanstuurbaar te maken.

Open ADR (Open Automated Demand Response) is een open standaard voor het uitwisselen van demand response-signalen. Hiermee kunnen Smart Charging signalen verstuurd worden tussen partijen, bijvoorbeeld vanuit de netbeheerder (DSO) naar een laadpuntbeheerder (CPO). 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.

Voor de communicatie tussen auto en laadpunt werd tot nu toe IEC 61851 gebruikt. Voor AC (mode 3) laden verloopt deze communicatie d.m.v. een PWM-signaal; er is dan geen toegang tot het *Battery Management System* in de auto. Bij snelladen (mode 4) en het nieuwe protocol ISO 15118 is er wel echte datacommunicatie tussen auto en laadpunt. Dit biedt extra mogelijkheden voor smart charging omdat dan rekening gehouden kan worden met de SoC van de auto. Ook Vehicle-to-Grid (V2G) wordt mogelijk gemaakt met ISO 15118.

Ten slotte zijn er nog cloudverbindingen voor gebruikersapps en het Open Charge Point Interface-protocol (OCPI) dat wordt gebruikt voor (real time) verbindingen tussen CPO's, laaddienstverleners en roamingplatforms.

Organisatorische laag

De derde laag gaat over hoe we het allemaal organiseren. Wie geeft er stuursignalen met welke profielen en strategieën? Wie bepaalt de prioriteiten?

Er zijn meerdere partijen die belang hebben bij Smart Charging: de automobilist, de autofabrikant, de laadpuntexploitant, de gemeente, de netbeheerder, de energieleverancier, een eventuele 'aggregator', enzovoort. Deze belangen kunnen soms gelijk op lopen maar kunnen ook tegenstrijdig zijn. Voor optimalisatie richting alle stakeholders is intelligente, geautomatiseerde besluitvorming in te zetten.

Om te beginnen de EV-rijder, wagenparkbeheerder of vlootplanner. Deze wil zijn voorkeuren t.a.v. smart charging aangeven: wanneer is zijn volgende rit, wat moet de SoC bij vertrek zijn, moet er bij voorkeur geladen worden als de zonnepanelen energie leveren, is er een koppeling met een dynamisch energiecontract? Bij veel smart charging pilots voor particulieren is aan de EV-rijder de mogelijkheid geboden het smart charging profiel te overrulen. Dat geeft consumenten *peace-of-mind* ('als het nodig is kan ik toch maximaal opladen') echter in de praktijk wordt er van deze mogelijkheid nauwelijks gebruik gemaakt.

De vlootplanner van een logistiek bedrijf kijkt vooral naar de ritplanning en naar kostenoptimalisatie.

Dan is er de CPO. Als deze zelf de energie inkoopt voor het laadpunt is er een sterke prikkel om het laden af te stemmen op de EPEX-prijzen.

De netbeheerder wil graag piekbelastingen op het net voorkomen en kan daartoe stuursignalen aan CPO's sturen. *Pooling* is een nieuwe interessante optie: hierbij spreekt de netbeheerder met de CPO af dat deze een bepaald maximum vermogen mag verdelen over een aantal laadpunten die op dezelfde kabel of achter hetzelfde transformatorstation zitten. De CPO kan dan de ene auto meer vermogen geven en de andere auto minder. Er is overigens nog geen regulier vergoedingsmodel voor deze flexibiliteit die de CPO aan de netbeheerder biedt.

Steeds meer autofabrikanten richten energiedivisies op en streven naar verticale ketenintegratie: van energieproductie tot en met aansturing van laadpunten. Dit wordt extra interessant als V2G/V2H(ome) straks grootschalig wordt uitgerold.

Er zijn ook nieuwe marktrollen zoals *aggregators* en *flexibility service providers*. Ook deze zullen hun rol pakken in het smart charging ecosysteem.

Bij een energiehub op een bedrijventerrein, het focusonderwerp van EIGEN, werken bedrijven samen op het gebied van energiemanagement. De smart charging strategie kan hierop afgestemd worden en de stuursignalen van het EMS kunnen gekoppeld worden aan de laadinfrastructuur.

Juridische laag

Deze laag 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 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.

De individuele EV-rijder heeft meestal een 'laadcontract' bij een serviceprovider van wie hij een laadpas of andere authenticatievorm ontvangt. Deze serviceprovider heeft contracten met alle CPOs en vaak ook met internationale roamingplatforms.

Thuislaadpunten zitten 'achter de meter' op een reguliere kleinverbruikaansluiting van bijv. 3x25A. Doordat een kleinverbruiker een vast bedrag per jaar betaalt aan de netbeheerder kan deze geen prijsprikkel afgeven voor smart charging. Daarom wordt nu gekeken naar nieuwe kleinverbruiktarieven waarbij de gebruiker betaalt afhankelijk van zijn profiel van vermogensafname.

Ook voor de logistieke sector zijn speciale contracten nodig: niet alle bestel- en vrachtwagens laden op eigen terrein, bij eigen laadpalen achter de eigen netaansluiting van het bedrijf. Vaak staan de wagens van vervoerders 's nachts bij de verlader gestald en soms wordt de laadinfrastructuur van een bedrijf overdag beschikbaar gesteld aan derden. Hiervoor zijn speciale contracten nodig waarin niet alleen de spelregels voor het gebruik van de laadpalen en de tarieven worden vastgelegd maar ook aansprakelijkheden.

Laadpleinen

Een laadplein is een cluster laadpunten met een gemeenschappelijke voeding. Dit kunnen zowel AC-laadpunten als DC-laders zijn. Er zijn laadpleinen in de openbare ruimte (publieke laadpunten), op private grond (bij bedrijven of horeca) en inpandig in parkeergarages. Logistieke bedrijven met meerdere elektrische trucks en OV-busremises hebben vaak een laadplein met DC-laders.

Meestal is de capaciteit van de voeding van een laadplein kleiner dan de som van de individuele vermogens van de laadpunten. Daardoor is lokaal energiemanagement nodig en wordt het vermogen op basis van een bepaalde strategie of algoritme verdeeld over de laadpunten en de voertuigen. Dit

energiemanagementsysteem van het laadplein kan op zijn beurt weer gekoppeld zijn aan een EMS van een gebouw of zelfs van een energiehub. Daarbij kan het EMS het vermogen dat aan het laadplein wordt toegekend reduceren, waarop het managementsysteem van het laadplein dat beperktere vermogen zal herverdelen over de aangesloten laadpunten.

Toepassing smart charging binnen EIGEN

Binnen EIGEN zal een integraal EMS-platform voor een energy hub op een bedrijventerrein worden ingericht. Ook eventuele lokale duurzame energieproductie wordt geïntegreerd in het EMS evenals capaciteitsbeperkende sturing vanuit de netbeheerder. Dit EIGEN-energy hub platform verdeelt vervolgens de energie over de verschillende aangesloten afnemers. Een logistiek laadplein kan gezien worden als zo'n afnemer, zelfs als dit fysiek 'achter de meter' zit bij een van de deelnemende bedrijven. Uiteraard kan ook een laadplein in de openbare ruimte met een eigen netaansluiting deel uitmaken van de EIGEN energiehub. In beide gevallen zal het EIGEN-EMS stuursignalen sturen naar de CPO van de laadpalen; deze verdeelt vervolgens het vermogen over de individuele laadpunten, mede op basis van technische laadspecificaties van voertuigen, gebruikerswensen, rittenpatronen enz. De sturing vanuit het EIGEN-platform aan de CPO kan op twee manieren plaatsvinden: door middel van vaste setpoints en dynamisch, op basis van de actuele situatie.

Lijst met afkortingen

AC Alternating Current: wisselspanning

ADR Automated Demand Response

CPM Charge Point Manufacturer: laadpaal fabrikant

CPO Charge Point Operator

DC Direct Current: gelijkspanning

EMS Energy Management System

EMSP E-Mobility Service Provider

EV Electric Vehicle

MSP Mobility Service Provider

OCPI Open Charge Point Interface

OCPP Open Charge Point Protocol

OEM Original Equipment Manufacturer: autofabrikant

V2G Vehicle to Grid

V2H Vehicle to Home

V2X Vehicle to Anything