



Flexpower



WAT NEDERLAND NODIG HEEFT



De elektrische auto is een belangrijk wapen in de strijd tegen de uitstoot van CO2. Niet alleen wordt mobiliteit in de toekomst minder afhankelijk van steeds schaarser wordende fossiele brandstoffen, de elektrische auto heeft nog veel meer in zijn mars. Elektrische auto's kunnen slim laden; energie opslaan in de batterijen wanneer het aanbod van (duurzame) energie het grootst is en daarmee het elektriciteitsnet optimaal benutten. Daar is flexibiliteit voor nodig, flexibele EV-rijders, flexibele netbeheerders en flexibele laadsnelheden. In Amsterdam wordt flexibel en slim laden nu getest in het project Flexpower. In deze longread gaan we in op deze interessante proef die veel kan betekenen voor de toekomst van mobiliteit in Nederland.

Net zoals auto's op de snelweg en treinen op het spoor kent energie spitstijden op het netwerk: twee piekmomenten op een dag waarop het energieverbruik voor een korte periode sterk toeneemt. Deze vinden grofweg plaats vlak voor de ochtendspits en net na de avondspits in het verkeer. Wanneer mensen 's ochtends opstaan, douchen, koffiezetten, hun mail checken en hun brood roosteren. En wanneer mensen thuiskomen televisie aanzetten, gaan koken en nog een keer hun mail checken. Buiten deze spitstijden is het rustiger op het netwerk.



FLEXIBEL LADEN

Amsterdam bereidt zich samen met Nuon, Liander en ElaadNL voor op een verwachte toename van elektrische auto's in de stad en het gebruik van meer lokaal opgewekte duurzame energie in de komende jaren. Op 1 maart 2017 startte Amsterdam met het 'flexibel laden' van elektrische auto's. Dit betekent dat laadpunten het laden van elektrische auto's afstemmen op de totale vraag en aanbod van energie. Deze proef biedt ook een kijkje in de toekomst waarbij duurzame stroom efficiënt wordt gebruikt en opgeslagen in de 'rijdende batterijen' als onderdeel van ons gehele stroomnet.

Binnen het project Flexpower Amsterdam is onderzocht of het mogelijk is om de snelheid van het laden aan te passen aan de beschikbaarheid van energie op het stroomnet. Hiervoor werd een aantal laadpalen voorzien van speciale software waarmee de laadsnelheid gedurende de dag kan veranderen. Sneller laden buiten de piek en iets langzamer gedurende de piek. De resultaten zijn zeer positief.

SLIM LADEN = SNELLER LADEN

In de proef werden de piektijden vastgesteld op de periodes 7:00 tot 9:00 uur en 17:00 tot 20:00 uur. Het net laat sneller laden buiten de piekuren ruimhartig toe en kan de vraag makkelijk aan. Onderzoek wijst uit dat de meeste mensen hun auto normaliter overdag tijdens hun werk laden, of 's nachts. Dat betekent dat de Amsterdammers in de flexproef groot voordeel behaalden door buiten de piekuren hun auto's te laden. Want in die tijd is er voldoende stroomaanbod op het net om de accu's sneller te laden dan gemiddeld. Uit het onderzoek blijkt dat 86,5% van de volledig elektrische auto's kon profiteren van een hoger laadvermogen en daardoor meer energie in dezelfde tijd kon laden. De laadsnelheid steeg daarbij met 45% van gemiddeld 4,05 kW naar 5,86 kW. Slechts 13% van de volledig elektrische auto's laadde minder energie. Dat wordt voornamelijk veroorzaakt door korte laadsessies tijdens de avondpiek. 0,5% van de volledig elektrische auto's laadde precies evenveel

energie. Bij de plug-in hybride auto's laadde 89,3% eenzelfde hoeveelheid energie. Door de relatief kleine batterij van plug-in hybrides staan zij meestal veel langer aan de laadpaal dan nodig is om de accu weer vol te laden. Daarbij moet opgemerkt worden dat de huidige verhouding van aantal volledig elektrische auto's vs. plug-in hybrides niet representatief is voor de nabije toekomst. Voor Amsterdam is namelijk 90% plug-in hybride (PHEV) en 10% volledig elektrisch (BEV), voor de toekomst zal het laatste aandeel fors stijgen en dat is ook de reden en de noodzaak voor Flexpower.

Gedurende het onderzoek bleek ook dat het gedrag van de EV-rijders veranderde. Auto's werden sneller opgeladen en dat bleek voor EV-rijders een reden om minder lang gebruik te maken van de laadplek. Zo voorzagen de flexibel ladende palen meer verschillende auto's van stroom dan de reguliere palen. De laadpalen kunnen dus meer energie aan meer verschillende auto's leveren op een dag.

DE NOODZAAK VAN EEN FLEXIBEL NET

Wat de positieve resultaten van het Flexpower project duidelijk laten zien is dat flexibiliteit de sleutel is naar een duurzame toekomst. Om deze flexibiliteit te realiseren moest de gemeente Amsterdam wel een aantal drempels over. Een van de belangrijkste aanpassingen was de mogelijkheid om een gunstig geprijsde aansluiting te realiseren op voorwaarde dat de belasting beperkt blijft op piekmomenten. In principe mogen netbeheerders alleen maar aansluitingen leveren die altijd in staat zijn om altijd op vol vermogen energie te leveren. Huishoudens maken hier nooit gebruik van – de maximale capaciteit wordt niet gebruikt – maar netbeheerders hebben wel deze verplichting. Het aansluiten van steeds meer grote energieafnemers zoals elektrische auto's heeft echter een grote impact op het netwerk, zodat flexibiliteit noodzakelijk gaat worden, met name gedurende piekbelasting. In de proef werd gebruik gemaakt van de 'grotere' aansluiting van 3x35 ampère. Een normale huisaansluiting is 3x25 ampère. Hierdoor was het mogelijk om meer te variëren in de laadsnelheid.

WIE LAADT HOE SNEL?

Alle elektrische auto's (zowel full electric als hybride) kunnen bij de palen uit de proef laden. De meeste huidige elektrische auto's kunnen maximaal 1x16A laden; deze auto's blijven op dezelfde snelheid laden en kunnen dus niet profiteren van de extra aangeboden laadsnelheid. Deze proef richt zich met name op de volgende generaties volledige elektrische auto's, met grotere accu's en hogere laadsnelheid zoals de Tesla.

Een Renault Zoë kan bijvoorbeeld maximaal een actieradius van 215 km/uur (= 43kW = 3X63A) laden. Met een 3X35A aansluiting kan in deze proef een auto maximaal met een radius van 110km/uur (=22kW = 3X32A) laden. Indien er 2 auto's gelijktijdig aan een laadpaal staan, kunnen deze beiden met 55 km/uur (=11kW = 3X16A) laden.

OPZET PROEF

Voor de proef zijn de hardware en software van 100 laadpalen in Amsterdam (elk voorzien van twee laadpunten) aangepast. De meeste laadpalen in Amsterdam hebben een reguliere 3*25A aansluiting op het stroomnet. De laadpalen in de proef kregen een 3*35A netaansluiting om op hoger vermogen (24,2kw), en daarmee sneller te kunnen laden. De laadpalen zijn geschikt voor het laden van maximaal 22 kW op beide sockets (niet gelijktijdig). De laadpalen in de proef werden als eerste in de wereld voorzien van het OCPP 1.6 protocol. Met dit protocol werd het mogelijk om op een standaard wijze de laadtransactie aan te sturen volgens een vooraf vastgesteld capaciteitsprofiel. Dit profiel bepaalt dat er gedurende de 'spitstijden' – de momenten waarop er veel vraag is naar stroom op het net – langzamer wordt geladen, en buiten de spits sneller. Ons stroomnet is ontworpen om het hoogste gebruik in een jaar te kunnen doorstaan. Er zijn hierbij lokaal grote verschillen. Bij het vaststellen van de piektijden is hiermee rekening gehouden. Het profiel speelt dus in op het verwachte lokale stroomverbruik in een straat. Dit betekent bijvoorbeeld dat in het weekend of op feestdagen (als het minder druk is op elektriciteitsnet) geen sprake is van lagere capaciteit. Ook wordt rekening gehouden met de seizoenen, in de zomer is het minder druk dan in

WINTER SEASON



FIGUUR : FLEXPPOWER PROFIELN ZOALS TOEGEPAST IN FLEXPPOWER AMSTERDAM

de winter. Op weekdays is er wel een beperking in capaciteit, maar het exacte tijdstip is mede afhankelijk van de verwachte piekbelasting in een straat. De spijtijden voor deze proef in Amsterdam zijn bijvoorbeeld allemaal doordeweeks vastgesteld ergens tussen 7:00 tot 9:00 uur en 17:00 tot 20:00 uur. In de spijtijden werd de capaciteit op de laadpalen verlaagd tot 5,5kW (3*8A).

De laadpalen maken daarnaast gebruik van softwarematige selectiviteit. Dit is een technische aanpassing van het beveiligingssysteem en bedoeld voor situaties wanneer er ergens overbelasting plaats vindt. Het huidige beveiligingssysteem is zichtbaar in een meterkast. Alléén de groep waar een overbelasting plaatsvindt, wordt door middel

van de zekering uitgeschakeld, terwijl de andere groepen geen hinder ondervinden. In de laadpalen in de proef zijn de groepszekeringen van 16A verwijderd. Vervolgens zorgt speciale software ervoor dat zo veel mogelijk auto's zo snel mogelijk en ook veilig kunnen laden zonder dat er overbelasting plaatsvindt.

Tot slot zijn alle laadpalen binnen de proef voorzien van een slimme meter die per 15 minuten data verzamelt door middel van een netwerk van open protocollen voor de communicatie tussen netbeheerder, laadpaalexploitant, e-rijder en laadstation. Hierdoor kunnen alle laadgegevens geanalyseerd worden.

EERSTE RESULTATEN

Naar aanleiding van het onderzoek naar de effecten van flexibel laden voor netbeheerders en EV-rijders kunnen zes conclusies getrokken worden:

1. Gemiddeld laden auto's bij een laadpaal die flexibel of slim laadt, sneller op.
2. Gebruikers ondervinden geen hinder van flexibel laden, ook niet met hybride auto's. Berijders van volledig elektrische auto's ervaren een hogere gemiddelde laadsnelheid en hoeven hierdoor korter te laden.
3. Door (flexibel) te laden, kunnen de kosten voor het gebruik van een laadpaal verdeeld worden over meer kWh.
4. Slim laden zou de bezettingsgraad van laadpalen kunnen verbeteren doordat auto's buiten de spits sneller volgeladen worden.
5. Bij flexibel oftewel slim laden kan het gebruik van het elektriciteitsnet verbeterd worden zonder dat de capaciteit uitgebreid hoeft te worden.
6. Doordat er sneller én meer overdag wordt geladen, wordt er automatisch ook meer geladen op elektriciteit opgewekt door de zon.

WAT BLIJKT IN DE PRAKTIJK?

Deze conclusies geven een goed beeld van slim laden en laadgedrag in de praktijk. Zo blijkt dat het merendeel van de elektrische auto's al buiten de spits opgeladen wordt. Dat betekent dat deze auto's dus altijd sneller worden geladen wanneer de elektrische auto dat toelaat.

Het betekent ook dat de hinder voor mensen minimaal is. Slechts 2% van de gebruikers kreeg te maken met een langzamer ladende auto omdat deze enkel in de spits aan de laadpaal stond. Dit is zeer opvallend omdat de laadsnelheid in de spits significant lager is (soms wel tot 75% lager). Voor veel gebruikte laadpalen in het centrum heeft dat zeker invloed, maar toch blijft de gemiddelde laadsnelheid overall hoger. Sneller laden betekent immers meer energie in een kortere tijd. Het effect van de conclusie "lagere kosten voor laden buiten de spits" is nog minimaal, maar het ligt wel in de lijn der



verwachting dat er een signifikanter verschil zichtbaar wordt omdat meer volume zal leiden tot lagere kosten. Het tegendeel (hogere kosten bij hoog volume) lijkt in elk geval uitgesloten.

Opvallend is de conclusie "Slim laden zou de bezettingsgraad van laadpalen kunnen verbeteren"; door sneller te laden worden EV-rijders in staat gesteld om eerder te vertrekken en plaats te maken voor een andere auto. Hierdoor konden aan de flexibele laadpalen meer verschillende auto's geladen. Met meer onderzoek hopen we hier meer inzicht in te krijgen.

Voorgaande conclusies en de conclusie dat bij flexibel - oftewel slim laden - het gebruik van het stroomnet verbeterd kan worden zonder dat de capaciteit uitgebreid hoeft te worden, bieden een zeer positieve blik op de toekomst. In plaats van dure investeringen in uitbreidingen van aansluitingen, kabels en het gehele stroomnetwerk, kan dus met eenvoudige middelen de balans tussen vraag en aanbod worden behouden, ook al stijgen beiden en zal het volume en de fluctuaties in aanbod toenemen.

Uiteindelijk dringt het duurzame aspect duidelijk door, doordat er sneller én meer overdag wordt geladen en er daardoor ook meer geladen wordt op elektriciteit opgewekt door de zon. Om de conclusies uit het onderzoek verder te testen in de praktijk is het van belang dat gemeenten en netbeheerders gezamenlijk nieuwe afspraken maken over elektriciteitsaansluitingen die in de toekomst deze flexibiliteit kunnen garanderen.

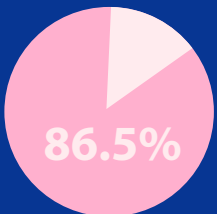


KENGETALLEN IN HET KORT

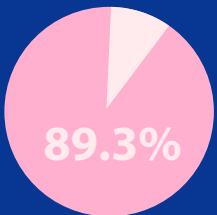
Ons elektriciteitsnet

De avondpiek tussen 17:00 en 20:00 is niet verder gestegen. Wel zien we dat de avondpiek op werkdagen langer wordt en direct na 20:00uur af en toe zelfs stijgt. Dit komt omdat elektrische auto's dan weer sneller kunnen laden. We hebben hiervan geleerd dat we na de avondpiek iets rustiger de laadsnelheid moeten verhogen.

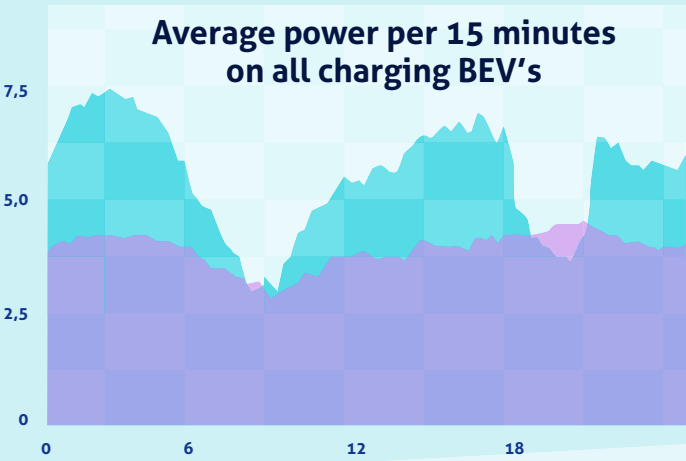
20:00



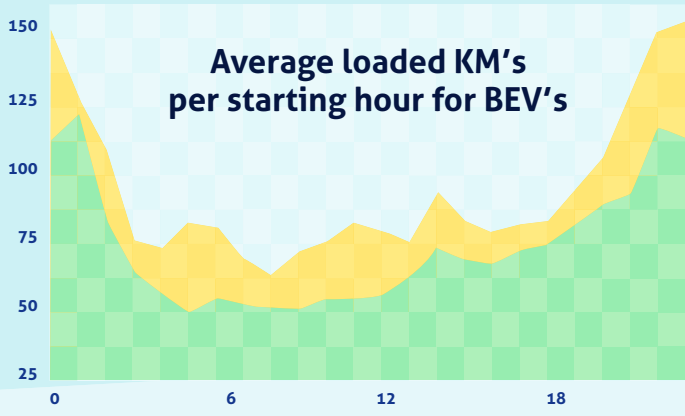
86.5% van de volledige elektrische auto's blijken meer elektriciteit te hebben geladen in kortere tijd. De hogere laadsnelheid buiten de piek zorgt ervoor dat de lagere laadsnelheid tijdens de piek meer dan wordt goedgemaakt.



89.3% van alle hybride elektrische auto's merken geen verschil. Deze auto's kunnen technisch niet sneller laden en zouden last kunnen hebben van de lagere laadsnelheden. In de praktijk blijkt echter deze auto's bijna altijd langer aan een laadpaal staan dan nodig is om de relatief kleine accu volledig op te laden.



FLEX POWER
REGULAR



FLEX POWER
REGULAR

Pilot

De uitkomsten zijn zeer veelbelovend!

1,5 JAAR



Uitgevoerd op 200 laadpunten in Amsterdam Centrum, West, Nieuw West en Zuid

8.046

unieke gebruikers hebben meegedaan aan de proef



224.006 kWh

geladen door laadpalen met FlexPower profiel



36.041 transacties

19.415 BEV

16.625 PHEV



gemiddelde laadsnelheid voor BEV is gestegen met 45%

Door een hogere laad snelheid tijdens de dag, wordt "spontaan" meer elektriciteit uit zonnepanelen wordt geladen

Voorgaande conclusies en de conclusie dat bij flexibel - oftewel slim laden - het gebruik van het stroomnet verbeterd kan worden zonder dat de capaciteit uitgebreid hoeft te worden, bieden een zeer positieve blik op de toekomst. In plaats van dure investeringen in uitbreidingen van aansluitingen, kabels en het gehele stroomnetwerk, kan dus met eenvoudige middelen de balans tussen vraag en aanbod worden behouden, ook al stijgen beiden en zal het volume en de fluctuaties in aanbod toenemen.

Uiteindelijk dringt het duurzame aspect duidelijk door, doordat er sneller én meer overdag wordt geladen en er daardoor ook meer geladen wordt op elektriciteit opgewekt door de zon. Om de conclusies uit het onderzoek verder te testen in de praktijk is het van belang dat gemeenten en netbeheerders gezamenlijk nieuwe afspraken maken over elektriciteitsaansluitingen die in de toekomst deze flexibiliteit kunnen garanderen.

TOEKOMST IN ZON EN WIND

ElaadNL houdt zich al sinds 2009 bezig met het voorbereiden van de Nederlandse laadinfrastructuur op de onvermijdelijke komst van de elektrische auto. De afgelopen jaren is daarbij het belang van slim laden de boventoon gaan voeren. Flexpower Amsterdam is hier een resultaat van, maar voor ElaadNL is de succesvolle proef ook het begin van een groter traject richting optimale inzet van duurzame energie.

"TIMING IS EVERYTHING"

zegt Frank Geerts, als programmamanager Smart Charging bij ElaadNL betrokken bij het Flexpowerproject

"Het blijkt dat het mogelijk is om de laadsnelheid aan te passen aan de beschikbaarheid van energie op het net, zonder dat de gebruiker er last van heeft. Dit is niet alleen een manier om overbelasting op het net te vermijden, het zet ook de deur open voor optimaler gebruik van duurzame energie: zon- en windenergie rechtstreeks de auto-accu's in wanneer deze volop beschikbaar zijn!"

Met het idee van selectieve capaciteitsprofielen is het in de nabije toekomst namelijk ook mogelijk om actief in te zetten op energie uit wind en zon. Overdag, wanneer de windmolens volop draaien en de zon volop schijnt, kunnen de laadprofielen aangepast worden zodat deze energie rechtstreeks in de batterijen van de auto's belandt. Laadt men deze energie wanneer het goed beschikbaar is en de vraag op het elektriciteitsnet nog niet zo groot is, dan is dit de meest efficiënte manier om duurzame energie in te zetten: rijden op zon en wind. Maar dat is pas de eerste stap. Een andere techniek die ElaadNL als toekomstige toepassing ziet is het zogenoemde 'vehicle-to-grid'. Stel

u voor: Uw auto laadt overdag, buiten de spits haar batterij met energie van een nabijgelegen zonneveld. U rijdt 's avonds weer naar huis en sluit uw auto aan op uw eigen huisnetwerk waarbij u uw woning verlicht en verwarmt met de duurzame energie uit de batterij. Uw auto houdt genoeg stroom over voor de volgende ochtend en eenmaal op plaats van bestemming laadt u weer op. Deze toekomst is minder ver weg dan u denkt: de batterijen in de elektrische auto's van nu en de komende jaren worden steeds groter, vergroten daarmee de actieradius van de auto's, maar geven ook de mogelijkheid om meer te doen met extra energie. De Flexpower proef laat zien dat het

netwerk in ieder geval geschikt is voor slim laden van grotere batterijen op efficiënte tijden.

SLIM LADEN MET EEN FLEXIBEL NETWERK

Wanneer het gaat om de betrouwbaarheid en stabiliteit van het net, dan is het enige alternatief voor Smart Charging netverzwaring. Daarbij zou de overheid samen met de netbeheerders fors moeten investeren in het uitbreiden van de capaciteit van het bestaande net. Dit is zeer kostbaar en niet zinvol wanneer men zich bedenkt dat de problemen vooral zitten in de

WAAROM AMSTERDAM?

Amsterdam heeft een uniek en uitgebreid openbaar netwerk van ongeveer 3.000 oplaadpunten. Dit netwerk biedt de perfecte omgeving om innovaties als deze op grote schaal uit te voeren.

- Deze proef richt zich op de volgende generatie volledig elektrische auto's. Deze auto's hebben een grotere accu (>60kWh) met hogere laadsnelheid (3 fasen – 11kW). In Amsterdam rijden al veel van deze volledige elektrische auto's, bijvoorbeeld de Tesla taxi's van Schiphol.
- In Amsterdam zijn er weinig huizen die beschikken over een eigen parkeergelegenheid. Om een elektrische auto op te kunnen laden is men daarom vooral afhankelijk van de laadpunten in de openbare ruimte.
- Op basis van de verzamelde data over de afgelopen vijf jaar weet de stad hoe oplaadpunten worden gebruikt, de zogenoemde laad- en locatieprofielen.

Op basis van deze data zijn laadpunten geselecteerd waar veel volledige elektrische auto's van de volgende generatie laden. De pilot begon in Amsterdam Centrum, West, Nieuw West en Zuid.



piekperiodes. Het huidige stroomnet kan ook de toekomstige stroomvraag prima aan wanneer het slim genoeg is om flexibel om te gaan met het stroomaanbod.

Flexpower Amsterdam laat de potentie zien van slim laden. Het laat zien dat het technisch werkt, de resultaten zijn veelbelovend en de verdere toepassing is noodzakelijk. Meer gemeenten zouden moeten volgen in deze proef, maar er zijn belangrijke hobbels die nog genomen moeten worden.

De belangrijkste hiervan is de wet. Netbeheerders kennen in het kader van de Elektriciteitswet een aantal verplichtingen die de mogelijke flexibiliteit ernstig beperken. Zo is er de verplichting om voor alle elektriciteitsaansluitingen altijd de maximumcapaciteit van de fysieke verbinding beschikbaar te hebben. Netbeheerders dienen dan ook altijd voldoende reservecapaciteit voor transport van elektriciteit beschikbaar te stellen. De gewenste flexibiliteit om minder energie te leveren via publieke laadpalen in de spits is volgens de wet dan ook niet mogelijk. In Amsterdam hebben we voor Flexpower een tijdelijke oplossing gevonden in de vorm dat gemeente Amsterdam en Nuon vrijwillig het FlexPower profiel volgen (en dus genoeg nemen met minder stroom tijdens de piek), maar hiervoor moet wel een zwaardere (dus duurder) aansluiting worden aangelegd en betaald.

Willen we uiteindelijk optimaal gebruik kunnen maken van slim laden, dan moeten die beperkingen verdwijnen en het stroomaanbod worden geflexibiliseerd.

VAN NU NAAR DE TOEKOMST

Amsterdam is een dynamische stad, vol met creatieve en ondernemende inwoners die de stad toonaangevend en onvoorspelbaar maken. Elektrisch rijden past daarbij, maar laat zich wel wat beter voorspellen. Autoproducenten, netbeheerders, bedrijven, gemeenten en andere overheden hebben allemaal een blik geworpen op de toekomst en stappen gezet. Tussen nu en 2025 zullen bijna alle grote automerken meer elektrische modellen leveren met grotere accu's en actieradius. Merken als Toyota, Mercedes en Lexus willen vanaf dat jaar alle modellen kunnen leveren in een elektrische variant. Sommige merken als Volvo en Mazda voorspellen dat ze in het volgende decennium alleen nog maar elektrische auto's zullen produceren. Bovendien heeft het huidige kabinet de ambitie dat er in Nederland vanaf 2030 alleen nog maar elektrische auto's verkocht mogen worden. In dat jaar zullen er al drie miljoen elektrische auto's in Nederland rondrijden. Tot die tijd zetten gemeenten al in op het brandstofauto-vrij maken van de binnensteden.

Kijken we naar de stappen en ambities rondom duurzame energie, dan zien we ook een aantal concrete doelstellingen en verwachtingen. Europa zet in op 32 procent duurzame energie in 2030. Urgenda spreekt zelfs de mogelijkheid uit van 100% duurzame energie voor Nederland. Er wordt in ieder geval de komende jaren fors geïnvesteerd in wind- en zonneparken.

Wij gaan dus een mooie toekomst tegemoet, maar het lijkt erop dat een belangrijke factor over het hoofd wordt gezien: hoe krijgen we de energie uit duurzame bronnen op de meest efficiënte manier op de plekken waar het gevraagd wordt?

Slim laden brengt die twee in het volgende decennium bij elkaar. Wanneer we de duurzaam gewonnen energie opslaan in de grotere accu's van de elektrische auto's, dan bouwen we aan een stabiel en grenzeloos elektriciteitsnet dat op een natuurlijke wijze meegroeit met de energiebehoefte.



PARTNERS VAN FLEXPPOWER AMSTERDAM



PROJECTCOORDINATIE

Frank Geerts | Program director Smart Charging

+31 6 215 09 749 | frank.geerts@elaad.nl

Utrechtseweg 310, Kantoorgebouw B42 | 6812 AR Arnhem

www.elaad.nl en www.evnet.nl



