

WHITE PAPER LAADPLANOLOGIE

Waar is ruimte om elektrische voertuigen op te laden?

Auteurs: Rutger de Croon (ElaadNL) en Annabel van Zante (ElaadNL)

Publicatie: Arnhem, 20 maart 2025

Samenvatting

In deze white paper introduceren Rutger de Croon en Annabel van Zante van ElaadNL het concept 'laadplanologie'. Centraal bij laadplanologie staat de vraag waar elektrische auto's, bussen, trucks en ander elektrisch vervoer het beste opgeladen kunnen worden rekening houdend met ten eerste de situatie op het elektriciteitsnet, ten tweede het laadgedrag en ten derde de behoefte van andere elektriciteitsvragers. Door rekening te houden met deze drie factoren bij de invulling van de fysieke ruimte worden slimmere keuzes gemaakt bij het plannen van de locatie (en vorm) van laadinfrastructuur. Laadplanologie brengt dus ruimtelijke ordening en energietransitie samen voor het bepalen van de geografie van het opladen van elektrische voertuigen. Laadplanologie draait om het geografisch verplaatsen van de laadvraag van een minder gunstige locatie A naar een betere locatie B. In tijden van netcongestie is laadplanologie een noodzakelijke voorwaarde voor de succesvolle uitrol van laadinfrastructuur die nodig is om de elektrificatie van vervoer te faciliteren.

Aanleiding en context

Als we de klimaat- en duurzaamheidsambities in Nederland willen realiseren, is het nodig dat we de impact van elektrische mobiliteit op het elektriciteitsnet minimaliseren en zo slim mogelijk plaatsen binnen het energiesysteem, letterlijk. Waar laden we wel en waar bewust niet en hoe richten we ons laadnetwerk in voor de verschillende modaliteiten? Dit noemen we laadplanologie.

Een aantal ontwikkelingen maakt dat laadplanologie van cruciaal belang is. De ruimtelijke puzzel wordt in Nederland steeds complexer. Er zijn ontstaan diverse ruimteclaims door bijvoorbeeld woningbouw, natuurversterking en infrastructuur. Een net zo belangrijke ontwikkeling is netcongestie. De energietransitie gaat sneller dan het elektriciteitsnet uitgebreid kan worden. Hoewel er volop wordt gewerkt aan het elektriciteitsnet, komt dit verder onder druk te staan. Dit leidt in bijna heel Nederland tot netcongestie, wat economische groei en verduurzaming in de weg staat. Eén van de sectoren die hierdoor geraakt wordt is mobiliteit. Doel voor deze sector is dat we in 2030 49 procent minder CO₂ uitstoten dan in 1990 en in 2050 zelfs 95 procent. Cruciaal hierbij is elektrificatie en die is alleen mogelijk als voldoende laadinfrastructuur tijdig beschikbaar is. In de meest recente Klimaat en Energieverkenning (KEV) wordt aangegeven dat het onduidelijk is of de behoefte naar laadvoorzieningen tijdig gerealiseerd kan worden door de toenemende congestie.

Wat is laadplanologie?

Laadplanologie draait om het geografisch verplaatsen van de laadvraag van een minder gunstige locatie A naar een beter geschikte locatie B. Mobiliteit is bij uitstek de sector om dit te doen, omdat het gaat om batterijen op wielen oftewel om verplaatsbare stroomvraag. Die flexibiliteit kunnen we benutten om de stroomvraag voor elektrische mobiliteit geografisch te optimaliseren en daarbij rekening te houden met factoren als de ruimte op het elektriciteitsnet die niet overal even groot is.

De fysieke ruimte staat centraal in de laadplanologie. We kijken naar waar er fysiek ruimte is om te laden en we laadlocaties moeten ontwikkelen. We bepalen geschikte locaties op basis van drie factoren: ten eerste de situatie op het elektriciteitsnet, ten tweede het laadgedrag en ten derde de behoefte van andere elektriciteitsvragers.

- 1. Situatie op het elektriciteitsnet:** Is er capaciteit beschikbaar om te kunnen laden? Dit kan capaciteit direct vanuit het net zijn, maar ook lokale duurzame opwek of opslag die gebruikt wordt.
- 2. Laadgedrag:** Laadgedrag verwijst naar de patronen en gewoonten van gebruikers bij het opladen van hun elektrische voertuigen. Het omvat factoren zoals het tijdstip van opladen, de laadsnelheid, elektriciteitsvraag en locaties waar wordt opgeladen.
- 3. Behoeftte andere elektriciteitsvragers:** Mobiliteit staat niet op zichzelf. We hebben te maken met een integraal systeem met meerdere elektriciteitsvragers. De behoefte van andere vragers maakt dat mobiliteit wellicht beter op een andere plek kan landen.

Hieronder wordt laadplanologie en de relatie met deze drie factoren en de relatie met geografie en de beschikbare ruimte schematisch weergegeven.



De toepassing van laadplanologie

Om het concept laadplanologie verder uit te diepen hebben we een aantal voorbeelden uitgewerkt vanuit één van de leidende principes. Hierbij kijken we of het mogelijk is om de energievraag voor mobiliteit te verplaatsen gegeven de situatie op het net, het laadgedrag en behoefte van andere elektriciteitsvragers. Deze voorbeelden maken duidelijk waar de meerwaarde van laadplanologie zit en tot welke oplossingen deze kan leiden.

1. Situatie op het elektriciteitsnet

Voor wat betreft de factor elektriciteitsnet en de beperkingen voor laadinfrastructuur die dat oplevert, kun je aan de volgende oplossingsrichtingen en inrichtingsprincipes denken:

Bepaal locatie laadinfrastructuur op basis van belasting elektriciteitsnet

Op bedrijventerreinen gaat een grote elektriciteitsvraag ontstaan voor logistieke voertuigen die laden op depot en gedeelde (semi-)publieke laadpleinen. Het gaat dan om hoge vermogens en geconcentreerde vraag. Denk aan bedrijven die veel vrachtwagens gaan opladen. Er zijn bedrijventerreinen die door meerdere onderstations worden gevoed. De belasting van deze onderstations kan verschillen (tijdstip op de dag, tussen seizoenen) evenals de congestieproblematiek (invoeding of afname) en de termijn waarop de onderstations mogelijk verzaagd worden. Door aan de voorkant samen met de netbeheerder te kijken naar de kenmerken van de onderstations en deze te matchen met de plannen voor duurzame mobiliteit (o.a. gevraagd vermogen, tijdsblokken), kan dit zo goed mogelijk een plek gegeven worden. Zo kan door slimme keuzes er meer mogelijk zijn. Hierbij dient naast de belasting van het regionale en lokale elektriciteitsnet nadrukkelijk ook aandacht te zijn voor de samenhang en interactie met het hoogspanningsnet.

Creëer laadvraag op locaties met (overschot aan) duurzame opwek

Slim laden wordt steeds meer de norm bij het opladen van elektrische auto's. De snelheid en het tijdstip van het laden wordt dan gestuurd en aangepast aan onder andere de ruimte op het elektriciteitsnet verspreid over de tijd. Maar je kunt ook de locatie van het laden aanpassen aan de beschikbaarheid van lokaal opgewekte duurzame stroom. Elektrisch vervoer biedt dan niet alleen

flexibiliteit door tijdelijk langzamer te laden en daardoor de piekvraag te verlagen maar ook door juist met vol vermogen te laden op locaties en momenten met (een overschot aan) beschikbare lokaal opgewekte stroom. Denk bijvoorbeeld aan zonne- en windparken op afgelegen locaties maar wel in de buurt van grootschalige infraprojecten die zero-emissie worden uitgevoerd of het laden overdag op werklocaties bij bedrijfspanden voorzien van zonnepanelen waardoor een groter aandeel zonne-energie gelijktijdig wordt verbruikt. Een mooi voorbeeld is Watthub in Geldermalsen waar de locatie voor het opladen van e-trucks en bouw materieel niet alleen aan de snelweg ligt maar ook de lokaal opgewekte stroom van het zon- en windmolenpark benut.

Faciliteer laden overdag op werklocaties

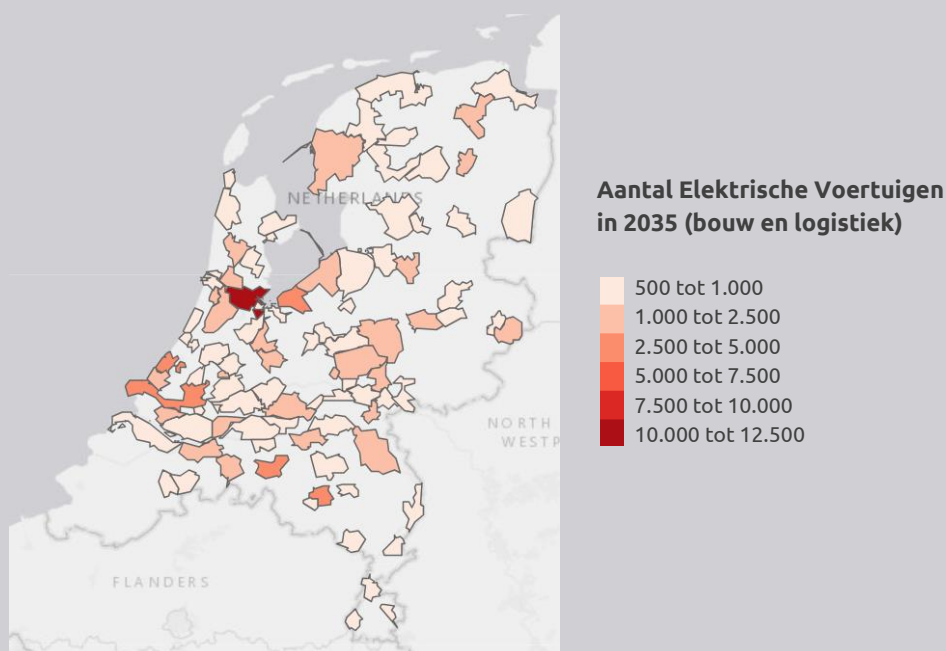
De problemen op het elektriciteitsnet ontstaan met name aan het begin van de avond als de energievraag zich concentreert op hetzelfde moment. Veel mensen komen dan thuis, pluggen hun elektrische auto in, zetten de warmtepomp een tandje hoger en beginnen met koken op hun inductiekookplaat. En op het bedrijventerrein komen aan het einde van de werkdag de bestelvoertuigen en vrachtwagens terug om op te laden. Veel auto's staan echter gedurende de dag op werklocaties bijvoorbeeld bij het kantoor. Het faciliteren van laden op werklocaties kan niet alleen zorgen voor het verlagen van de laadbehoefte in de avondpiek, maar ook het benutten van duurzaam opgewekte energie op het moment dat het wordt geproduceerd (met name in de lente- en zomermaanden) nu steeds meer bedrijven en kantoren zonnepanelen hebben. Dit kunnen bijvoorbeeld kantoren zijn met laadvoorzieningen voor personenauto's of bedrijven met laadinfrastructuur. Door dit breed open te stellen kunnen partijen bijvoorbeeld meer rendement uit hun eigen opwek halen of mogelijk de geleverde energie inboeken als Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBE's) en hier een extra verdienmodel uit halen. En als je elektrische auto vol geladen is op kantoor hoeft deze thuis in de woonwijk niet of nauwelijks te laden.

2. Laadgedrag

Voor wat betreft de factor laadgedrag, kun je aan de volgende oplossingsrichtingen en inrichtingsprincipes denken:

Plan de laadvraag van zwaar vervoer integraal binnen een gebied

Binnen een gebied zal een laadvraag ontstaan vanuit meerdere modaliteiten, denk bijvoorbeeld aan het laden van zero-emissie bouw materieel, het laden van elektrische trucks en mogelijk het laden van zero-emissie busvervoer. Afhankelijk van het laadgedrag, bestaande uit onder andere de laadbehoefte en laadmix, kan deze laadvraag gecombineerd worden op één locatie onder regie van de overheid of markt partij. Stel daarom de laadvraag vanuit verschillende modaliteiten centraal en breng binnen een zoekgebied locaties in beeld op basis van deze laadvraag. Kijk hierbij naar wanneer er wordt geladen (bv. seizoensgebonden, moment van de dag) en wat de vermogensvraag is (snelladen of regulier laden). Zie bijvoorbeeld de situatie in Tilburg waar BAT (Brabants Afval Team) vijf elektrische vuilniswagens oplaadt maar 's nachts niet alle beschikbare netcapaciteit nodig heeft. De overcapaciteit in de nacht wordt door Arriva gebruikt om elektrische bussen op te laden.



Figuur 1: Gemeenten met een verwachte hoge concentratie bouwmaterieel én trucks in 2035¹

Snelladen op geconcentreerde plek in woonwijk voor laden personenauto's

De afgelopen jaren is regionaal grootschalig ingezet op het realiseren van reguliere publieke laadinfrastructuur. Deze laadpalen zijn op veel plekken verspreid op het laagspanningsnet. Vaak is dat een prima strategie maar er zijn ook situaties waarin een ander model interessant wordt. Bijvoorbeeld minder laadpalen in de wijk maar een plein van snelladers ondersteund door batterijen aan de rand van de wijk. Dat geeft een heel andere netimpact.

Doordat er op veel locaties netcongestie is afgekondigd op het middenspanningsnet, ontstaan er ook ideeën waarbij snelladers (al dan niet in combinatie met een batterij) worden aangesloten met een kleinverbruikaansluiting op het laagspanningsnet. Deze ontwikkelingen hebben een grote impact op het laagspanningsnet. Mogelijk zijn er wijken waar het realiseren van een snellaadplein (op middenspanningsniveau) voorziet in de laadbehoefte in plaats van tientallen publieke laadpunten op laagspanningsniveau. Dit is locatieafhankelijk en dient samen met de netbeheerder te worden bekeken, die inzicht heeft in de lokale netsituatie.

Benut publieke laadinfrastructuur personenauto's voor laden licht bouwmaterieel

De komende jaren zullen veel werkzaamheden plaatsvinden in woonwijken. Denk bijvoorbeeld aan het realiseren van een warmtenet, het vervangen van de riolering en het verzwaren van de lokale energie-infrastructuur waardoor een op de drie straten open moet. Gegeven de stikstofproblematiek zullen deze werkzaamheden zero-emissie uitgevoerd moeten worden, wat zorgt voor een aanvullende elektriciteitsvraag. Licht elektrisch materieel kan op een laadpaal voor personenauto's aangesloten worden om te laden. Een aanvullend voordeel is dat er geen tijdelijke bouwaansluiting of nieuwe netaansluiting gerealiseerd hoeft te worden voor het bouwproject. Dit is een toepassing van de [ladder van laden](#). Door deze te gebruiken, wordt op de meest efficiënte manier gebruik gemaakt van schaarse menskracht, tijd en middelen om voldoende vermogen te organiseren. Deze ladder van laden gaat allereerst uit van bestaande netaansluitingen en laadinfrastructuur. Pas als dit niet mogelijk is wordt gekeken naar flexibele alternatieven, zoals

¹ [ElaadNL Outlook Logistiek 2025](#)

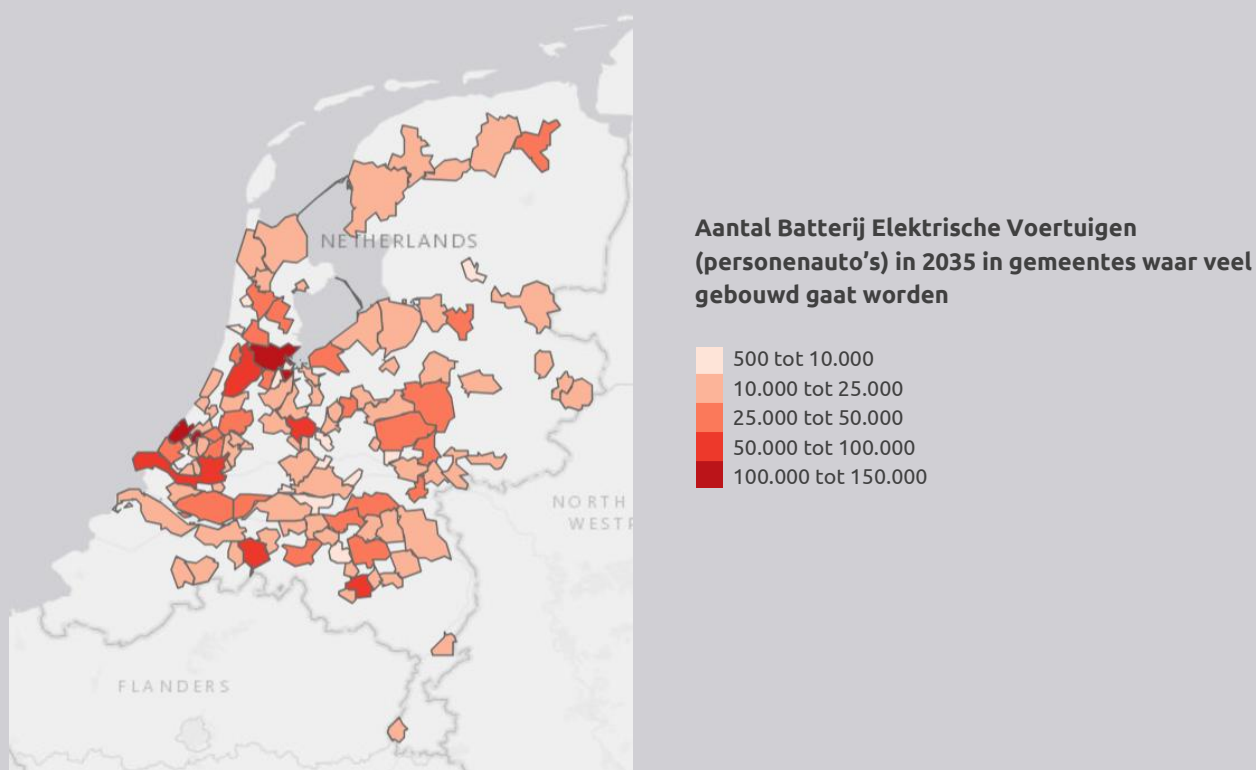
batterij-containers of flexibele contractvormen, en pas tot slot het realiseren van een nieuwe netaansluiting.

3. Behoeftte andere energievragers

Ten slotte zal er rekening gehouden moeten worden met de behoefte van andere energievragers. Denk hierbij aan de volgende oplossingsrichtingen:

Stem laadinfrastructuur af op dimensionering lokaal net

Voor iedere woonwijk wordt bepaald hoe de warmtevraag ingevuld gaat worden. Dit kan door middel van een warmtenet zijn, maar ook all-electric waarbij woningen verwarmd worden met een warmtepomp. Afhankelijk van de situatie op het elektriciteitsnet is het belangrijk rekening te houden met de realisatie van laadpunten in dergelijke wijken. Gaat het om een nieuwbouwwijk en ben je in staat om het elektriciteitsnet direct zwaar aan te leggen en rekening te houden met all-electric, dan kun je laadpunten in de wijk realiseren. Betreft het een bestaande wijk met een elektriciteitsnet dat is gedimensioneerd op een niet all-electric scenario, dan zal het laden van elektrisch vervoer voor extra belasting van het laagspanningsnet zorgen. In dat geval is het goed inregelen van slim laden cruciaal voor alle laadpalen op straat en thuis. Maar je zou daarnaast ook kunnen denken aan een oplossing uit de laadplanologie: maak het laden buiten de wijk aantrekkelijk door bijvoorbeeld snelladers te plaatsen buiten de wijk, die op het middenspanningsnet zijn aangesloten. Zo kan de extra elektriciteitsvraag voor het opladen van elektrische auto's beperkt worden.



Figuur 2: Gemeentes met een grote woningbouwopgave en een hoge concentratie EV's²

² [ElaadNL Outlook Personenvervoer 2024](#)

Tips voor overheden voor gebruik laadplanologie

Voorgaande voorbeelden van oplossingsrichtingen uit de laadplanologie laten een breed scala zien aan mogelijkheden om de laadvraag te verplaatsen. Vaak zal de lokale of regionale overheid hierbij een belangrijke rol spelen. Hoe ga je als provincie of gemeente aan de slag? We hebben wat tips op een rijtje gezet die gemeenten en provincies kunnen helpen, nadrukkelijk zonder de ambitie om volledig te willen zijn. We nodigen de lezer ook van harte uit om met eigen aanvullingen te komen en deze met ons te delen. Onze tips:

- Het is essentieel om laadinfrastructuur te integreren in de ruimtelijke ordening van Nederland. Door laadinfrastructuur op te nemen in de planologie, kunnen we ervoor zorgen dat de locaties voor het opladen van elektrische voertuigen strategisch worden gekozen, rekening houdend met de beschikbare capaciteit van het elektriciteitsnet, het laadgedrag van gebruikers en de behoeften van andere elektriciteitsvragers.
- Creëer permanente locaties met meervoudig gebruik. Denk bijvoorbeeld aan de invloed die je als gemeente of provincie hebt op het organiseren van ruimte voor laden bij de (her)ontwikkeling van bedrijventerreinen en het uitgeven van concessies voor zero-emissie bussen inclusief een laadlocatie die over alle concessies heen gebruikt kan worden.
- Stel als gemeente of provincie laadinfrastructuur op eigen terrein open voor dubbelgebruik door andere partijen.
- Gebruik publieke laadinfrastructuur voor personenauto's voor het laden van bouw materieel bij lokale bouwprojecten.
- Combineer de laadvraag op locaties met opwek. Dit kan door het openstellen van (gemeentelijke) laadinfrastructuur overdag of het realiseren van laad hubs voor bijvoorbeeld zero-emissie bouwvoertuigen of walstroom voor de binnenvaart in de buurt van duurzame opwek.
- Denk na over prikkels die tot ander laadgedrag leiden. Bijvoorbeeld in een bestaande wijk waar woningen all-electric worden zodat mensen gestimuleerd worden om op een andere plek te parkeren en te laden.
- Hanteer bij de verduurzaming van mobiliteit de ladder van laden: ga uit van bestaande netaansluitingen (met bestaand gecontracteerd vermogen) en bestaande laadinfrastructuur.

Laadplanologie versus energieplanologie

Het begrip laadplanologie is nieuw maar energieplanologie is de laatste jaren aan een opmars bezig gedreven vanuit de noodzaak van netcongestie. Wat is het verschil tussen die twee? Laadplanologie speelt een rol in een bredere discussie over energieplanologie. Laadplanologie richt zich specifiek op de planning en ontwikkeling van infrastructuur voor het laden van elektrische voertuigen. Dit omvat het plaatsen van laadpalen, het integreren van laadinfrastructuur in stedelijke gebieden en het optimaliseren van de toegankelijkheid voor gebruikers.

Energieplanologie is breder van aard en richt zich op de ruimtelijke ordening van het gehele energiesysteem. Dit omvat de planning van energieproductie, distributie en opslag, evenals de integratie van duurzame energiebronnen zoals wind- en zonne-energie. Energieplanologie is een steeds belangrijker onderwerp, het ontwerp van het energiesysteem is in toenemende mate een ruimtelijk vraagstuk geworden. En dat geldt dus ook voor de ruimtelijke inrichting van de laadinfrastructuur oftewel de laadplanologie.

Conclusie

Waar laadplanologie als begrip en visie nog nieuw is en interessante oplossingsrichtingen oplevert, hebben we in dit artikel ook al een aantal voorbeelden genoemd waar deze in de praktijk is toegepast of zou kunnen worden toegepast. Onze conclusies:

- De ruimtelijke puzzel wordt steeds complexer en het elektriciteitsnet raakt op steeds meer plekken vol. Laadplanologie biedt een innovatieve oplossingsrichting om vroegtijdig rekening te houden met ruimtelijke uitdagingen en de situatie op het net.
- Het is belangrijk om de principes van laadplanologie onder de aandacht te brengen en bij te dragen aan het verwezenlijken van sectorale ambities. Door mobiliteit en unieke mogelijkheid om de laadbehoefte niet alleen in de tijd (slim laden) maar ook fysiek te verplaatsen (laadplanologie) kunnen we niet alleen de mobiliteitstransitie realiseren maar ook bijdragen aan bredere maatschappelijke doelen.
- Kijk integraal naar de energieopgave, beperk het vraagstuk niet alleen tot mobiliteit, beperk het niet tot het elektriciteitsnet en niet tot de fysieke ruimte, maar combineer ze allemaal! Zorg voor een optimale inpassing van mobiliteit in ons energiesysteem op basis van laadplanologie.

Wij nodigen lezers nadrukkelijk uit om mee te denken met het verder uitwerken van laadplanologie en de daaruit voortvloeiende oplossingsrichtingen. Deze white paper zien we niet anders als een aftrap waarbij niet alles al tot in detail is uitgewerkt. Een aftrap die we gezien het grote belang en de snelheid van ontwikkelingen in de energietransitie graag met jullie delen om het denken over laadplanologie verder op weg te helpen. Om antwoord te kunnen geven op die ene cruciale vraag: waar is ruimte om elektrische voertuigen op te laden?