

Memorandum

Aan
Sacha Scheffer

Van
Maarten Verbeek, Richard Smokers, Bas Veldman

Onderwerp
Indicatie van het aantal benodigde elektrische vrachtwagens per (semi-)publiek laadpunt voor rendabele exploitatie ten behoeve van Living Lab Heavy Duty Laadpleinen, een project van Rijkswaterstaat.

In dit overzicht wordt een indicatie gegeven van het aantal elektrische vrachtwagens per laadpunt dat nodig is om een (semi-)publiek laadstation rendabel te kunnen exploiteren. Dit inzicht is waardevol om te kunnen bepalen hoe de gebruiksgraad, die deelnemers van het Living Lab verwachten voor hun laadplein, zich verhoudt tot de benodigde gebruiksgraad op langere termijn. Dit geeft inzicht in de mate waarin de bevindingen in het Living Lab representatief zijn voor de situatie op langere termijn.

1.1 Aanleiding

Tijdens de opschalingsfase van e-trucks zal er overcapaciteit van (semi)publieke laders nodig zijn, zodat ook de eerste elektrische vrachtwagens hun ritten kunnen rijden zonder gehinderd te worden door een gebrek aan laadinfrastructuur. Dit betekent op korte tot middellange termijn een relatief lage bezettingsgraad en mogelijk ook een onrendabele top. Op langere termijn zal de bezettingsgraad een bepaald minimum moeten gaan bereiken om zonder subsidies tenminste kostendekkend te zijn.

Als gevolg van deze toenemende bezettingsgraad zijn de lessen uit het Living Lab niet één-op-één te vertalen naar de toekomst. Als gevolg van de lage bezettingsgraad zal het bijvoorbeeld weinig voorkomen dat voertuigen moeten wachten op een vrije laadpaal. Als de gebruiksgraad gaat stijgen, zal de kans hierop toenemen. Wellicht tot een niveau dat er maatregelen genomen moeten worden om wachttijden te voorkomen, zoals een reserveringssysteem. In een living lab, waarin wordt geoefend met een toekomstige situatie, is het van belang om ervoor te zorgen dat er per laadplein een zo groot mogelijke groep voertuigen meedoet.

1.2 Doel

Het doel van dit memo is inzicht geven in het aantal voertuigen dat nodig is om een laadplein rendabel te kunnen exploiteren. De uitkomsten die hier worden gepresenteerd zijn bedoeld om zicht te krijgen in ordegrootten en hebben daarom een indicatief karakter.

Mobility & Built Environment

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

Datum

9 maart 2023

Onze referentie

2023-STL-MEM-100347944

Email

Maarten.Verbeek@tno.nl

Projectnummer

060.53901

Datum
9 maart 2023

Onze referentie
2023-STL-MEM-100347944

Blad
2/8

1.3 Aanpak

- Bepalen van de benodigde bezettingsgraad of gebruiksgraad om elektriciteit te kunnen aanbieden tegen een 'acceptabele' prijs voor eindgebruikers.
 - o Bepalen van kosten voor het laadplein (vaste en variabele kosten) bij verschillende hoeveelheden opgesteld vermogen en bezettingsgraden.
 - o Bepalen van energieafzet bij verschillende hoeveelheden opgesteld vermogen en bezettingsgraden.
 - o Bepalen van de elektriciteitsprijs waarbij het voor voertuigeigenaren kosteneffectiever is om gebruik te maken van snelladen dan om een voertuig met een grotere batterij aan te schaffen.
- Bepalen van het benodigde aantal in Nederland geregistreerde voertuigen om deze bezettingsgraad te kunnen halen op basis van:
 - o elektriciteitsafzet per laadpunt per dag;
 - o gemiddelde afstand e-truck;
 - o energiegebruik;
 - o aandeel snelladen buiten eigen terrein.
- Bepalen van het aantal benodigde unieke gebruikers van een laadpunt om deze benodigde bezettingsgraad te kunnen halen op basis van:
 - o elektriciteitsafzet per laadpunt per dag;
 - o gemiddelde duur van laadsessie.

1.4 Aannames en resultaten

Er is aangenomen dat de laders een vermogen hebben van 350 kW.

Deze aanname is gedaan omdat de kosten van deze laders beschikbaar zijn in het "TCO-model" van de Topsector Logistiek¹. Dit betekent dat een laadplein met meer vermogen bestaat uit meerdere laadpunten van 350 kW.

De elektriciteitsafzet voor laadpleinen van verschillende grootte is weergegeven in de tabel hieronder.

Tabel 1: Afzet van elektriciteit per jaar als functie van het opgestelde vermogen en de bezettingsgraad.

Afgezette aantal MWh/jaar		Opgesteld vermogen				
		350	700	1050	2100	4200
Bezettings- graad	5%	153	307	460	920	1840
	10%	307	613	920	1840	3679
	20%	613	1226	1840	3679	7358
	30%	920	1840	2759	5519	11038
kW per paal		350	350	350	350	350
# palen		1	2	3	6	12

¹ <https://topsectorlogistiek.nl/tco-vracht/>

Datum

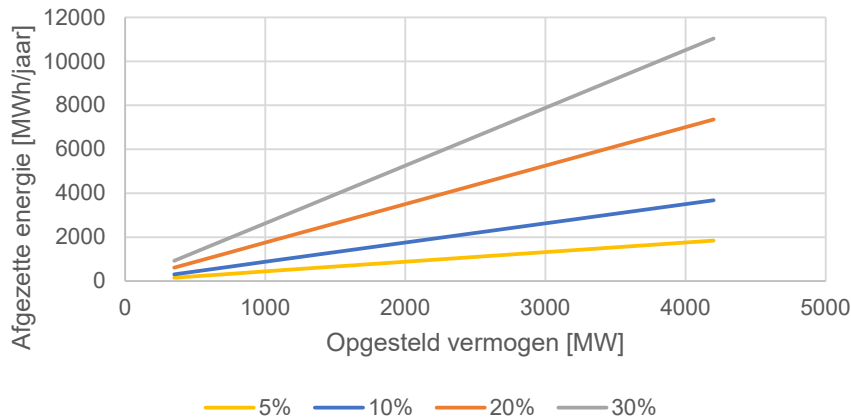
9 maart 2023

Onze referentie

2023-STL-MEM-100347944

Blad

3/8



Figuur 1: Afgesette hoeveelheid energie als functie van het opgestelde vermogen en de bezettingsgraad.

De kosten van de laadpalen (CAPEX) zijn afkomstig uit dit “TCO-model” en zijn inclusief:

- inkoopprijs laadpaal;
- kosten met betrekking tot locatiebepaling, engineering, projectmanagement;
- civiele werken/plaatsing;
- graafwerk;
- aansluitkosten netbeheerder.

Op basis van een afschrijvingstermijn van tien jaar.

De operationele kosten (OPEX), exclusief de kosten van de ingekochte elektriciteit, omvatten:

- periodieke kosten netaansluiting;
- communicatiekosten;
- verzekeringspremie (schade);
- onderhoud/repatrie;
- service bij gebruikersproblemen.

Tot slot, de kosten van de inkoop van elektriciteit door de exploitant van het laadplein omvatten:

- vergoeding leverancier (inkoop);
- energiebelasting.

Dit alles leidt tot een overzicht van de kosten per jaar van laadpleinen van verschillende groottes, zoals weergegeven in de tabellen hieronder. Kosten met betrekking tot aanschaf van de grond en faciliteiten anders dan de laadpalen zelf, zoals overkapping of binnenruimte zijn hierin niet meegenomen. De kosten voor de netaansluiting zijn wel meegenomen (zie Tabel 3). Ook deze zijn afkomstig van het “TCO-model” van de Topsector Logistiek¹ en zijn afhankelijk van de aansluitcapaciteit. Er is een beperkt aantal bandbreedtes gedefinieerd waarbinnen dezelfde aansluitkosten worden gerekend. Deze kosten schalen daarom niet lineair met het opgestelde vermogen.

Datum
9 maart 2023

Onze referentie
2023-STL-MEM-100347944

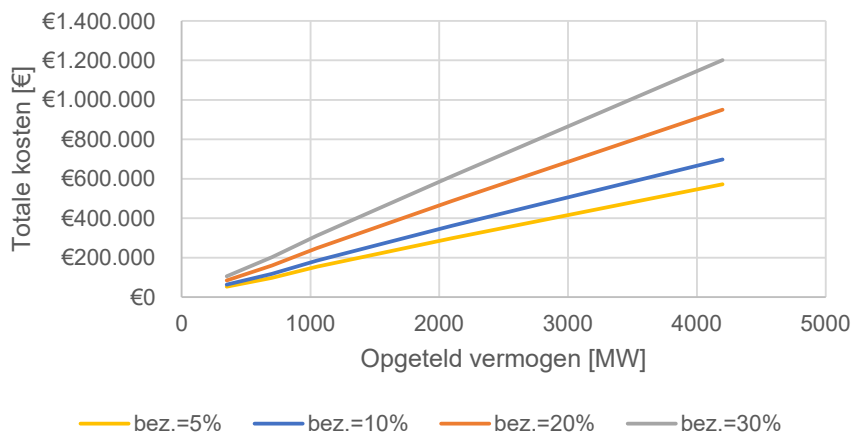
Blad
4/8

Tabel 2: CAPEX per jaar per laadpaal en energiekosten per kWh

	Opgesteld vermogen				
	350	700	1050	2100	4200
CAPEX plaatsing per paal per jaar	€ 18.070	€ 18.070	€ 18.070	€ 18.070	€ 18.070
OPEX per paal per jaar	€ 16.195	€ 16.195	€ 16.195	€ 16.195	€ 16.195
OPEX energiekosten per kWh	€ 0,068	€ 0,068	€ 0,068	€ 0,068	€ 0,068

Tabel 3: Kosten per laadplein per jaar

		Opgesteld vermogen				
		350	700	1050	2100	4200
CAPEX laadstation per jaar (excl. netaansluiting)		€ 18.070	€ 36.140	€ 54.210	€ 108.420	€ 216.840
CAPEX netaansluiting per jaar		€ 8.033	€ 8.033	€ 19.667	€ 29.833	€ 35.000
OPEX totaal (excl. energie)		€ 16.195	€ 32.390	€ 48.585	€ 97.170	€ 194.340
Energie-kosten	bez.=5%	€ 10.492	€ 20.984	€ 31.476	€ 62.951	€ 125.902
	bez.=10%	€ 20.984	€ 41.967	€ 62.951	€ 125.902	€ 251.804
	bez.=20%	€ 41.967	€ 83.935	€ 125.902	€ 251.804	€ 503.609
	bez.=30%	€ 62.951	€ 125.902	€ 188.853	€ 377.707	€ 755.413
Totale kosten	bez.=5%	€ 52.790	€ 97.547	€ 153.937	€ 298.374	€ 572.082
	bez.=10%	€ 63.282	€ 118.531	€ 185.413	€ 361.326	€ 697.984
	bez.=20%	€ 84.266	€ 160.498	€ 248.364	€ 487.228	€ 949.789
	bez.=30%	€ 105.249	€ 202.466	€ 311.315	€ 613.130	€ 1.201.593



Figuur 2: Totale kosten als functie van het opgestelde vermogen en de bezettingsgraad

Op basis van deze kosten kan voor elke bezettingsgraad worden bepaald wat de benodigde vraagprijs van elektriciteit is om kostendekkend te kunnen opereren.

Dit kan worden berekend door de totale kosten (Tabel 3) te delen door de elektriciteitsafzet (Tabel 1). De resultaten zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Indien er ook andere inkomsten zijn, bijvoorbeeld uit HBE's of door de verkoop van andere producten of diensten, kan wellicht een lagere prijs worden gevraagd voor de elektriciteit dan hier berekend.

Tabel 4: Benodigde verkoopprijs voor elektriciteit voor kostenneutraliteit voor de laadpleinexploitant.

		Opgesteld vermogen				
		350	700	1050	2100	4200
Benodigde elektriciteitsprijs voor kostendeckering	bez.=5%	€ 0,34	€ 0,32	€ 0,33	€ 0,32	€ 0,31
	bez.=10%	€ 0,21	€ 0,19	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,19
	bez.=20%	€ 0,14	€ 0,13	€ 0,14	€ 0,13	€ 0,13
	bez.=30%	€ 0,11	€ 0,11	€ 0,11	€ 0,11	€ 0,11

In theorie kan een voertuigeigenaar de afweging maken om vaker te gaan snelladen of om het voertuigen met een grotere batterij te laten uitvoeren.

Onder de aannames dat:

- laden op het eigen depot ongeveer 0,15 €/kWh kost;
- de prijs voor een kWh extra batterijcapaciteit in 2025 ongeveer 232 Euro bedraagt;
- het voertuig ongeveer 0,7 kWh/km of 1.2 kWh/km aan energie gebruikt (resp. een kleine vrachtwagen in stedelijk verkeer of een trekker-oplegger voor regionale distributie);
- de batterij 3000 cycli meegaat,

wordt een break-even point bereikt bij 0,19 tot 0,26 €/kWh. Dit betekent dat als de prijs voor snelladen hoger is dan dit bedrag, het goedkoper was geweest om het voertuig uit te voeren met een grotere batterij. Hieruit kan worden geconcludeerd dat een bezettingsgraad van ongeveer 8% tot 13% nodig zal zijn voor een elektriciteitsprijs die kan concurreren met een grotere accu in combinatie met laden op het depot.

In het geval dat de elektrische truckvloot bestaat uit kleine vrachtwagens die voornamelijk in de stad rijden, moeten er ongeveer 300 elektrische trucks in Nederland zijn geregistreerd per MW aan geïnstalleerd vermogen bij (semi)publieke laadpleinen. Hierbij is aangenomen dat deze voertuigen een energiegebruik hebben van 0,7 kWh/km en gemiddelde 150 km/dag rijden. Verder is aangenomen dat er gemiddeld 10% wordt snelgeladen bij (semi)publieke laadpleinen.

Datum

9 maart 2023

Onze referentie

2023-STL-MEM-100347944

Blad

5/8

Als de elektrische voertuigvloot bestaat uit trekker-opleggers die grotere afstanden rijden voor regionale of zelf internationale distributie, moeten er ongeveer 43 elektrische trucks in Nederland zijn geregistreerd per MW aan geïnstalleerd vermogen bij (semi)publieke laadpleinen. Door de grotere afstand (350 km/dag) en hogere energiegebruik (1,2 kWh/km) zijn bij hetzelfde aandeel snelladen (10%) veel minder voertuigen nodig voor dezelfde bezettingsgraad van laadpunten.

In 2022 stonden er in Nederland ongeveer 236 elektrische trucks geregistreerd (200 vrachtwagens en 36 trekker-opleggers). Dit zou ruimte bieden voor ongeveer 1,5 MW (ofwel 4,3 laders van 350 kW) aan geïnstalleerd vermogen bij (semi)publieke laadpleinen voor een voldoende hoge bezettingsgraad. Gegeven dat de energiebehoefte van deze 236 voertuigen verspreid is over het land, zullen er aanzienlijk meer dan dit aantal laders nodig zijn om ze goed te faciliteren. Als gevolg hiervan zal de bezettingsgraad van de laadpalen lager zijn dan nodig om ze rendabel te kunnen exploiteren.

Tabel 5: Verhouding tussen het aantal elektrische vrachtvoertuigen en geïnstalleerd vermogen bij (semi)publieke laadpunten bij een bezettingsgraad van 8% en 13%.

	Opgesteld vermogen									
	Lichte vrachtwagens voor stedelijke distributie (13% bezetting)					Trekker-opleggers voor regionale distributie (8% bezetting)				
	350	700	1050	2100	4200	350	700	1050	2100	4200
Afzet [MWh/jaar]	406	813	1219	2438	4877	232	464	696	1392	2783
Afzet [kWh/dag]	1113	2227	3340	6681	13362	635	1271	1906	3812	7625

Gemiddelde afstand e-truck [km/dag]	150	150	150	150	150	350	350	350	350	350
Energiegebruik [kWh/km]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Energiegebruik [kWh/dag]	105	105	105	105	105	420	420	420	420	420

Aandeel snelladen buiten eigen terrein	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Geladen elektriciteit buiten eigen terrein [kWh/dag]	11	11	11	11	11	42	42	42	42	42

Aantal benodigde in NL geregistreerde trucks per laadplein	106	212	318	636	1273	15	30	45	91	182
Aantal benodigde in NL geregistreerde trucks per MW geïnstalleerd vermogen	303	303	303	303	303	43	43	43	43	43

Datum

9 maart 2023

Onze referentie

2023-STL-MEM-100347944

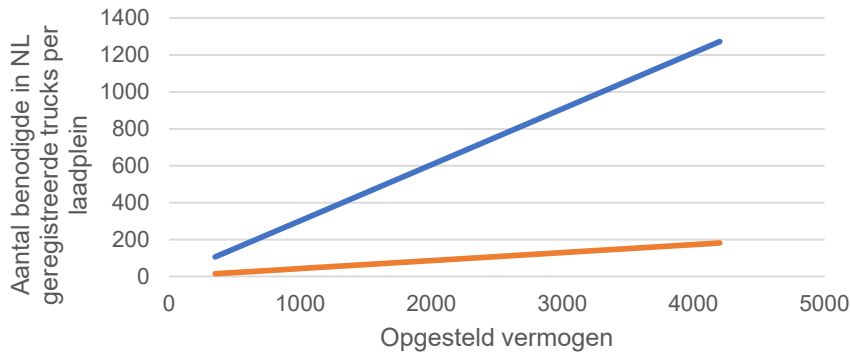
Blad

6/8

Datum
9 maart 2023

Onze referentie
2023-STL-MEM-100347944

Blad
7/8



Figuur 3: Aantal benodigde in Nederland geregistreerde elektrische trucks per laadplein.

Een andere indicator is het aantal benodigde gebruikers per dag. Bij een voldoende hoge bezettingsgraad is elk laadpunt 1,8 tot 3,2 uur per dag in gebruik. Onder de aannames dat de gemiddelde laadsessie 30 minuten duurt, zijn bij een laadplein met 1 lader (van 350 kW) ongeveer 3,6 tot 6,4 laadsessies per dag nodig. Bij een laadplein met een opgesteld vermogen van 4200 kW (= 12 laders van 350 kW) zijn dat 44 tot 76 laadsessies of unieke gebruikers. Per MW geïnstalleerd vermogen zijn dat 10 tot 18 laadsessies of unieke gebruikers per dag.

Tabel 6: Aantal laadsessies / unieke gebruikers per MW geïnstalleerd vermogen bij een bezettingsgraad van 8% en 13%.

	Opgesteld vermogen					Opgesteld vermogen				
	Lichte vrachtwagens voor stedelijke distributie (13% bezetting)					Trekker-opleggers voor regionale distributie (8% bezetting)				
	350	700	1050	2100	4200	350	700	1050	2100	4200
Gemiddelde duur laadsessie [uur/sessie]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Gemiddeld geladen per laadsessie [kWh]	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Aantal laadsessies / unieke gebruikers	6	13	19	38	76	4	7	11	22	44
Aantal laadsessies / unieke gebruikers per MW vermogen geïnstalleerd	18	18	18	18	18	10	10	10	10	10

Deze bezettingsgraden zijn vergelijkbaar met die van bestaande tankstations. Net als bij bestaande tankstations zal de bezetting in de nacht laag zijn en overdag aanzienlijk hoger dan de 8% tot 13%. Dit betekent dat er overdag mogelijk wachttijden kunnen ontstaan. Manieren om de hinder en kosten van wachten te beperken zijn het invoeren van reserveringssysteem en het bundelen van meerdere laadpunten op één locatie.

Dit laatste voorkomt dat een tweede voertuig komt aanrijden vlak nadat de eerste is begonnen met laden en daardoor een (bijna) volledige laadsessie moet wachten op een vrij laadpunt.

1.5 Conclusies

Op termijn zal een bezettingsgraad van tussen 8% en 13% nodig zijn om een laadplein rendabel te kunnen exploiteren. Dit betekent dat er per MW (ongeveer drie laders van 350 kW) aan geïnstalleerd vermogen bij (semi)publieke snellaadpunten 43 tot ruim 300 elektrische vrachtoertuigen in Nederland geregistreerd zullen moeten staan. Per MW geïnstalleerd vermogen zullen er ongeveer 10 tot 18 laadsessies of unieke gebruikers per dag nodig zijn.

Tijdens de opschalingsfase van elektrische voertuigen zullen er naar verhouding meer laders en laadvermogen nodig zijn om de elektrische voertuigen goed te faciliteren. Immers, om het voor de eerste elektrische voertuigen mogelijk te maken zich vrijelijk te bewegen zonder veel omrijden, zal er verspreid over het land een aanzienlijke hoeveelheid laadinfrastructuur beschikbaar moeten zijn.

In een living lab waarin nu al lessen moeten worden geleerd die in de toekomst kunnen worden toegepast, dient de (verwachte) toekomstige situatie zo goed mogelijk in het heden te worden nagebootst. Dit betekent dat de bezettingsgraad bij voorkeur 8% tot 13% zal bedragen. Indien dit niet wordt gehaald, is het mogelijk om deze situatie te modelleren. Omdat niet alles is getest in de praktijk, worden in dat geval mogelijk niet alle barrières geïdentificeerd.

Datum

9 maart 2023

Onze referentie

2023-STL-MEM-100347944

Blad

8/8