



Marktverkenning Elektrische trucks Stadslogistiek



Datum: 12 november 2019

Auteurs: Paul Broos, Ruud Noordijk, Jan van Rookhuijzen

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Stadslogistiek	6
1.3	Green Deal ZES	6
1.4	Alternatieven voor elektrische trucks	6
2	Speelveld	7
2.1	Verlader	7
2.2	Vervoerder	7
2.3	Voertuigfabrikanten/leveranciers	7
2.4	Leasemaatschappijen	7
2.5	Leverancier laadinfrastructuur	8
2.6	Netbeheerders	8
2.7	Chargepoint operator	8
2.8	IT voor planning en vlootmonitoring	9
2.9	Eigenaar laadlocatie	9
2.10	Brancheorganisaties	9
2.11	Gemeenten	10
3	Segmentatie	11
3.1	Stadslogistiek	11
3.2	Voertuigen	11
3.3	Segmenten	12
3.4	Trends	13
4	Total Cost of Ownership	14
4.1	Verwachte ontwikkeling in TCO	15
4.2	Drie indicatieve TCO-cases	18
4.2.1	Case 1: Supermarkt	19
4.2.2	Case 2. Retail	20
4.2.3	Case 3. Vuilniswagen	21
4.2.4	Bijzonderheden bij de voorbeeldcases	23
5	Groeiprognose	24
5.1	Omvang van de stadslogistiek	24
5.2	Groeiscenario's e-trucks in de stadslogistiek	26
6	Laadlocaties, vermogens en profielen	28
6.1	Optimale laadstrategie	28
6.2	Laadlocaties en vermogens	28
6.2.1	Retail algemeen	29

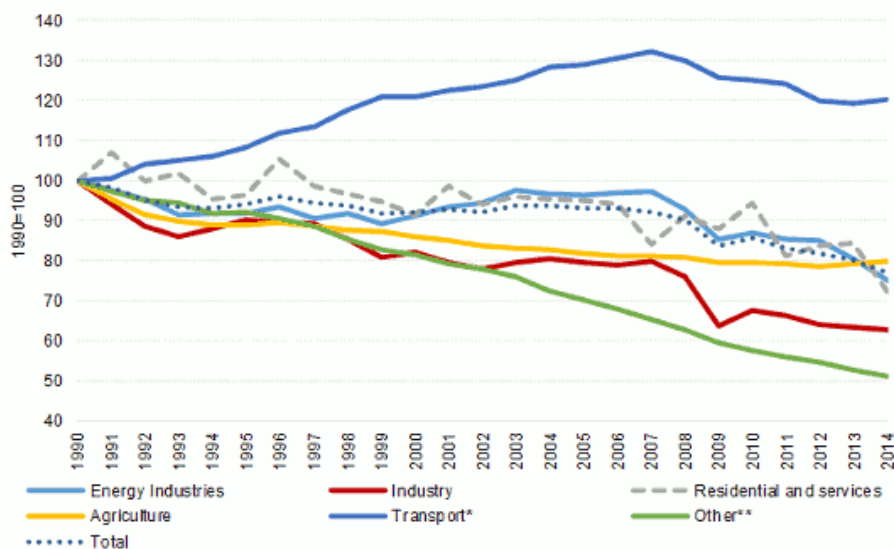
6.2.2	Retail supermarkten	30
6.2.3	Afval.....	31
6.3	Laadprofielen	32
6.3.1	Laadprofiel 1: 16-ton truck.....	32
6.3.2	Laadprofiel 2: 40-ton trekker voor oplegger.....	33
6.4	Smart Charging potentie	34
6.5	Aansluitingen	34
6.6	Gedeelde laadlocaties	35
7	Laadtechnieken	36
7.1	Stekker.....	36
7.2	Toekomstverwachting laadtechniek	36
7.3	Veiligheid laadinfrastructuur	38
7.4	Interoperabiliteit	38
7.5	Standaarden & protocollen	38
8	Nationale Agenda Laadinfrastructuur - Transport	39
9	Conclusies en aanbevelingen.....	40
10	Bronvermelding	41
11	Gebruikte afkortingen.....	43
	Bijlage 1: alternatieven van batterij-elektrische trucks	44
	Bijlage 2: Aannames voor de TCO-berekening.....	46

1 Inleiding

Voor u ligt de marktverkenning 'elektrische trucks ten behoeve van stadslogistiek'. In dit document geven wij u een algemeen inzicht in de ontwikkelingen rondom elektrisch goederentransport over de weg en specifiek gericht op de verduurzaming van stadslogistiek. De focus ligt hierbij op de batterij-elektrische voertuigen zwaarder dan 3,5 ton. Deze marktverkenning heeft ElaadNL uitgevoerd om inzicht te geven in de huidige en voor de toekomst verwachte ontwikkelingen op het gebied van elektrisch vrachtvervoer voor stadslogistiek en de impact daarvan op de werkzaamheden van netbeheerders. De onderwerpen die tegen het licht worden gehouden zijn in de eerste instantie dan ook gekozen omdat ze direct of indirect relevant zijn voor netbeheerders. Omdat de markt van elektrische stadslogistiek nog in de kinderschoenen staat beoogt het rapport een zo goed mogelijk algemeen beeld te geven voor de komende 10 jaar middels enkele scenario's. Daarnaast komen in het rapport een aantal voorbeelden aan bod die samen een beeld geven van de variatie aan voertuigen en de verschillen in kosten, moment van laden en voertuigeisen.

1.1 Aanleiding

Elektrisch vervoer is wereldwijd aan een opkomst bezig. Waar het eerder veelal ging over elektrische auto's, fietsen, bestelbusjes en bussen, zijn de eerste ontwikkelingen zichtbaar rondom de markt van elektrische vrachtwagens. Op dit moment staat de ontwikkeling in de kinderschoenen, maar de potentie is groot. Het marktaanbod beperkt zich anno 2019 tot door gespecialiseerde kleine bedrijven, omgebouwde dieseltrucks en een beperkt aanbod in kleinschalige series gebouwde OEM-trucks. Het potentieel is echter groot: er rijden in Nederland in 2019 volgens het [CBS](#) 143.000 zware bedrijfswagens rond. Een aantal dat al 20 jaar relatief stabiel is en waarvoor ook een stevige verduurzamingsopgave ligt.



Figuur 1: indexcijfers CO₂-emissies per sector in Europa, 1990 = 100 (EEA 2016).

De urgentie is dan ook hoog. De transportsector groeit en hoewel de uitstoot per voertuig zakt is de totale uitstoot van CO₂ in de transportsector afgelopen decennia gestegen, zoals te zien in figuur 1. Zowel in Europa als in Nederland worden dan ook maatregelen getroffen om de CO₂ uitstoot in de logistieke sector terug te dringen.

In het bijzonder voor de trucks die tot het stadslogistieke segment behoren, is de verwachting dat het aandeel elektrische trucks sterk zal groeien in de komende jaren. Dit komt enerzijds door de in het Klimaatakkoord aangekondigde milieu- en ZE zones. Hierdoor beoogt men zowel het terugdringen van CO₂ uitstoot alsook het verbeteren van de luchtkwaliteit in de stad. Anderzijds zijn de batterijprijzen de afgelopen 10 jaar flink gedaald, waardoor het financieel steeds interessanter wordt om de dieseltruck in te wisselen voor een elektrische variant.

In het Klimaatakkoord staat een aparte paragraaf over verduurzaming in de logistiek.

De voornaamste punten hierin zijn:

- Als richtlijn dat in 2025 voor de 30-40 grootste gemeenten zero emissiezones gelden voor goederenvervoer. Voor Euro VI-vrachtwagens geldt nog een overgangsregeling tot 2030.
- De rijksoverheid gaat zero-emissie bedrijfsauto's subsidiëren: de omvang van deze stimuleringsregeling is voor vrachtauto's tot en met 2025 94 miljoen euro en voor bestelauto's 185 miljoen euro.
- Nadrukkelijk worden alternatieve brandstoffen zoals LNG en biobrandstoffen niet gezien als zero emissie maar als een interim-oplossing. Zelfs duurzame geavanceerde gasvormige en vloeibare biobrandstoffen zullen uitsluitend worden toegepast voor zwaar wegtransport en lucht- en scheepvaart waar ook na 2030 geen voldoende alternatieve aandrijfbronnen voor beschikbaar zijn.
- Uitsluitend (plug-in hybride) elektrische trucks en waterstoftrucks worden ook op lange termijn als zero-emissie gezien.

In de Prinsjesdagstukken is voor 2020 te lezen dat het kabinet subsidieregelingen voor elektrische vracht- en bestelauto's vastlegt in een wet die uiterlijk 2021 in werking treedt. De accijns op diesel wordt per 2021 verhoogd met 1 cent per liter en per 2023 weer met 1 cent per liter.

De truckmarkt is sterk gesegmenteerd: er zijn kleine bakwagens (7-18 ton GVW), zware trekkers (40-50 ton), vuilniswagens, autokranen, betonmixers enz. In deze marktverkenning focussen we op stadslogistiek omdat we verwachten dat deze groep als eerste de transitie door zal maken naar elektrisch vervoer. Dit komt doordat zware voertuigen die voor stadslogistiek gebruikt worden in milieuzones terecht gaan komen en minder kilometers maken dan de meeste trekkers (40 ton). Ze hebben daarom voldoende aan een kleinere actieradius en zullen dan ook sneller geneigd zijn elektrisch te gaan rijden.

Door de transitie van diesel naar elektrisch vrachtvervoer zal er extra vraag naar capaciteit van het elektriciteitsnet ontstaan: op bedrijventerreinen, bij distributiecentra maar ook op verzorgingsplaatsen langs de snelweg en op truckparkings. De netbeheerders hebben inzicht nodig in deze ontwikkelingen en willen in goede samenwerking met de marktpartijen deze transitie vormgeven, zoals nu ook al gebeurt voor OV-bussen.

Om dit inzicht te verkrijgen staan een aantal vragen centraal: Hoe snel zullen al die dieseltrucks vervangen gaan worden door 'alternatieve brandstoffen' en in het bijzonder batterij-elektrische voertuigen. Waar en wanneer gaan deze elektrische voertuigen opladen? En in welke marktsegmenten zal de groei het snelste gaan?

1.2 Stadslogistiek

Stadslogistiek definiëren we als: alle goederenvervoer binnen, naar of vanuit een stad. Hieronder vallen dus bijvoorbeeld vrachtwagens die vanuit een distributiecentrum buiten de stad winkels of bedrijven in de stad bevoorraden en het ophalen van afval in een woonplaats. Wat voor deze marktverkenning en het aantal ZE-trucks dat de komende jaren nodig is van belang is, is het aantal steden dat een zero-emissie zone instelt en hoe groot die zone is.

1.3 Green Deal ZES

Eind 2014 tekenden 54 partijen samen met voormalig Staatssecretaris Mansveld de [Green Deal Zero Emission Stadslogistiek](#) (Green Deal ZES). Naast de ministeries van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken werd deze ondertekend door gemeenten, vervoerders, verladers, autofabrikanten, onderzoeksinstituten, en door verwante branche- en belangenorganisaties als BOVAG, Evofenedex, TLN, Natuur & Milieu en RAI Vereniging. Deze partijen onderzoeken samen hoe emissievrije bevoorrading van stadskernen in praktijk gebracht kan worden. Het doel is om in 2025 zoveel mogelijk emissievrije stadslogistiek te realiseren.

Zero-emissie zones

In het Klimaatakkoord is als richtlijn afgesproken dat de in 30-40 grootste Nederlandse gemeenten in 2025 zero-emissiezones voor goederenvervoer zullen gelden. Hoe groot deze zones per gemeente zijn en welk niveau van 'strengheid' er gehanteerd gaat worden (handhaving, impact overgangsregeling Euro-VI, etc.) is echter nu nog niet bekend. De zones moeten medio 2020 worden vastgesteld zodat het bedrijfsleven hierop kan anticiperen. Partijen zoals TLN, Evofenedex, Topsector Logistiek en andere sectorpartijen stellen samen met de Rijksoverheid, VNG, IPO, grote gemeenten en Natuur & Milieu een uitvoeringsagenda op voor verschillende deelsectoren in de stadslogistiek (bouw, retail, afvalstromen, horeca, facilitair en e-commerce), met als doel dat de transportactiviteiten uiterlijk in 2025 zonder emissie kunnen worden uitgevoerd.

Deze uitvoeringsagenda bevat ten minste afspraken over financiering van oplossingen, communicatie, het faciliteren en ondersteunen van ondernemers, monitoring en governance. Voor bestaande vrachtauto's die op kenteken stonden voor 1/1/2025 geldt daarom een overgangsregeling tot 1/1/2030 in de vorm van een centraal afgegeven ontheffing op kentekenniveau. Daarvoor komen uitsluitend EURO-VI vrachtauto's in aanmerking die niet ouder zijn dan 5 jaar (bakwagens) en 8 jaar (trekkers). Deze uitzondering voor Euro VI vrachtwagens zal betrekking hebben op een groot deel van de vrachtwagenvloot. Op dit moment is meer dan 70% van de vrachtwagens en 30% van de bestelwagens minder dan 8 jaar oud (CBS).

In het Klimaatakkoord staat dat men verwacht dat dit beleid resulteert in 115.000 ZE-bestelauto's en meer dan 10.000 ZE/PHEV-vrachtauto's in 2030.

1.4 Alternatieven voor elektrische trucks

Binnen het transport over de weg worden verschillende energiedragers ingezet om trucks te laten rijden. Daarbij kan gedacht worden aan diesel, aardgas, groengas, waterstof en elektriciteit. Hierbij worden alleen waterstof en elektriciteit gezien als ('end of pipe') zero emissie. In bijlage 1 is een overzicht te vinden van deze alternatieven.

2 Speelveld

Binnen de logistieke sector zijn er een aantal typen partijen die het speelveld bepalen. Met de komst van elektrische trucks wordt daar een aantal partijen aan toegevoegd die voorheen nog geen factor waren binnen de logistiek. Voor wat betreft de opgave voor verduurzaming geldt dat er geen centrale regie is zoals in het OV wel het geval is. Er is dus vooral een (wettelijk) kader nodig waarin deze spelers, ieder in een samenwerkingsverband dat bij de branche past, een eigen invulling kunnen geven aan het verduurzamen van de eigen branche. Een ZE zone is een voorbeeld van zo'n kader. De samenwerking tussen bestaande partijen, zoals vervoerders en verladers, kan veranderen doordat bijvoorbeeld vervoerders laden op infrastructuur van verladers. Voor netbeheerders is het dan relevant om te weten dat als de vervoerder elektrisch gaat rijden er extra energievraag kan ontstaan op de locatie van de verlader.

Hieronder worden de partijen toegelicht die belangrijk zijn in het speelveld van elektrische trucks voor stadslogistiek.

2.1 Verlader

Een verlader is een partij die actief is binnen een logistieke keten die goederen wil laten vervoeren. Vaak is dit de partij die de goederen geproduceerd heeft, maar ook de ontvanger van de goederen kan de verlader zijn. Vervolgens schakelt deze verlader een vervoerder (soms met tussenkomst van een expediteur) in om het daadwerkelijke vervoer uit te voeren. Soms is een verlader zijn eigen vervoerder, het vervoer wordt dan dus niet uitbesteedt maar binnen dezelfde organisatie uitgevoerd.

2.2 Vervoerder

De vervoerder is de partij die het vervoer van de goederen verzorgt. Dit gebeurt doorgaans dus op verzoek van de verlader. Vervoerders werken dus in opdracht van verladers echter hun samenwerkingsverband kan uiteenlopen van een eenmalig transport tot een meerjarig samenwerkingsverband. De transportmarkt is een zeer concurrerende markt met lage marges. Als de omzet van een vervoerder voornamelijk bestaat uit ad hoc opdrachten is dat een minder solide basis om in ZE-trucks te investeren dan wanneer er een langlopende overeenkomst met een verlader met hoge MVO-ambities onder ligt. In eerstgenoemde gevallen zal de prikkel tot verduurzaming niet vanuit de markt komen maar vanuit de regelgeving. Daardoor zal het tempo van de implementatie van ZE-trucks sterk verschillen per vervoerder.

2.3 Voertuigfabrikanten/leveranciers

Op dit moment zijn er een aantal truckfabrikanten druk bezig met de ontwikkeling van elektrische trucks. Voornamelijk partijen die al ervaring hebben met elektrische bussen en/of elektrische auto's verwachten in de komende jaren trucks op de markt te brengen. Door beperkte productiecapaciteit bij dergelijke organisaties is het onzeker hoe snel elektrische trucks in serieproductie of zelfs massaproductie gaan.

2.4 Leasemaatschappijen

De meeste trucks worden door de vervoerder geleased. Vaak draagt de leasemaatschappij een deel van of het gehele restwaarderisico. De inschatting van de leasemaatschappij op de restwaarde van de truck heeft grote invloed op het leasetarief.

Daarbij zal de leasemaatschappij ook rekening houden met andere factoren zoals:

- De mogelijk dalende restwaarde van dieseltrucks
- De mogelijkheid een langere gebruiksduur voor een elektrische truck in te calculeren
- De combinatie van bovengenoemde twee factoren: een flexibele inzetperiode afhankelijk van de business case voor een second life van het accupakket

Door deze nieuwe onzekerheden maar ook mogelijkheden zullen leasemaatschappijen e-trucks op andere wijze benaderen dan conventionele dieseltrucks.

2.5 Leverancier laadinfrastructuur

De leveranciers van laadinfrastructuur zijn in principe dezelfde, veelal Nederlandse, partijen die ook laadinfrastructuur leveren voor elektrische auto's en bussen. De laadinfrastructuur is te verdelen in AC-laders waar onder andere partijen als Alfen, Ecotap, EVbox, Enovates in werkzaam zijn en laadsnelheden leveren van tussen de 11-60 kW. Bij DC-laadinfrastructuur gelden twee soorten. Enerzijds het laden op het depot (30-60 kW) als ook laden onderweg (150-350 kW). Ook bij DC-laadinfrastructuur zien we veelal dezelfde partijen terug als bij elektrische auto's en bussen zoals ABB, Heliox, Siemens en Tritium. In de huidige fase van testen bij klanten worden de laadsystemen vaak via de leverancier van de truck geregeld. Als de markt volwassener wordt zien we echter geen reden waarom deze koppeling zou blijven bestaan.

2.6 Netbeheerders

Het elektriciteitsnet in Nederland wordt gemanaged door 7 regionale netbeheerders waarvan Liander, Enexis en Stedin de grootste zijn.

Deze netbeheerders worden door de overheid 'gereguleerd', wat wil zeggen dat hun taakomschrijving precies in de wet is vastgelegd en dat de ACM namens de minister van EZK toezicht houdt op hun werkwijze, efficiency en tarieven.

In concreto betekent de opkomst van e-trucks dat er vraag naar extra elektrisch vermogen ontstaat op verschillende locaties: bij distributiecentra op bedrijventerreinen, verladingsplaatsen, vervoerders en (semi) publieke plaatsen zoals verzorgingsplaatsen langs de snelweg en truck parkings.

2.7 Chargepoint operator

De rol van chargepoint operator (CPO) kennen we bij elektrische auto's als de exploitant van (openbare) laadpalen. Voor snelladen langs verzorgingsplaatsen kunnen bestaande partijen hier laadsystemen verzorgen. Denk hierbij aan namen als Allego, Fastned en PitPoint.

Op eigen terrein kan een verlader of vervoerder die laadinfra voor e-trucks gaat aanleggen kiezen of hij de laadpalen zelf beheert of dit laat doen door een CPO. Het gaat dan om technisch beheer inclusief storingsdienst maar ook om administratief beheer (welke truck heeft hoeveel kWh geladen en facturatie gastgebruik). De CPO kan ook een rol spelen bij het slim aansturen van de laadpalen zodat het laden wordt afgestemd op energieprijzen en/of op netcapaciteit.

2.8 IT voor planning en vlootmonitoring

Voor elektrisch vrachtvervoer is goede planningssoftware nodig welke rekening houdt met de reguliere logistieke parameters en daarnaast met de actuele State of Charge (SoC) van de accu, de invloed van weersomstandigheden en het rijgedrag van de chauffeur. Dit vergt real time monitoring van enkele parameters zoals de SoC, rijsnelheid, enz. Deze planning moet dynamisch zijn; gedurende de dag kan het nodig zijn de planning voor het bijladen van de accu aan te passen. Ook is het nodig dat het plannings- en monitoringsysteem een goede gebruikersinterface heeft voor de chauffeur, informatie biedt over de laadplanning en eventueel feedback geeft over zijn of haar rijgedrag.

De ontwikkeling van planningssoftware die geschikt is voor elektrische voertuigen biedt ook de kans om de mogelijkheden van slim laden te integreren in de dagelijkse operatie van transporteurs en verladers.

In de pilot- en opschalingsfase is het misschien nodig pragmatische oplossingen te kiezen voor het laden van de accu's. Zo kan de keuze gemaakt worden bij een distributiecentrum slechts enkele docks te voorzien van laadinfrastructuur. In dat geval zal de planningssoftware ook hiermee rekening moeten houden zodat de e-trucks alleen aan die betreffende docks worden toegewezen. Dit kan consequenties hebben voor de interne logistiek in het distributiecentrum.

2.9 Eigenaar laadlocatie

De locatie van een laadpunt kan eigendom zijn van verschillende partijen: verzorgingsplaatsen langs de snelweg zijn eigendom van Rijkswaterstaat, verladers en vervoerders hebben hun panden en distributiecentra soms zelf in eigendom, soms huren ze deze.

Hierbij is het belangrijk om te weten dat netbeheerders in de regel maar één netaansluiting maken per WOZ-object. Als er door de komst van elektrische trucks meer capaciteit nodig is ligt het dus voor de hand de bestaande netaansluiting te vergroten in plaats van een tweede netaansluiting aan te leggen. Als de laadinfra geëxploiteerd wordt door een CPO die ook daarvoor de energie inkoop, kan dit door op dezelfde fysieke netaansluiting gebruik te maken van het Meerdere Leveranciers Op Eén Aansluiting-concept (MLOEA).

2.10 Brancheorganisaties

Er zijn diverse brancheorganisaties, waaronder:

- Transport en Logistiek Nederland (TLN) is een ondernemersorganisatie voor wegtransportbedrijven en logistiek dienstverleners. TLN is een vereniging met 5500 leden.
- Evofenedex vertegenwoordigt van oudsher verladers, de eigen vervoerders en (exporterende) productiebedrijven.
- De RAI Vereniging vertegenwoordigt de truckfabrikanten en -importeurs.
- de BOVAG vertegenwoordigt de dealerbedrijven.
- E-Violin is de brancheorganisatie van laadpaalexploitanten en laaddienstverleners.
- VERN, de Vereniging Eigen Rijders Nederland.

Onder de Topsector Logistiek valt ook Connekt dat het programmamanagement voor de Topsector Logistiek doet en TKI Dinalog dat zich richt op fundamenteel en toegepast onderzoek.

Medio 2019 is het rapport 'Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek' verschenen dat in opdracht van de Topsector Logistiek is gemaakt. In dit rapport wordt voor de Metropoolregio Amsterdam becijferd welke laadinfrastructuur nodig is voor elektrificatie van de

stadslogistiek. Voor 8 verschillende segmenten van de stadslogistiek is bekeken hoe vaak en waar (thuis, op het depot, bij de klant of onderweg) de voertuigen opgeladen moeten worden.

2.11 Gemeenten

In het Klimaatakkoord zijn zoals in hoofdstuk 1 al vermeld enkele concrete maatregelen die op nationaal en lokaal niveau genomen kunnen worden om ZE-logistiek te stimuleren of zelfs af te dwingen. Zo is er de mogelijkheid om zero-emissie zones in te stellen. Het streven is om dit in 2025 in 30 tot 40 grotere gemeenten te gaan hanteren. Uiterlijk in 2020 wordt vastgesteld hoe deze invoering zal plaatsvinden, zodat het bedrijfsleven zich hierop tijdig kan voorbereiden.

De gemeente kan zelf bepalen of ze de overgangsregeling voor Euro VI trucks hanteren, of dat ze meteen voor 100% zero-emissie per 2025 gaan.

Andere gemeenten kunnen zich bij de invoering van ZE-zones in 2025 aansluiten. Als sommige gemeenten in een later jaar een ZE-zone willen invoeren, moeten zij dat minimaal 4 jaar van tevoren aankondigen.

Vanaf 2030 is de verwachting dat veel steden een zero-emissie zone voor bestel- en vrachtwagens hanteren. De gemeenten hebben de komende jaren een sterke rol in het stimuleren van ZE logistiek. Inmiddels nemen veel gemeenten het voortouw door eigen voertuigen te verduurzamen en aanvullende eisen te hanteren voor aanbesteed werk.

3 Segmentatie

Binnen de stadslogistiek is er sprake van verschillende segmenten en verschillende soorten voertuigen die daarin worden gebruikt. Dit hoofdstuk geeft daar een overzicht van.

3.1 Stadslogistiek

Stadslogistiek wordt zowel met bestelwagens (tot 3500 kg GVW) verzorgd als met zware bedrijfswagens (>3500 kg). We concentreren ons in deze marktverkenning op de categorie >3500 kg, omdat elektrificatie van deze voertuigen mogelijk een ander type belasting op het elektriciteitsnet veroorzaakt waarover nog weinig bekend is.

Weliswaar worden Euro VI-trucks nog tot 2030 gedoogd in de binnensteden, maar een transporteur die in 2025 een nieuwe truck bestelt zal vanwege regelgeving en TCO niet zomaar een nieuwe dieseltruck bestellen. In de jaren voor 2025 zal het marktaanbod op gang komen vanuit de truck-OEM's en zullen de aanschafprijzen dalen. Door de lagere operationele kosten komt de TCO in sommige use cases dicht in de buurt van een dieseltruck. De meeste trucks rijden maar een beperkt aantal kilometers per dag. Dan zijn elektrische trucks uitstekend bruikbaar. In veel gevallen volstaat het dan om alleen 's nachts de accu's te laden en is onderweg bijladen niet of nauwelijks nodig.

Voor trucks die langere afstanden rijden, denk in dit geval aan voertuigen met slechts één distributiecentrum in Nederland, is er een dilemma: er moet een grotere accu gemonteerd worden die meer gewicht met zich meebrengt; daardoor is het laadvermogen voor de te vervoeren goederen kleiner. Echter ook voor deze trucks geldt dat de operationele kosten van een elektrische truck lager kunnen worden dan van een dieselveertuig. Dan komt het aan op slimme planning: misschien kan opportunity charging plaatsvinden tijdens het laden, lossen of tijdens de door het rijtijdenbesluit verplichte rustpauze van de chauffeur. Om dat mogelijk te maken moeten deze locaties wel voorzien de benodigde laadinfrastructuur.

3.2 Voertuigen

Er zijn nog weinig elektrische trucks verkrijgbaar en er vindt nog vrijwel geen serieproductie plaats. Tot nu toe gaat het om omgebouwde dieseltrucks, maar voor de nabije toekomst zijn er verschillende fabrikanten die werken aan 'purposed based' elektrische trucks. Dit betekent dat het voertuig van scratch af aan is ontworpen en gebouwd met het oog op een elektrische aandrijflijn en accu's, in plaats van de traditionele dieseltechnologie.

In 2019 zijn er in Nederland 63.000 vrachtwagens en 80.000 trekkers geregistreerd. De verdeling per gewichtsklasse (laadvermogen) ziet er als volgt uit:

Laadvermogen	Vrachtauto %	Trekker voor oplegger %
<7t	36,1%	4,3%
7t - 12t	28,8%	3,0%
12t-18t	24,0%	0,3%
18t-40t	11,0%	16,5%
40t of meer	0,1%	75,8%
Totaal	100%	100%

Figuur 2: verdeling binnen zware bedrijfsvoertuigen in Nederland (CBS, gecorrigeerd a.d.h.v. verhouding 2017 NL/buitenland)

Voorbeelden van het huidige marktaanbod van elektrische bedrijfswagens > 3500 kg GVW zijn in figuur 3 weergegeven. Hier is goed te zien dat elektrische trucks niet alleen in de categorie lichtere voertuigen worden ontwikkeld, maar ook zwaardere voertuigen in ontwikkeling zijn.

Merk	Type	Max gewicht	Batterij (kWh)	Range (km)	Charging power (kW) (AC/DC)
Mitsubishi	eCanter	7,5t	83	120	10/70
Volvo	FL Electric	16t	100-300	100-300	22/150
DAF	LF Electric	19t	222	220	n.n.b
Volvo	FE Electric	27t	200-300	130-200	22/150
DAF	CF Electric	37t	170	100	n.b./350
eMoss	diverse	diverse	120-240	100-250	22/44

Figuur 3: tabel van beschikbare elektrische trucks (o.b.v. verschillende bronnen)

Voor de komende aantal jaren worden steeds meer modellen aangekondigd, zie figuur 4. Hier zien we weer de bekende OEM's met verschillende voertuigen in alle soorten gewichtsklassen.

Merk	Type	Max gewicht	Batterij (kWh)	Range (km)	Charging power (kW) (AC/DC)
BYD	T7	11t	175	200	100/150
Daimler	Freightliner eM2 106	12t	370	370	260
MAN	CitE	15t	n.b	100	n.b
Renault	D Z.E.	16t	200-300	300	22/150
Mercedes-Benz	eAcros	18t	240	200	n.b./150
Renault	D WIDE Z.E.	26t	200	200	22/150
MAN	eTGM	26t	n.b	n.b	n.b
Tesla	Semi	36t	n.b	480-800	n.b
BYD	T9	36t	350	200	100/150
Daimler	Frightliner eCascadia	40t	550	400	260

Figuur 4: tabel van typen elektrische trucks die in de nabije toekomst beschikbaar komen (o.b.v. verschillende bronnen)

3.3 Segmenten

Binnen de stadslogistiek rijden enorm veel verschillende voertuigen van verschillende soorten vervoersegmenten. De belangrijkste segmenten staan in figuur 5 met enkele typische eigenschappen in de kolommen erachter. Deze eigenschappen kunnen per vervoerder erg verschillen. Ook is het niet noodzakelijkerwijs het geval dat deze eigenschappen gelijk blijven bij het gebruik van elektrische voertuigen. Zeker met in acht neming van andere trends zoals schaarste van chauffeurs, online winkelen etc. In de rest van de marktverkenning zoomen we verder in op de segmenten retail en afval. Hier zoomen we in op een voertuig dat wordt ingezet voor de distributie voor supermarkten, een voertuig dat wordt ingezet voor algemene bezorging in de stad en een voertuig dat wordt ingezet voor het inzamelen van huisvuil. Deze combinatie geeft een goed beeld van de verschillen in inzet van de voertuigen en de bijbehorende eisen aan voertuig en laadinfrastructuur.

Segment*	Ritafstand in km*	Km per dag*	Typische trucks*
Retail - supermarkt	75	300	40t trekker
Retail - horeca	50	150	kleine bakwagen (12t)
Retail - non-food	50	150	kleine/grote bakwagens (12t-19t)
Afval (huisvuil)	50	100	16t vuilniswagen
Afval (bedrijfsafval)	50	200	27t vuilniswagen
Bouw	50-100	100-400	diversen (7t-50t)
Facilitair/diensten	50-100	150	kleine bakwagen (12t)
Post en pakket	50-100	150	kleine bakwagen (12t)

Figuur 5: verschillende segmenten in de stadslogistiek en hun kenmerken (o.b.v. verschillende bronnen)

*Indicatief op basis van interviews

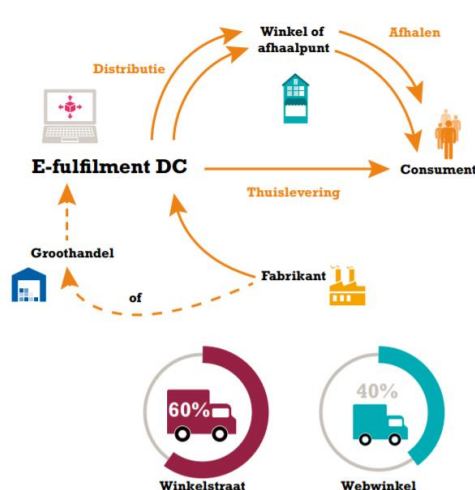
3.4 Trends

Er zijn een aantal trends die de verhoudingen in de stadslogistiek veranderen. Een belangrijke factor is de groei van e-commerce (zie figuur 6). Door de groei van deze sector gaan steeds minder goederen daadwerkelijk naar winkels en worden steeds meer goederen direct op huisadres bij de consument afgeleverd door bestelbussen.

2014 / Traditioneel



2025



Figuur 6: verandering stedelijke distributie door e-commerce (ING,2015)

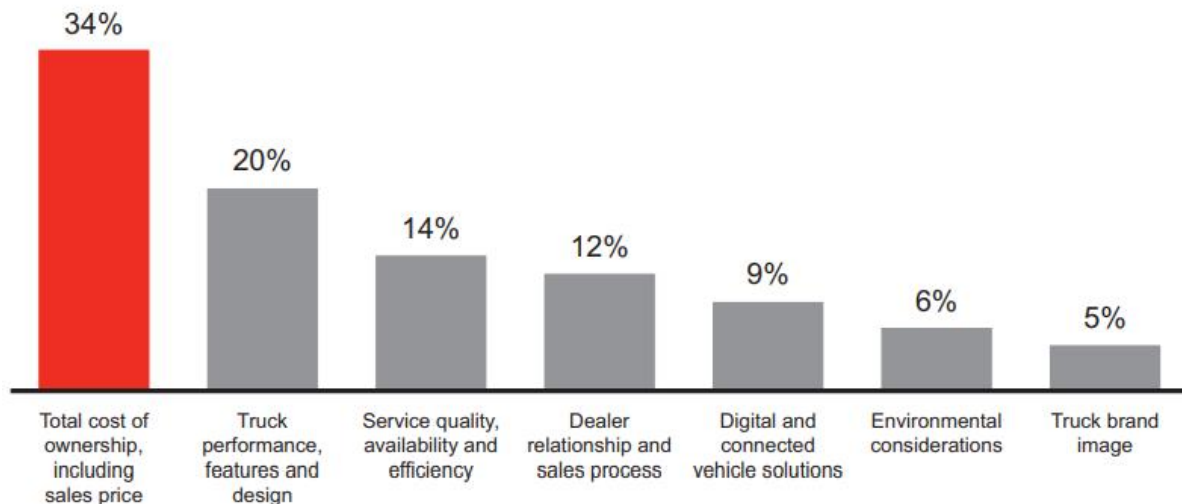
Een andere trend is de vraag naar logistieke hubs rond steden. Deze hubs zouden zorgen voor een splitsing van logistieke bewegingen buiten de stad en bewegingen binnen de stad. De voertuigen die dan worden ingezet buiten de stad zouden voornamelijk bestaan uit zware trekker-opleggercombinaties en in steden zouden meer lichtere voertuigen worden ingezet. Deze hubs zouden verschillende bedrijven kunnen faciliteren en moeten zorgen voor minder overlast in de stad. Anno 2019 zien we nog geen grote groei van dit soort universele hubs en veel marktpartijen zijn sceptisch. Wel zijn er lokale voorbeelden waar het erg goed werkt voor alle betrokken partijen. De belangrijkste factor lijkt hier te zijn dat de samenwerkende bedrijven een duidelijk gedeeld belang bij deze verandering van logistiek moeten hebben.

Beide trends kunnen invloed hebben op het totaal aantal wagens van boven de 3,5 ton dat nodig is in de stadslogistiek. Welke dat precies zal zijn is nog niet te zeggen, daarom gaan we er in dit rapport verder vanuit dat de impact hiervan de komende tien jaar beperkt is.

4 Total Cost of Ownership

De Total Costs of Ownership (hierna 'TCO') is het belangrijkste criterium voor vervoerders bij de keuze van een nieuwe vrachtwagen.

Op dit moment valt de TCO-vergelijking tussen elektrisch en diesel nog uit in het voordeel van laatstgenoemde. Met de opkomst van serieproductie van elektrische voertuigen en de daling van batterijprijzen is de verwachting dat deze TCO snel in het voordeel van elektrische trucks uit zal vallen. Steeds meer vervoerders zien dat deze trend zich bij personenauto's heeft ingezet en verwachten een soortgelijke beweging bij trucks.

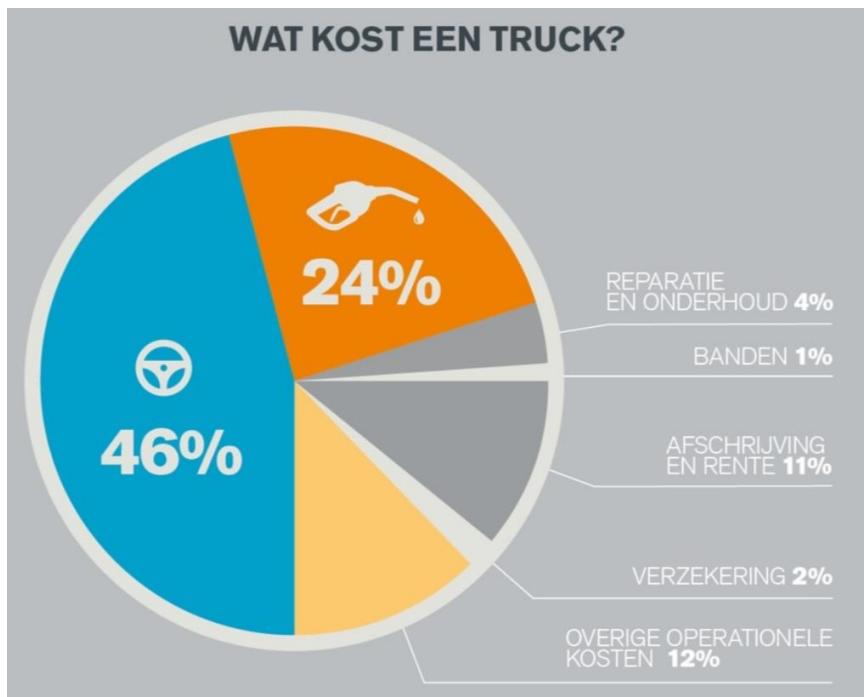


Note: Respondents were asked to rank their top three criteria (No. 1 criterion weighted by 3, No. 2 by 2 and No. 3 by 1)
Source: Bain 2018 European Truck Survey (n=533, from France, Germany, Poland and the UK)

Figure 7: TCO is de belangrijkste factor in de aankoopbeslissing (Bain & Company, 2018)

In figuur 7 zijn de uitkomsten van een enquête onder klanten die trucks kopen te zien. 40% van de klanten overweegt iets anders dan een reguliere dieseltruck voor de volgende aankoop, bijvoorbeeld volledig elektrisch of een hybride variant. Slechts 30% verwacht dat bij nieuwe aankopen de reguliere dieselmotor nog de belangrijkste soort aandrijving zal zijn in 2025. Hierbij worden overigens ook andere dan volledig elektrische alternatieven genoemd, zoals hybride voertuigen en alternatieve brandstoffen.

De TCO van een truck is opgebouwd uit verschillende factoren (zie figuur 8), waaronder de chauffeur en de brandstof de grootste kostenposten zijn.

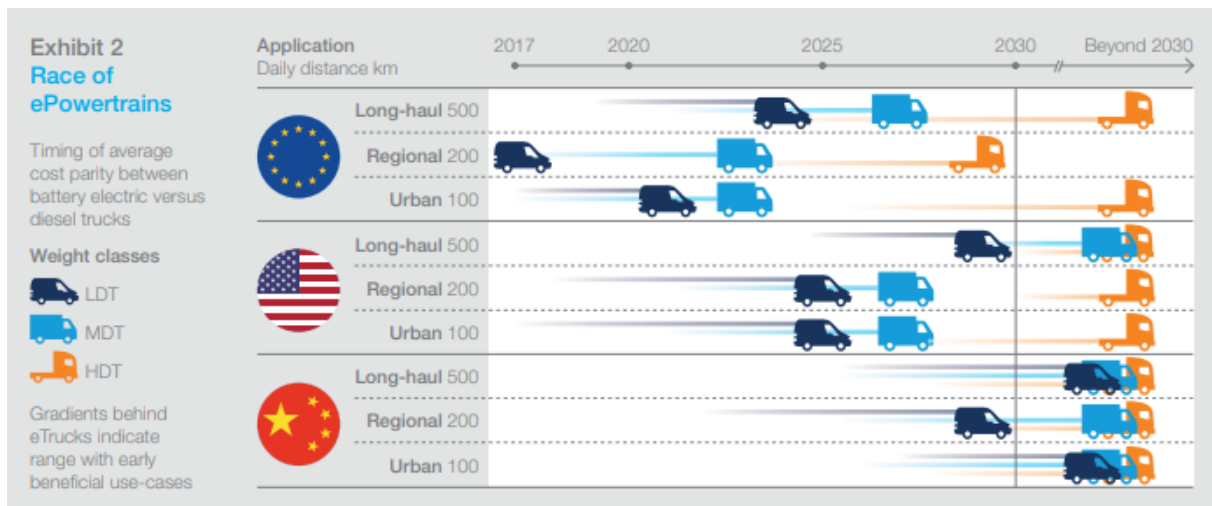


Figuur 8: de belangrijkste onderdelen van de TCO (Volvo, 2017)

Bij een elektrische truck veranderen de bedragen in een aantal posten ten opzichte van een dieseltruck. Dit betreft uiteraard de prijs voor energie daar van diesel naar elektriciteit wordt overgestapt. Hier komen kosten voor laadinfrastructuur bij en voorlopig nog een hogere aanschafprijs. De kosten voor onderhoud kunnen lager zijn doordat er geen olie en minder filters verwisseld hoeven worden en doordat remmen langer mee gaan door regeneratief remmen. Deze post is echter ook bij dieseltrucks relatief laag en zal het verschil in TCO niet maken. Het verschil moet dus gemaakt worden in de prijs van de truck en laadinfrastructuur tegenover de lagere energiekosten. Daarnaast dient de chauffeur minimaal belemmerd te worden door de noodzaak van bijladen, dus dit laden dient zo veel mogelijk te geschieden op momenten dat het voertuig toch stil staat.

4.1 Verwachte ontwikkeling in TCO

McKinsey verwacht een sterke groei in de verkopen van elektrische trucks doordat nog vóór 2025 'cost parity' voor lichte en middelzware trucks behaald kan worden (McKinsey, 2017). Zware trucks volgen in de jaren daarna waarbij de snelste groei in het regionaal vervoer verwacht wordt. Voor long-haul is de beperkende factor, volgens McKinsey, het gebrek aan publieke snelladers langs de snelweg waardoor altijd een batterij nodig is die de truck de gehele dag van energie kan voorzien. Hierdoor blijft de prijs voor long-haul elektrische trucks nog relatief hoog. Deze ontwikkeling kan dus beïnvloed worden als daar in Nederland op in wordt gespeeld door het plaatsen van laders voor elektrische trucks op strategisch gekozen verzorgingsplaatsen en bij truck parkings.

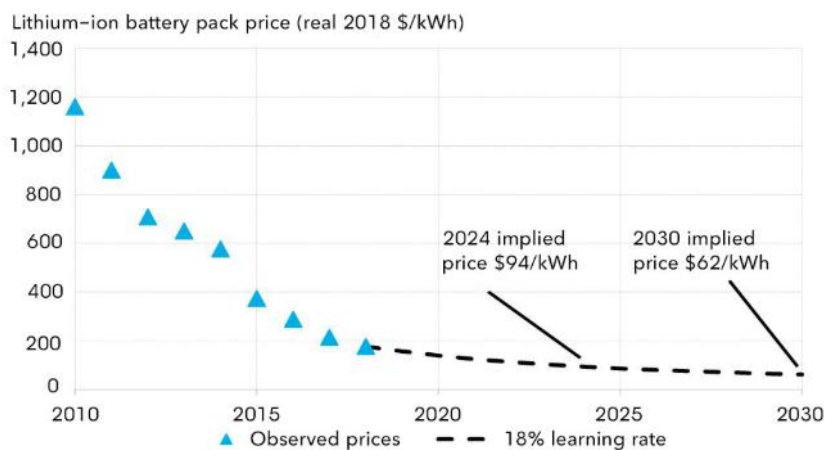


Figuur 9: verwacht moment van kostenpariteit per type voertuig (McKinsey, 2017)

Figuur 9 laat de verwachting zien van McKinsey, waarin goed naar voren komt dat het omslagpunt in TCO van elektrische trucks ten opzichte van diesel trucks sterk afhankelijk is van het type voertuig. Voor stadslogistiek geldt dat de meeste voertuigen bakwagens zijn (MDT in dit overzicht) en beperkte afstanden afleggen. Volgens McKinsey zou voor deze voertuigen het omslagpunt ruim voor 2025 bereikt zijn. Enkele partijen, met name supermarkten, rijden met grotere trekkers voor opleggers de steden in. Hiervan zou het omslagpunt iets later liggen. Voor wat betreft supermarkten geldt wel dat deze relatief veel kilometers afleggen wat positief is voor de TCO van elektrische trucks; de variabele kosten per kilometer van een elektrische truck zijn lager dan van een diesel.

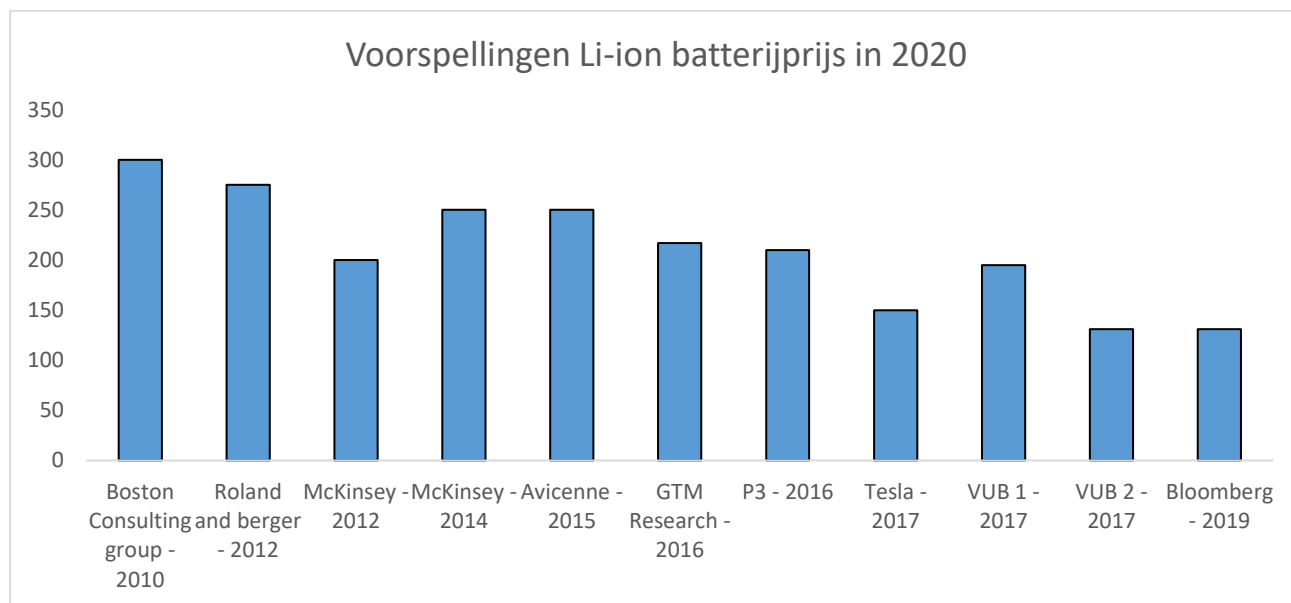
TCO is, naast druk vanuit ZE-zones een belangrijke driver om de stadslogistiek te verduurzamen. ZE-zones stellen feitelijk de ondergrens, een aantrekkelijkere TCO kan de verduurzaming nog sneller laten gaan. Deze TCO kan verder beïnvloed worden door ruimere venstertijden voor ZE-voertuigen en andere stimulerende maatregelen. Een belangrijke factor is de aanschafprijs waarbij met name nieuwkomers als Tesla en Nikola voor een disruptie kunnen zorgen. Net als bij elektrische personenauto's laten deze partijen zien dat door een voertuig vanaf het begin elektrisch te ontwerpen, en dus niet voort te bouwen op een dieselveertuig, veel winst te halen is in kosten, gewicht en efficiëntie. Tesla noemt voor haar Semi, welke momenteel nog in ontwikkeling is en wordt ingezet voor testen, een prijs vanaf €130.000 voor de versie met een actieradius tot 475 km. Indien een dergelijke propositie tussen 2020 en 2022 waargemaakt zou kunnen worden zou dit een enorme versnelling kunnen betekenen. De aanschafprijs van een elektrische truck wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kosten van de benodigde batterij. De kosten voor Li-ion batterijen zijn afgelopen jaren met gemiddeld ruim 20% per jaar gedaald (BloombergNEF, 2019).

Lithium-ion battery price outlook



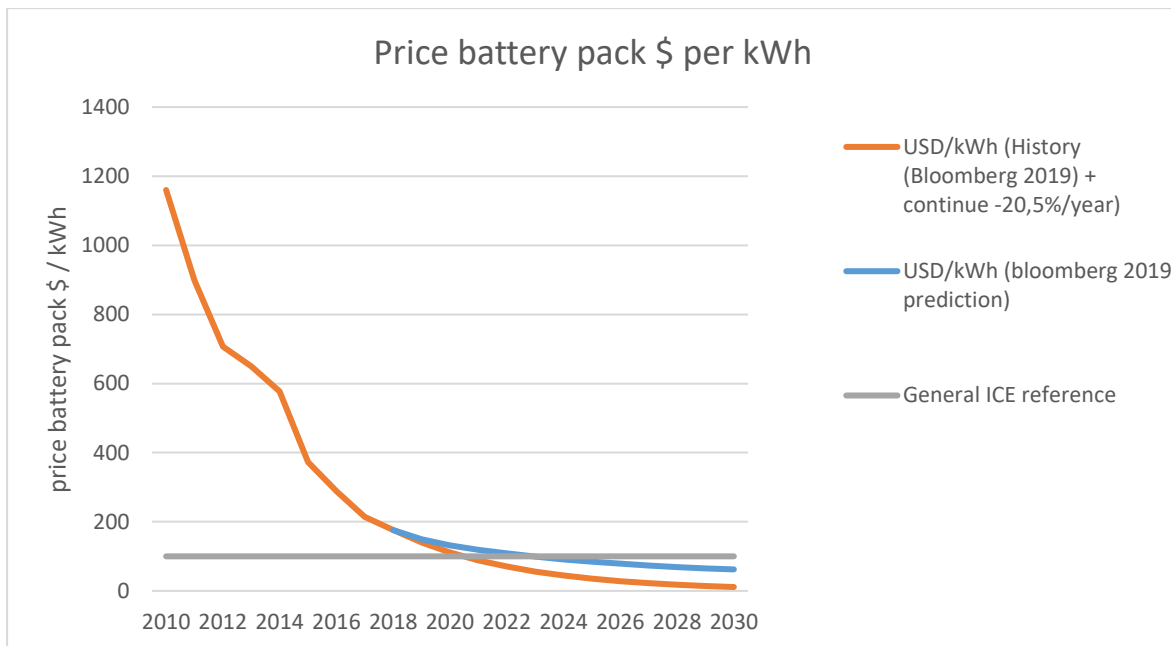
Figuur 10: ontwikkeling prijzen Lithium-ion batterij (BloombergNEF, 2019)

In figuur 10 zijn de inschattingen van de prijsontwikkelingen van lithium-ion van Bloomberg NEF doet in figuur 10 ook een inschatting van de prijsontwikkelingen voor komend decennium. Hierbij is het interessant om op te merken dat alle onderzoeksbureaus die tot nu toe dergelijke voorspellingen deden zonder uitzondering te hoge inschattingen maakten. In figuur 11 staan de voorspellingen voor de prijzen in 2020 door diverse gerenommeerde organisaties. Hier is te zien dat hoe verder terug in de tijd, hoe hoger men de prijs inschatte.



Figuur 11: verzameling voorspellingen voor li-ion batterijprijzen voor 2020

Inmiddels hintten Tesla en Volkswagen voor 2020 richting een prijs van \$100/kWh (Times, 2019), wat veel sneller is dan verwacht. Ook voor na 2020 durft Bloomberg NEF de daling 20% per jaar nog niet door te trekken en verwacht een prijs van \$62/kWh in 2030 (blauw lijn in figuur 12). Zou men de trend van een daling van 20% per jaar wel door trekken dan komt men op prijs van \$11/kWh (oranje lijn in figuur 12).



Figuur 12 Historische en verwachte prijsontwikkeling van Li-ion batterijen voor wegvoertuigen

In beide scenario's betekent deze prijsreductie dat voor de meeste voertuigen de TCO sneller positief wordt dan verwacht. In veel gevallen kan zelfs de aanschafprijs lager worden dan die van een exemplaar op diesel of benzine, maar dit hangt voorlopig enorm af van de grootte van de batterij. Daarom ligt dit moment voor zware trucks die veel kilometers per dag rijden en dus grotere batterijen nodig hebben verder in de toekomst dan voor lichtere trucks die ook minder kilometers rijden.

Uiteraard zijn er meer factoren die de prijs beïnvloeden, zoals leverbaarheid van batterijen en voertuigen. Het is waarschijnlijk dat de productiecapaciteit de vraag de eerste jaren niet kan bijhouden, iets dat we ook bij personenauto's zien. Hierdoor kunnen prijzen tijdelijk hoger blijven. In het algemeen is het de verwachting dat elektrische trucks zodra deze in voldoende aantallen geproduceerd worden direct een aantrekkelijke TCO hebben. Dit zal het eerst opgaan bij bakwagens die het grootste aandeel van de stadslogistiek voor zich nemen en daaropvolgend ook de grotere trekkers voor opleggers.

De TCO en de verschillen hierin per situatie hangen enorm af van de mate waarin tussendoor snel bijgeladen moet worden. De scenario's in de volgende paragraaf geven daarvan een indruk.

4.2 Drie indicatieve TCO-cases

In deze paragraaf werken we drie scenario's van TCO's uit:

1. supermarktdistributie middels zware trekkers voor opleggers,
2. bakwagens voor retail,
3. vuilniswagens voor het ophalen van huisvuil.

Deze sectoren zijn gekozen omdat ze samen een goed beeld geven van de grote variatie die in de stadslogistiek te zien is. Deze scenario's geven een indruk van een mogelijke toekomst en zijn geen voorspelling voor een specifiek bedrijf. Ze geven slechts een inkijkje in de verwachte ontwikkelingen en de gevoeligheid voor belangrijke factoren zoals het tussendoor bijladen met hoge vermogens en batterijgrootte.

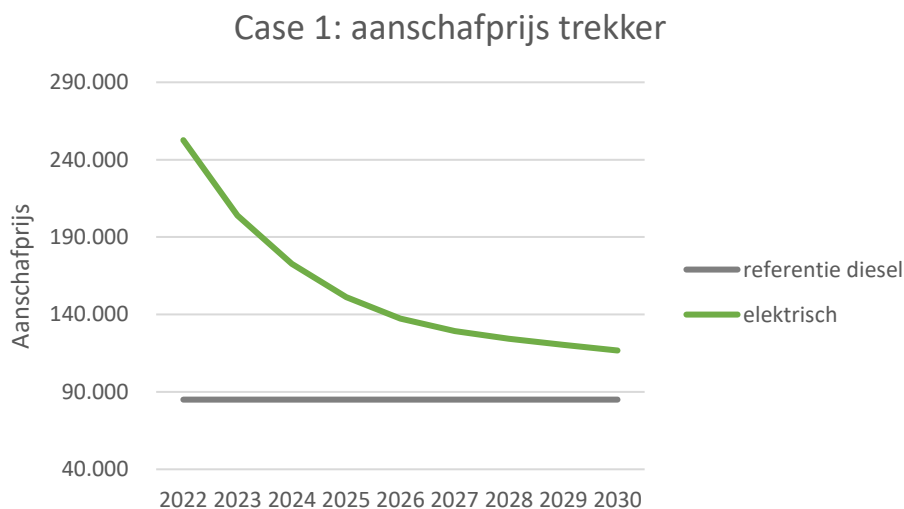
In bijlage 2 staan de aannames die gebruikt zijn bij deze drie cases beschreven. De belangrijkste is dat de kostprijs van het voertuig gekoppeld is aan de verwachte prijsontwikkeling van Bloomberg

(BloombergNEF, 2019) én de verwachting dat batterijen voor elektrische trucks voorlopig duurder blijven dan die van elektrische personenauto's. Dit prijsverschil wordt met name veroorzaakt door schaarste en verschil in schaalgrootte en kan in verloop van tijd kleiner worden.

We gaan in deze TCO-vergelijking bewust alleen uit van de kostenposten die significant verschillen tussen een dieseltruck en een elektrische truck, de 'brandstofs specifieke kosten'. Posten zoals uren voor de chauffeur zijn niet meegenomen, ook gaan we ervan uit dat de onderhoudskosten niet verschillen (al kan dit in de praktijk anders zijn). De belangrijkste posten die dan overblijven zijn de snelladers, brandstofkosten en afschrijving. Voor de vergelijking in TCO zijn dus alleen deze 'brandstofs specifieke kosten' weergegeven.

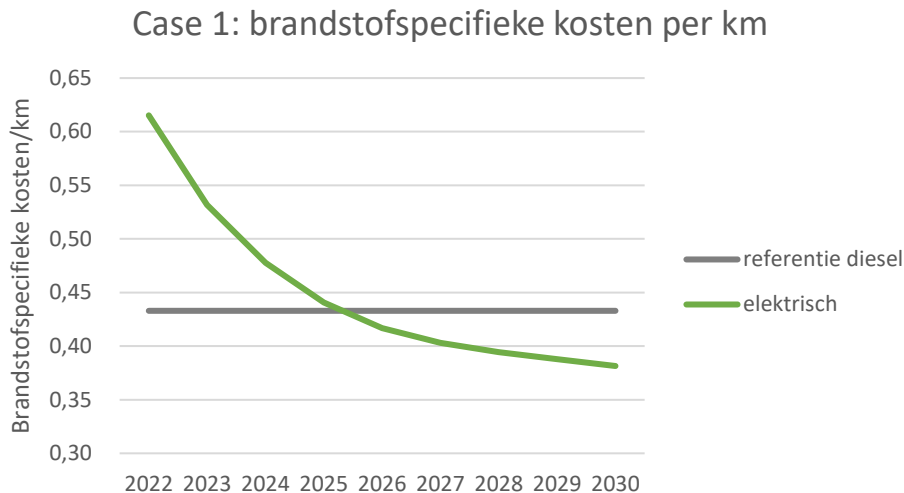
4.2.1 Case 1: Supermarkt.

Supermarkten rijden met relatief grote vrachtwagens de steden in, namelijk zware 40-tons trekkers voor opleggers. Men rijdt ook relatief veel kilometers per dag ondanks dat men veel in de bebouwde kom rijdt en vaak stil staat om te laden en te lossen. Dit is mogelijk door met twee chauffeurs per truck te werken die elkaar halverwege afwisselen. De elektrische truck in dit voorbeeld rijdt 90.000 km per jaar. Om voldoende gewicht aan laadcapaciteit over te houden wordt een batterij gebruikt met een bruikbare capaciteit van 300 kWh. Dit is onvoldoende om dagelijks tot 300 km te rijden en dus moet er tussendoor worden bijgeladen. Dit gebeurt bij voorkeur tijdens het inladen aan het dock bij het distributiecentrum om tijdverlies te voorkomen. Het laden zelf gebeurt met een vermogen van 350 kW. Om kosten te besparen wordt niet voor iedere truck een lader gekocht, maar is er één lader per drie voertuigen. De trucks kunnen, bijvoorbeeld gedurende de nacht, wel allemaal worden aangesloten maar laden dan om beurten of het vermogen wordt gedeeld.



Figuur 13: aanschafprijs elektrische versus diesel 40-tons trekker voor supermarkt bevoorrading

Gegeven dit scenario ontwikkelt de aanschafprijs zich zoals in figuur 13 te zien is van ca. €250.000 in 2022 tot minder dan €120.000 in 2030 en blijft voorlopig dus duurder dan de referentietruck met dieselmotor van €85.000. Naast de verwachting in ontwikkelingen heeft dit ook te maken met de gebruikte methode om kostprijs te voorspellen waarbij een elektrische truck in aanschaf altijd duurder blijft.



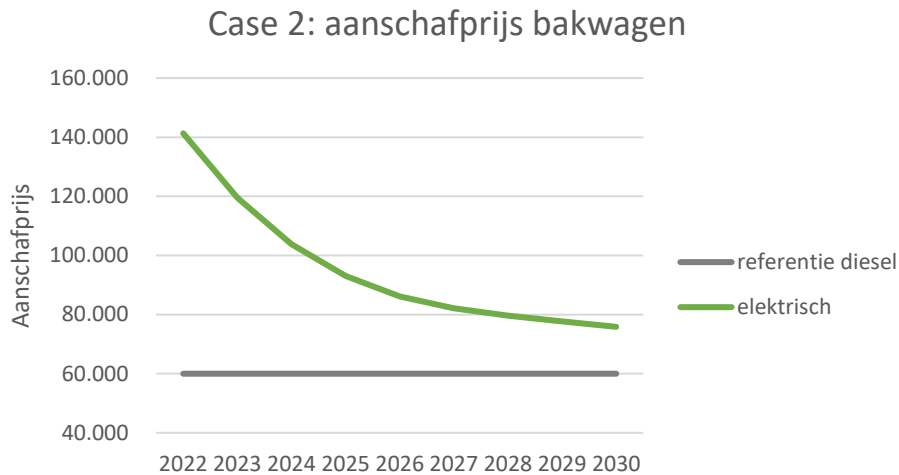
Figuur 14: brandstofspectifieke kosten elektrisch versus diesel 40-tons trekker voor supermarkt bevoorrading

In deze case komt de TCO vanaf 2026 gunstig uit voor de elektrische variant (zie figuur 14). Dit heeft vooral te maken met de noodzaak om tussendoor met hoge vermogens bij te laden. Wat hier een sterk positief effect heeft is dat de trucks in dit scenario veel kilometers maken (ca. 90.000 kilometer per jaar). Bij 60.000 kilometer per jaar ziet dezelfde berekening er al heel anders uit en is de elektrische truck, met dezelfde batterijcapaciteit en laders, pas vanaf 2030 voordeliger. In een scenario met 60.000 kilometer per jaar en dezelfde batterijcapaciteit zouden echter ook minder zware laders nodig kunnen zijn (150kW) wat het omslagpunt weer terug rond het jaar 2026 brengt. In de praktijk kan de TCO bij zware trekkers voor opleggers dus per geval erg verschillen. DC-laders met hoge vermogens drukken de business case, evenals grote en zware batterijen. Hierin zal dus per situatie een optimum gevonden moeten worden.

Een belangrijke factor is de mogelijkheid om te kunnen laden aan het dock, dus zonder extra stilstand. In 2019 gebeurt dit nog niet en wordt nog aan praktische oplossingen hiervoor gewerkt. Dit kan een beperkende factor zijn in de overgangsfase.

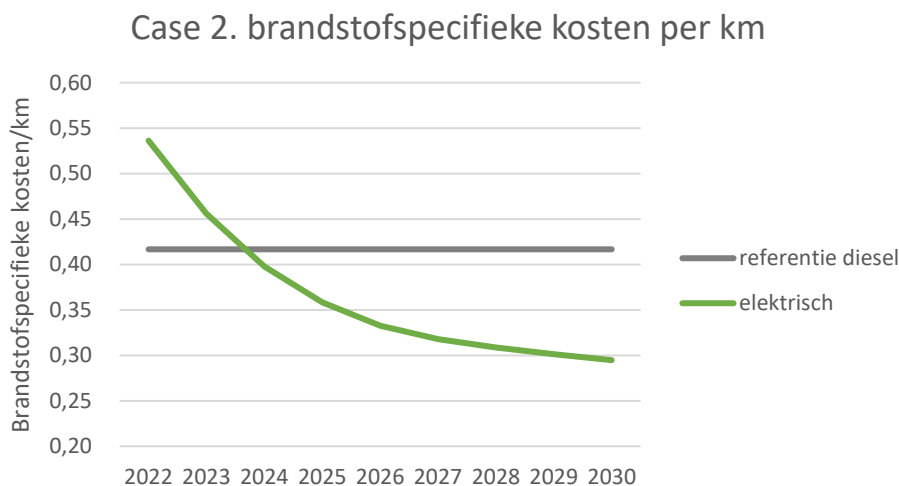
4.2.2 Case 2. Retail

De retailbranche is een enorm brede branche met een grote diversiteit aan voertuigen. Voor dit voorbeeld is een bakwagen van 12 ton gekozen. Een variant die veel voorkomt voor de bezorging van allerlei goederen, zowel food als non-food, vanuit regionale leveranciers naar de binnensteden. Het voertuig in deze case rijdt 300 dagen per jaar gemiddeld 140 kilometer per dag (jaarkilometrage 42.000 km) en heeft een batterijcapaciteit van 150 kWh. In deze case wordt met name 's nachts geladen met reguliere 22 kW (AC) laders. Overdag kan in pauzes bijgeladen worden met dezelfde laders indien nodig. In eventuele noodgevallen kan gebruik worden gemaakt van (semi)publieke DC-laders met een hoger vermogen, maar omdat snelladen in deze case zelden nodig is wordt een dergelijke snellader niet op eigen terrein geplaatst. In figuur 15 is de ontwikkeling van de aanschafprijs van zowel de elektrische als de dieselvariant te zien.



Figuur 15: aanschafprijs elektrische versus diesel 12-tons bakwagen voor retail

Ook bij elektrische bakwagens geldt dat deze de komende jaren een hogere aanschafprijs hebben dan de varianten met een dieselmotor. Het verschil in prijs zakt echter zeer snel zodra de opschaling in productie op gang komt.



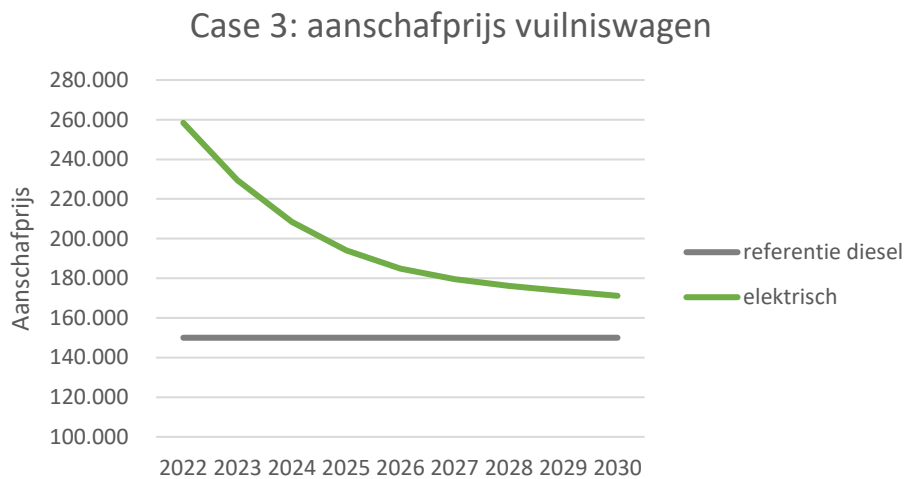
Figuur 16: brandstofspectifieke kosten elektrische versus diesel 12-tons bakwagen voor retail

De kosten per kilometer zijn in deze categorie vanaf 2024 lager voor elektrische voertuigen, zie figuur 16. Het belangrijkste verschil t.o.v. de eerdergenoemde trekkers voor supermarkten is dat hier geen kostbare DC-laders met hoge vermogens nodig zijn.

4.2.3 Case 3. Vuilniswagen

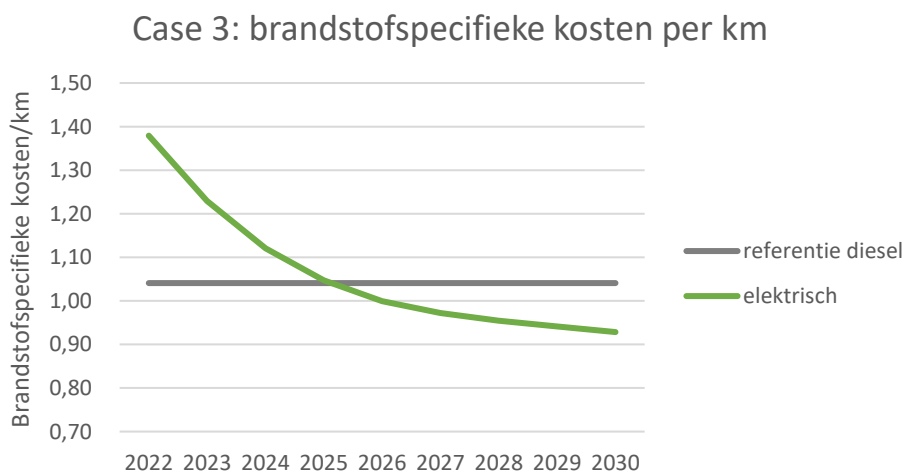
De categorie van vuilniswagens is bijzonder, omdat deze met name voor het ophalen van huisvuil vaak in opdracht van overheden werken. Overheden zullen vooruitlopend op het instellen van milieu- en in het bijzonder ZE-zones het goede voorbeeld willen geven met hun eigen voertuigen en aanbesteed werk. Hiervoor is recent ook het [convenant](#) 'Duurzame brandstoffen en voertuigen in de reinigingsbranche' ondertekend door gemeenten en bedrijven. Het is dan ook te verwachten dat in deze categorie een relatief snelle groei plaats zal vinden. De vuilniswagen in deze case is een exemplaar van 16 ton en een batterijcapaciteit van 200kWh dat wordt ingezet voor de inzameling van

huisvuil. Er wordt 250 per dagen ca. 120 kilometer per dag gereden (jaarkilometrage 30.000 km). Deze voertuigen zijn relatief duur omdat het niet alleen trucks zijn maar feitelijk rijdende werktuigen. Het verbruik is dan ook relatief hoog omdat de bijbehorende systemen voor het oppakken en persen van afval ook elektrisch werken. Het laden gebeurt met name 's nachts middels reguliere 22kW AC laders. Eventueel kan tijdens pauzes of lunch worden bijgeladen aan dezelfde laders, bijvoorbeeld als in de winter het verbruik hoger is of op dagen dat er meer kilometers worden gereden. In figuur 17 is de ontwikkeling van de aanschafprijs van deze vuilniswagen te zien.



Figuur 17: ontwikkeling aanschafprijs elektrische versus diesel 16-tons vuilniswagen

De aanschafprijs blijft de eerste jaren nog relatief hoog maar zakt snel naarmate de grote leveranciers hun productie van elektrische trucks opschalen.



Figuur 18: brandstofspectifieke kosten elektrische versus diesel 16-tons vuilniswagen

De kosten per kilometer zakken snel mee naarmate de aanschafprijs van elektrische vuilniswagens lager wordt, zie figuur 18. Vanaf 2026 is de elektrische variant goedkoper dan de uitvoering met dieselmotor. Deze berekening gaat alleen over huisvuil. Voor bedrijfsafval geldt dat de voertuigen hiervoor meer kilometers rijden en eerder gebruik zullen maken van een DC snellader op locatie. Hier kunnen deze voertuigen dan, bijvoorbeeld tijdens een lunch, een DC snellader delen. Het effect op de TCO hiervan is klein als deze 250-300 km per dag rijden waardoor de extra investering zich terugverdient.

4.2.4 Bijzonderheden bij de voorbeeldcases

1. Voor het laden aan docks is nog geen goede universele oplossing. Er zijn wel verschillende oplossingsrichtingen bekend maar het lijkt alsof de meerwaarde nog niet dusdanig op waarde wordt geschat dat men hiervan implementaties op serieuze schaal test. De verwachting is wel dat hiervoor de komende jaren oplossingen ontwikkeld worden.
2. Wat bij vrachtwagens voor supermarkten die laden bij grote distributiecentra vanzelf gaat is bij bakwagens voor stadslogistiek en vuilniswagens niet altijd vanzelfsprekend. Namelijk, dat er grotere groepen elektrische voertuigen op één aansluiting laden en het elektriciteitsverbruik inclusief het gebouw zo hoog is dat men vaak in het laagste tarief voor *Energiebelasting en Opslag duurzame energie* valt. In het geval men slechts één lichte bakwagen laadt en er verder weinig verbruik op dezelfde aansluiting (tot 50.000 kWh/jaar) is komt men juist in een hoger tarief. Veel bedrijven zullen hier tussenin zitten en betalen dus met de energiebelasting van 2019 €0,01363 per kWh extra. Voor deze bedrijven kan het daarom interessant zijn om combinaties te zoeken met soortgelijke bedrijven in de regio om de kosten te drukken.

Jaar	0 t/m 10.000 kWh	10.001 t/m 50.000 kWh	50.001 t/m 10 miljoen kWh	Meer dan 10 miljoen kWh zakelijk
2019	€ 0,09863	€ 0,05337	€ 0,01421	€ 0,00058

Figuur 19 energiebelasting op elektriciteit 2019 (belastingdienst.nl)

3. De reguliere AC-laders worden hier met name 's nachts ingezet. Deze laders zijn echter ook geschikt voor personenauto's en zouden overdag deels of geheel kunnen worden ontsloten voor personenauto's en bezoekers. Voor de businesscase van de trucks maakt dit weinig verschil maar voor de personenauto's komt er zo feitelijk een groep laadpunten bij zonder hiervoor nogmaals te hoeven investeren. Voor DC-snelladers kan dit in principe ook, maar dan moet de locatie en de rittenplanning van de trucks daar ruimte voor bieden. In veel gevallen zal de mogelijkheid hiervoor beperkt zijn.

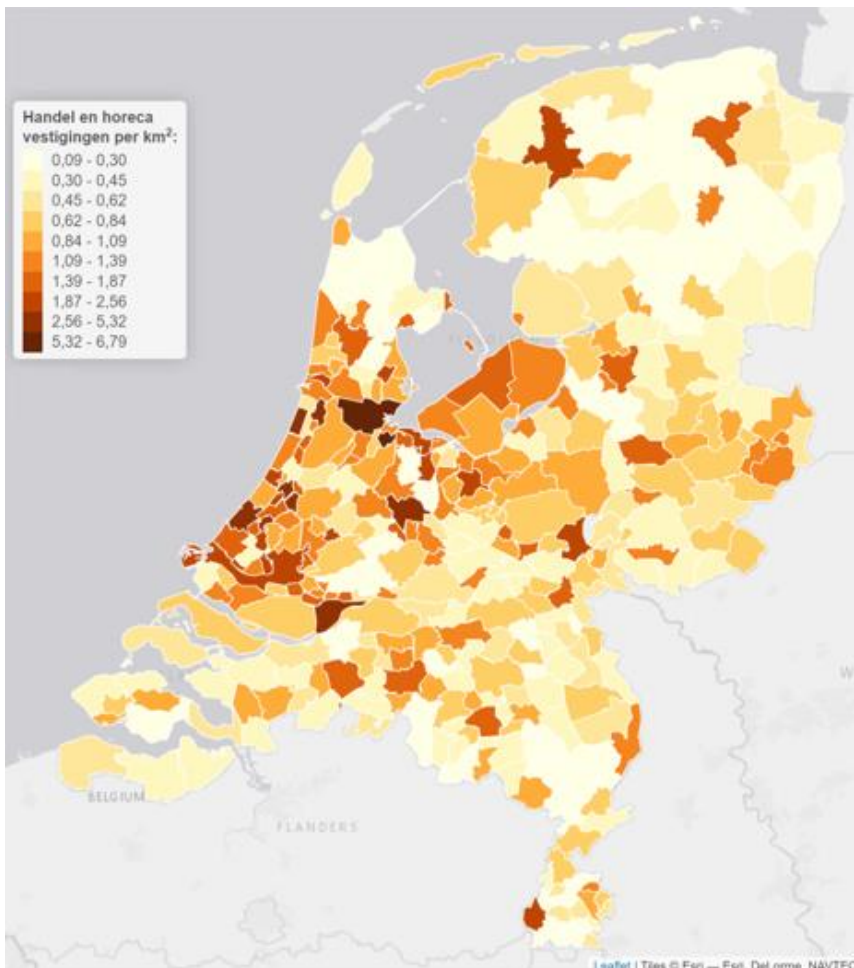
5 Groeiprognose

Door ontwikkeling in TCO en de zero-emissiezones die zullen worden ingesteld zijn gebruikt om een groeiprognose tot en met het jaar 2035 te kunnen maken. Eerst is de omvang van de stadslogistiek per segment en gemeente bepaald, en op basis daarvan zijn er drie groeiscenario's uitgewerkt.

5.1 Omvang van de stadslogistiek

Om de omvang van stadslogistiek te bepalen is er gebruik gemaakt van twee openbare databronnen. Deze data is gecombineerd met kerncijfers over het mobiliteitspatroon van vrachtvoertuigen voor stadslogistiek om een indicatie voor het aantal voertuigen op gemeenteniveau te geven.

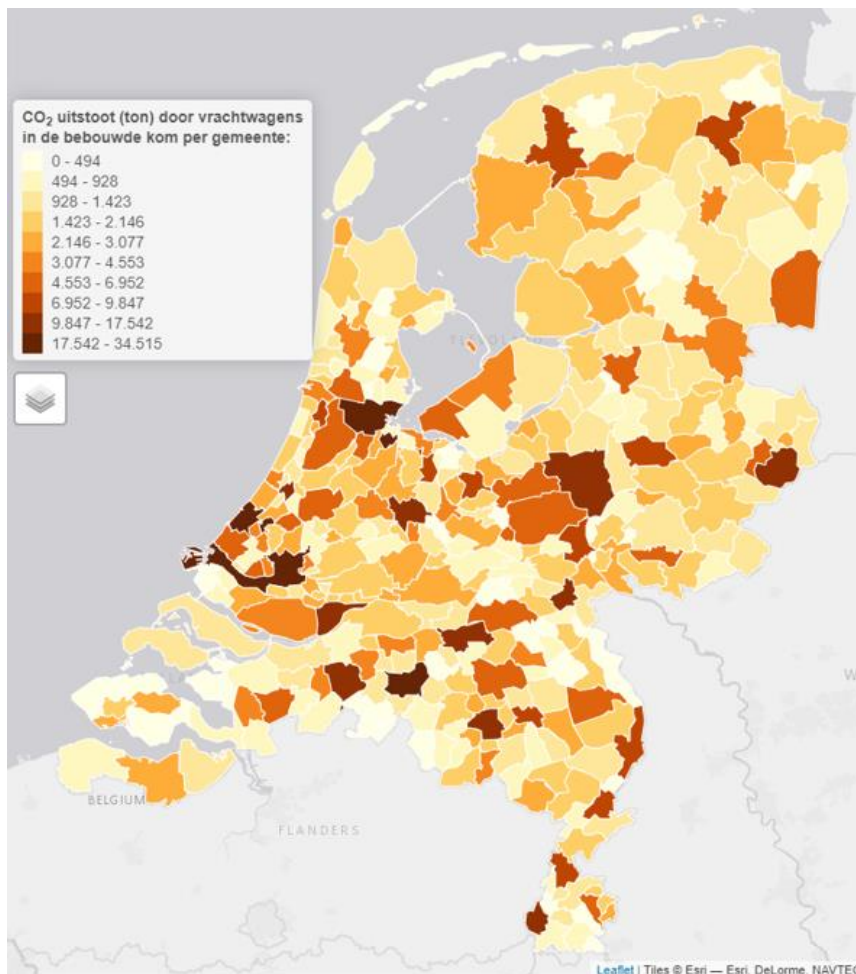
Ten eerste is er gekeken naar vestigingsdichtheid op buurtniveau. Hierbij is op basis van CBS-data gekeken hoeveel handel en horecavestigingen zich per vierkante kilometer in een buurt bevinden, zie figuur 20 voor geaggregeerde data per gemeente. Vervolgens is er op gemeentelijk niveau gekeken welke buurten een hoge vestigingsdichtheid score hebben. Ten slotte is de landoppervlakte van alle buurten met een hoge vestigingsdichtheid gesommeerd om vast te stellen hoe groot de oppervlakte van een binnenstad is t.o.v. de totale (land)oppervlakte per gemeente.



Figuur 20: handel en horecavestigingen per km²

Vervolgens zijn er per gemeente CO₂-emissiescijfers beschikbaar voor het segment zware bedrijfsvoertuigen (vrachtwagens en trekkers/opleggers). Deze cijfers zijn onverdeeld naar verschillende wegtypes. Om het aantal vrachtwagens dat de binnensteden inrijdt te bepalen is er

gekeken naar de emissiecijfers binnen de bebouwde kom (alle wegen met een maximumsnelheid van 50 km/u) van elke gemeente. Daarmee is de verdeling gemaakt die zichtbaar is in figuur 21.



Figuur 21: CO₂-uitstoot per gemeente

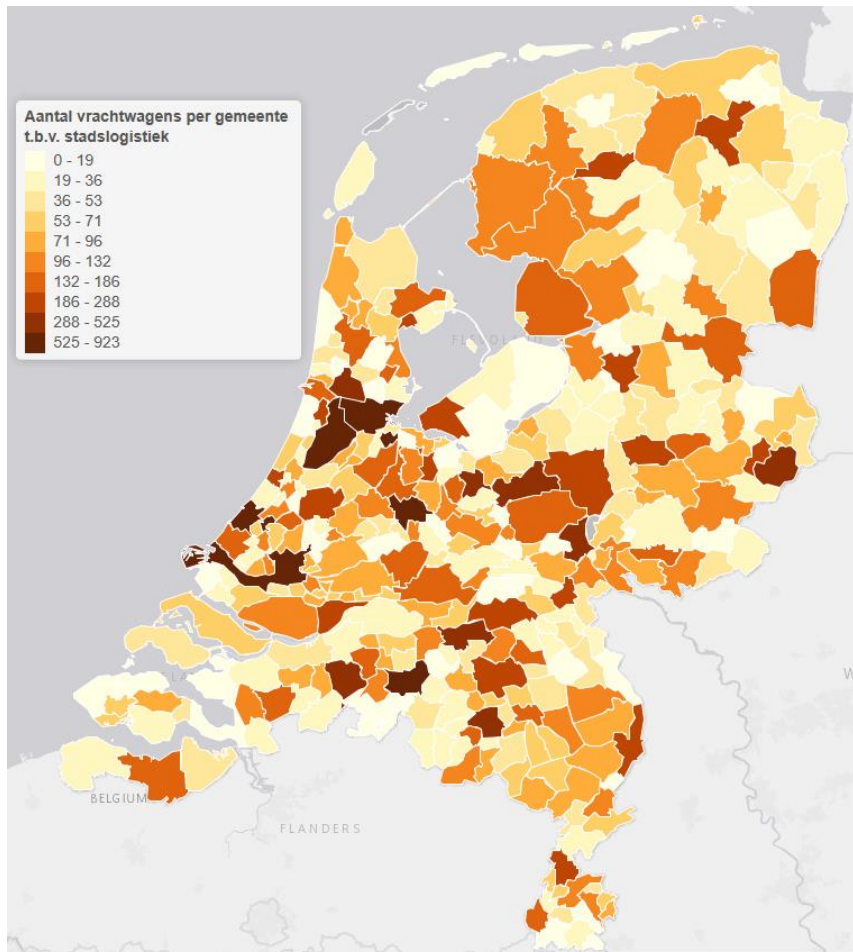
Uit kerncijfers voor stadslogistiek kunnen we afleiden dat gemiddeld gezien vrachtwagens bijna 39.000 kilometers op jaarbasis rijden [CBS]. Daarnaast is er uit metingen (Emissieregistratie) gebleken dat gemiddeld gezien 17% van deze jaarkilometrage in de binnenstad worden afgelegd. Hierbij geldt wel de kanttekening dat de spreiding van het jaarkilometrage en het aandeel van binnenstad kilometers sterk varieert per segment binnen de stadslogistiek kijkt. Tevens is voor de vrachtvoertuigen ook bekend wat ze gemiddeld uitstoten per gereden kilometer in een 'normale' binnenstad; namelijk 783 gram CO₂ per km (TNO).

Vervolgens is de omvang van stadslogistiek per gemeente als volgt vastgesteld:

1. Er is een ratio aangeduid voor de omvang van een binnenstad (oppervlakte winkel- en horecagebied t.o.v. de totale oppervlakte).
2. Vervolgens is deze ratio gebruikt om de CO₂-uitstoot van de binnenstad te extraheren uit de totale CO₂-uitstoot die binnen de bebouwde kom per gemeente plaats vindt.
3. Tot slot, zijn de CO₂ uitstoot cijfers vertaald naar aantallen vrachtwagens met behulp van de kerncijfers rondom jaarkilometrage en de uitstoot per km van vrachtvoertuigen.

Onze indicatie voor het aantal voertuigen ten behoeve van stadslogistiek is ongeveer 30.000 stuks. Tot op heden hebben we geen officiële bron kunnen vinden die op basis van metingen de omvang van

stadslogistiek vaststelt. Uit gesprekken met de marktpartijen is er wel gevoelsmatige bevestiging voor het getal van 30.000 voertuigen gekomen. Voor supermarkten en het segment afval hebben we concrete indicaties voor de omvang van hun vloot. Zo weten we op basis van winkelaantallen en marktaandeel (Rabobank) dat de 6000 supermarkten in Nederland worden bevoorrad met ongeveer 3800 trucks en dat in de afvalsector men zo'n 3200 trucks inzet (CBS). De verdeling van het totale aantal van 30.000 trucks per gemeente is in figuur 22 te zien. Belangrijk is om hierbij op te merken dat het om afleverbestemmingen gaat, wat dus niet gelijk staat aan waar de trucks worden opgeladen



Figuur 22: aantal vrachtwagens t.b.v. stadslogistiek per gemeente

5.2 Groeiscenario's e-trucks in de stadslogistiek

De groei van elektrische trucks in de stadslogistiek is aan de hand van drie scenario's (figuur 23) geprognoseerd. Bij deze scenario's is er verder aangenomen dat de totale omvang van stadslogistiek constant blijft op 30.000 voertuigen. Ook wordt aangenomen dat de nieuwe verkopen van trucks voor stadslogistiek tussen 4000 en 5000 voertuigen per jaar blijft. Deze scenario's zijn aan de hand van interviews en beschikbare data ontwikkeld aan de hand van de volgende factoren:

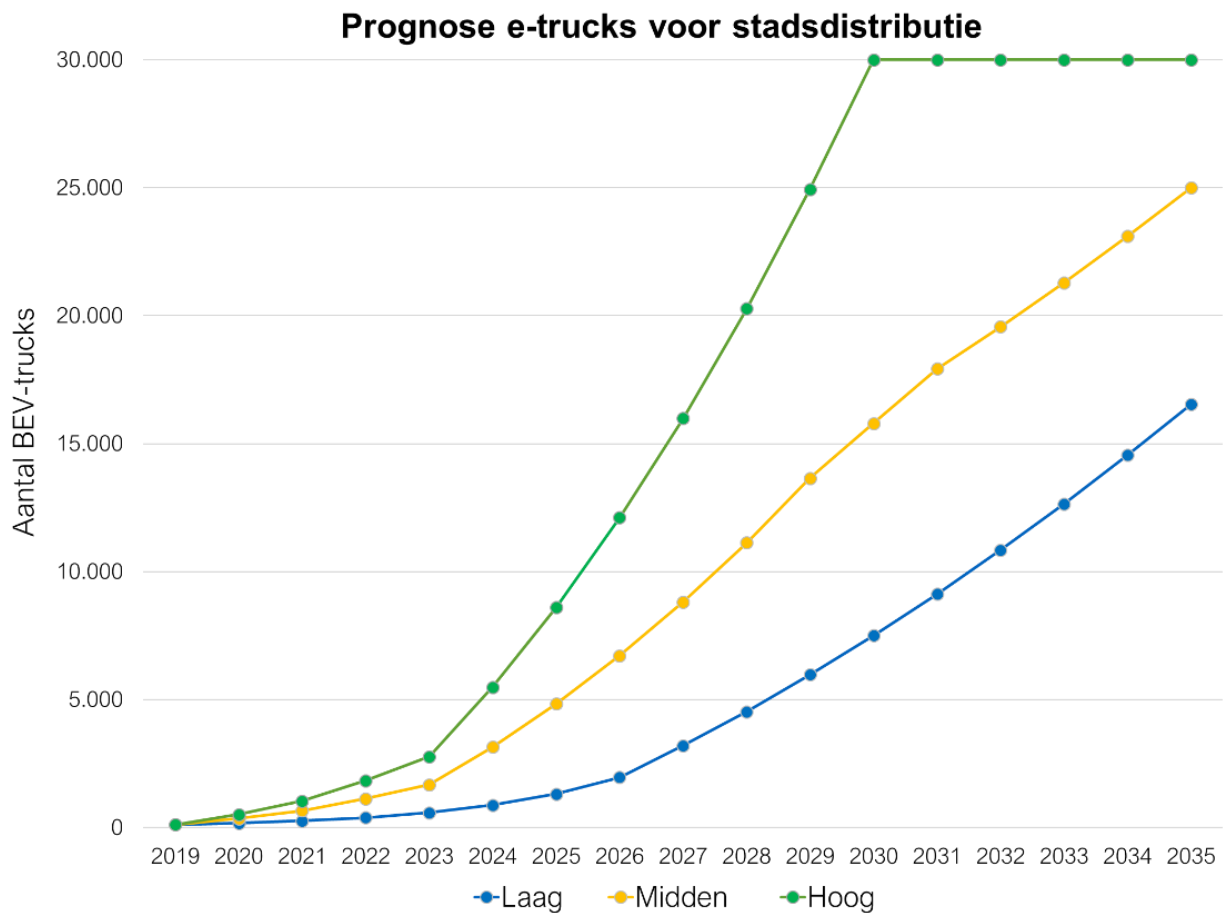
- Omvang van de stadslogistiek
- TCO-ontwikkeling (kosten en aanbod vanuit OEM's)
- Zero-emissie zones: politieke ambities om binnensteden emissievrij te maken.

In het hoge scenario gaan we ervan uit dat vanaf 2023 de TCO van een e-truck geleidelijk lager wordt dan een diesel truck. Vanaf dat jaar wordt een steeds hoger percentage van de nieuw verkochte trucks

elektrisch. De ontwikkelingen gaan zeer snel en in combinatie met emissievrije binnensteden is de totale vloot dat de steden binnen rijdt voor stadslogistiek al elektrisch in 2030. In dit scenario is de zero-emissiezone die gemeenten instellen in het jaar 2030 geschat op bijna 25% van de totale landoppervlakte per gemeente.

In het midden scenario gaan de TCO-ontwikkelingen minder snel en ook niet alle gemeenten zetten in op een emissievrije binnenstad. Ook zijn de zero-emissiezones die worden ingesteld kleiner dan in het hoog scenario (19,6% van de oppervlakte). Daardoor is in 2030 slechts 55% van de totale vloot voor stadslogistiek elektrisch en in 2035 zo'n 83%.

In het lage scenario gaat pas vanaf 2026 de TCO zich positief ontwikkelen ten opzichte van dieseltrucks en blijven ambitieuze doelstellingen voor emissievrije binnensteden uit. In dit scenario blijft de omvang van de emissievrijzone beperkt tot zo'n 14% van de gemiddelde landoppervlakte per gemeente. Daardoor is in het lage scenario in 2030 slechts 1 op de vier trucks voor stadslogistiek elektrisch en in 2035 iets meer dan 1 op de twee trucks (55%).



Figuur 23: groei van elektrische trucks voor stadslogistiek per scenario

6 Laadlocaties, vermogens en profielen

In dit hoofdstuk gaan we verder in op het soort locaties waar elektrische trucks opgeladen zullen gaan worden, welke soort laadprofielen er te onderscheiden vallen en wat voor gevraagd vermogen dit oplevert.

6.1 Optimale laadstrategie

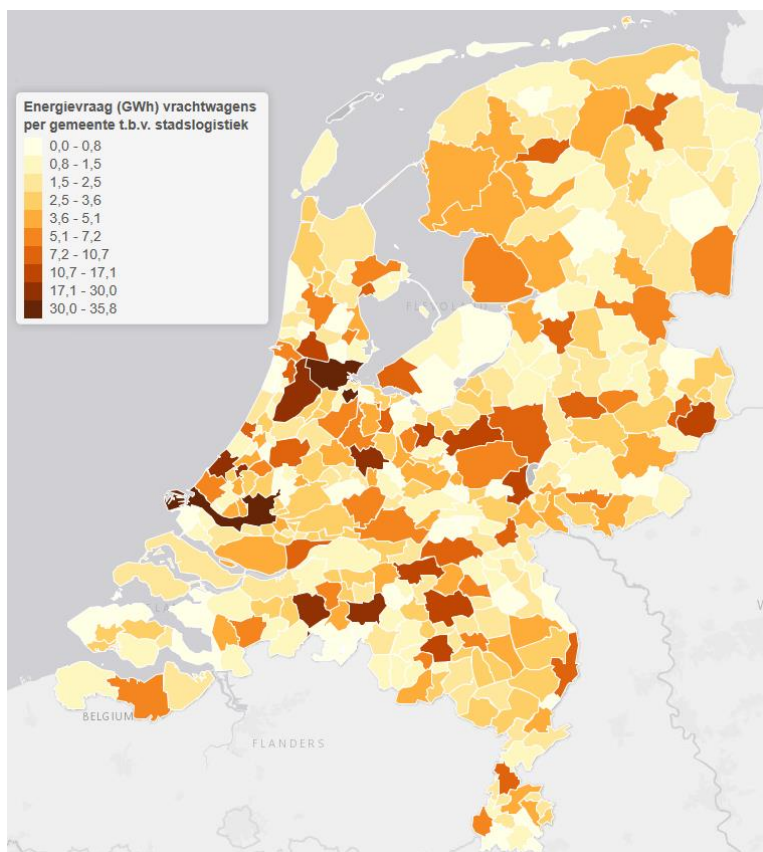
Net als bij bussen zijn er keuzes te maken voor kleinere batterijen en vaker opladen óf grotere batterijen en alleen 's nachts opladen. Momenteel zijn er eigenlijk nog geen trucks te koop met echt grote batterijen (>300kWh), maar partijen als Daimler en Tesla werken hier inmiddels aan. Ook worden zowel in Europa als in Amerika laadsystemen ontwikkeld met vermogens van 1MW en meer. Voor stadslogistiek zullen deze vermogens naar verwachting niet noodzakelijk zijn.

Een voertuig wordt veel flexibeler als deze voorzien is van een batterij die groter is dan strikt noodzakelijk. Ook de levensduur van de batterij wordt verlengd naarmate de volledige capaciteit niet dagelijks gebruikt hoeft te worden, al zijn moderne batterijen hier steeds minder gevoelig voor. Flexibiliteit door een grotere batterij kan in de praktijk de mogelijkheid bieden het laden uit te stellen tot momenten waarop de elektriciteitsprijs lager is of andere vormen van 'Smart Charging'. Smart Charging houdt in dat de e-truck in plaats van meteen na het aansluiten op een laadpaal pas wordt opgeladen op het meest gunstige moment qua netcapaciteit, prijs of beschikbaarheid van duurzame elektriciteit. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de flexibiliteit in het laadprofiel van de e-truck. Partijen die zware materialen vervoeren en dus gebaat zijn bij een laag gewicht aan batterijen zullen eerder kiezen voor het tussendoor bijladen met hoge vermogens.

Uiteindelijk zal de vervoerder dat kiezen wat zo goedkoop mogelijk aan de eisen van de operatie voldoet. Dus geen onnodig grote batterijen, geen onnodig snelle laders, maar ook nooit stilstaan alleen maar om te laden. Die balans kan per branche verschillen. Hierdoor komt het zwaartepunt van het laden te liggen bij de distributiecentra, waar de trucks toch al stil staan. Naar verwachting zal een klein percentage van de laadsessies (<5%) op verzorgingsplaatsen langs de route plaatsvinden, en een ander klein deel (<5%) van de laadsessies (indien economisch en praktisch haalbaar) plaatsvinden bij de eindklant.

6.2 Laadlocaties en vermogens

Figuur 24 geeft weer hoe de verdeling van de laadvraag per gemeente eruitziet. Deze kaart dient ter illustratie van de benodigde hoeveelheid energievraag en op welke plek deze ontstaat. Echter: de daadwerkelijke laadbehoefte van e-trucks zal bij niet bij bestemming, maar juist bij parkeerlocaties (bijv. distributiecentra en standplaatsen waar de trucks 's nachts staan) plaatsvinden.



Figuur 24: energievraag per gemeente t.b.v. stadslogistiek

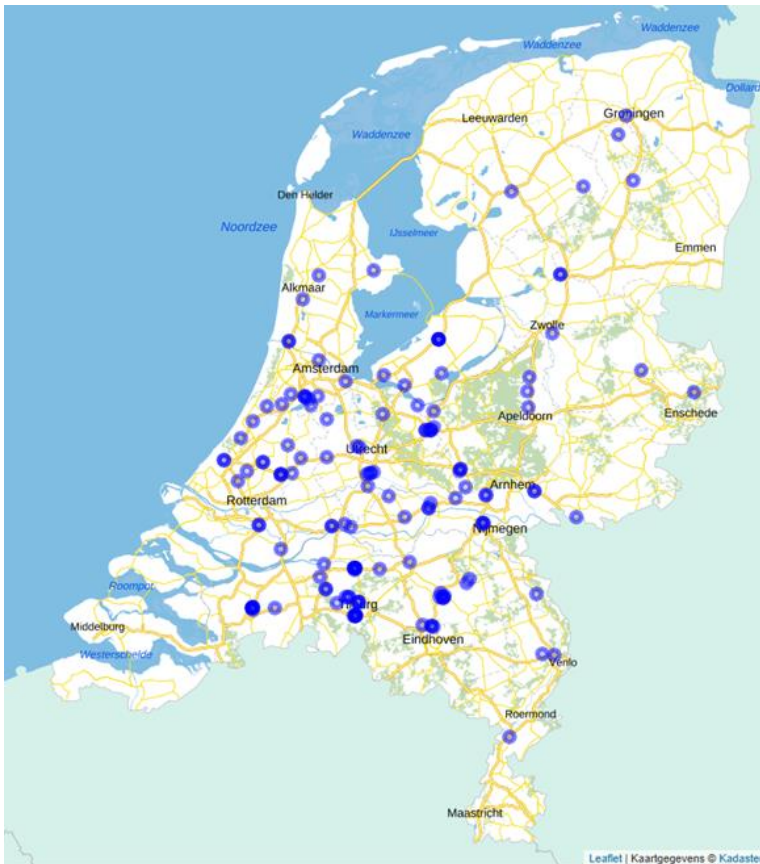
De energievraag op jaarbasis van e-trucks zal naar verwachting bij 100% elektrificatie zo'n 1164 GWh bedragen. Ter vergelijking; 1164 GWh staat gelijk het jaarverbruik van meer dan 390.000 huishoudens. In onze berekeningen gaan we uit van 22 kW per truck voor vrachtwagens en 350 kW per 3 trekkers voor trekkers (supermarkten). Voor de segmenten retail algemeen, retail supermarkten en afval is er specifiek gekeken naar de laadlocaties, omdat deze samen een goed beeld geven van de totale stadslogistiek.

6.2.1 Retail algemeen

Ruim de helft van de stadslogistiek bestaat uit het segment 'Retail' (van Dalen, 2019). Deze sector bestaat uit veel verschillende soorten bedrijven en gebruikt een breeds scala aan soorten voertuigen. De meeste voertuigen hier zijn bakwagens die winkels bedienen vanaf industrieterreinen in de regio. Voor horeca geldt dat de bevoorrading met bakwagens plaats vindt en de afstanden erg variëren per bedrijf en gebied. Deze voertuigen blijven doorgaans wel in de regio. Ook veel van de winkels die niet in de foodsector actief zijn worden bevoorrad door middelgrote bakwagens uit de regio. Grote winkelketens daarentegen gebruiken ook wel trekkers en opleggers waarbij de distributiecentra zowel regionaal als landelijk kunnen zijn. Een deel van de winkels wordt door bestelwagens bevoorrad, zoals kleine kledingwinkels die met de reguliere pakketpost hun goederen aangeleverd krijgen. Deze bestelwagens laten we hier verder buiten beschouwing.

De dagelijkse afstanden die per dag worden gereden variëren enorm. Een gemiddelde of een indicatie per deelsegment doet dan ook geen recht aan de complexiteit van deze sector. Voor deze marktverkenning geeft het echter wel een indruk van wat de benodigdheden zijn. Als we naar de distributiecentra kijken die bij retail algemeen horen, komen we tot figuur 25. Hierbij geldt de kanttekening dat dit geen 100% complete lijst betreft van alle distributiecentra. Ook kan voor deze

categorie lastig bepaald worden wat de impact per locatie is, omdat het aantal en soort voertuigen onzeker is (in tegenstelling tot de supermarkten en afval trucks in 6.2.2. en 6.2.3.)



Figuur 25: locaties van distributiecentra (n=141) voor retail - algemeen

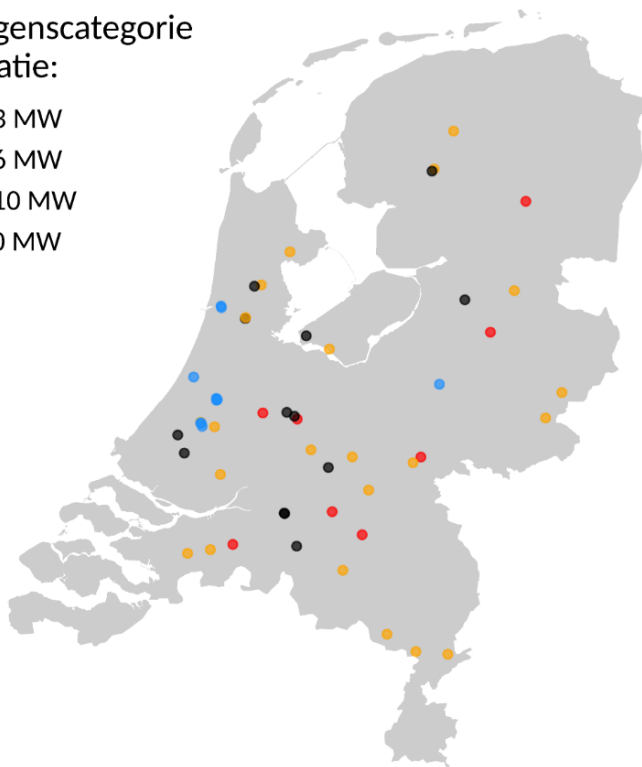
6.2.2 Retail supermarkten

Supermarkten verzorgen de reguliere bevoorrading met grote trekkers en opleggers, samen goed voor ca. 3800 stuks in heel Nederland. Wat betreft trekkers voor opleggers geldt dat ca. 80% dat in steden rijdt wordt ingezet voor supermarkten. De meeste trekkers en opleggers rijden dus vrijwel alleen tussen bedrijventerreinen. Deze voertuigen komen vaak meer dan eens per dag lossen bij de winkel en rijden van 's morgens vroeg tot laat in de avond. Vers- en diepvriesproducten worden minder vaak afgeleverd, hooguit éénmaal per dag. Gekoelde producten komen vaak niet uit de regionale distributiecentra, waardoor de afstand die deze voertuigen moeten afleggen langer is.

In figuur 26 is op basis van 54 distributiecentra voor supermarkten en een verdeling op basis van marktaandeel op basis van aantal filialen het benodigde extra vermogen t.b.v. elektrische trucks te zien.

Vermogenscategorie
per locatie:

- 0 - 3 MW
- 3 - 6 MW
- 6 - 10 MW
- > 10 MW



Figuur 26: aansluitvermogen per distributiecentrum van supermarkten (n=54) in 2035 midden scenario

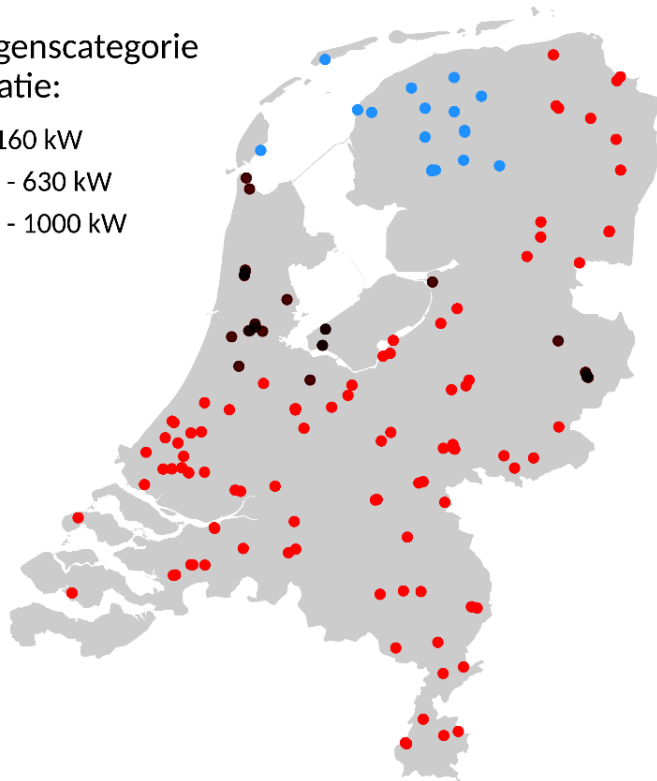
6.2.3 Afval

Een sector die weliswaar een beperkt aantal voertuigen vertegenwoordigt maar wel een voorloper in verduurzaming is, is die van afvalinzameling. In stedelijke gebieden rijden feitelijk twee soorten afvalinzameling; huisvuil én bedrijfsafval. Huisvuil kan worden opgehaald door voertuigen van de gemeente of door een bedrijf dat door de gemeente is aangewezen om het huisvuil op te halen. Door de grote hoeveelheid adressen en lage afstanden tussen de adressen rijden voertuigen die huisafval ophalen vaak hooguit 100 km per dag. De afstanden die gereden worden om bedrijfsafval in te zamelen zijn vaak hoger waardoor hier voorlopig wel tussendoor bijgeladen moet worden, bijvoorbeeld tijdens de lunch. Tot slot wordt voor huisvuil steeds vaker gebruik gemaakt van centrale ondergrondse containers in plaats van huisvuil ophalen per woning. Dit zou kunnen betekenen dat het aantal benodigde wagens voor het inzamelen van huisvuil in de toekomst iets lager wordt. De voertuigen die worden ingezet zijn middelzware trucks. Het energieverbruik ligt relatief hoog door de extra apparatuur aan boord, zoals persen en hefsystemen.

Vervolgens zijn op basis van de inwonersaantallen per provincie per locatie het aantal trucks en het bijbehorende vermogen berekend (zie figuur 27). Dit is per provincie gedaan omdat op gemeenteniveau niet iedere gemeente een locatie heeft.

Vermogenscategorie
per locatie:

- 0 - 160 kW
- 160 - 630 kW
- 630 - 1000 kW



Figuur 27: aansluitvermogen per standplaats (n=141) van voertuigen segment afval 2035 midden scenario

6.3 Laadprofielen

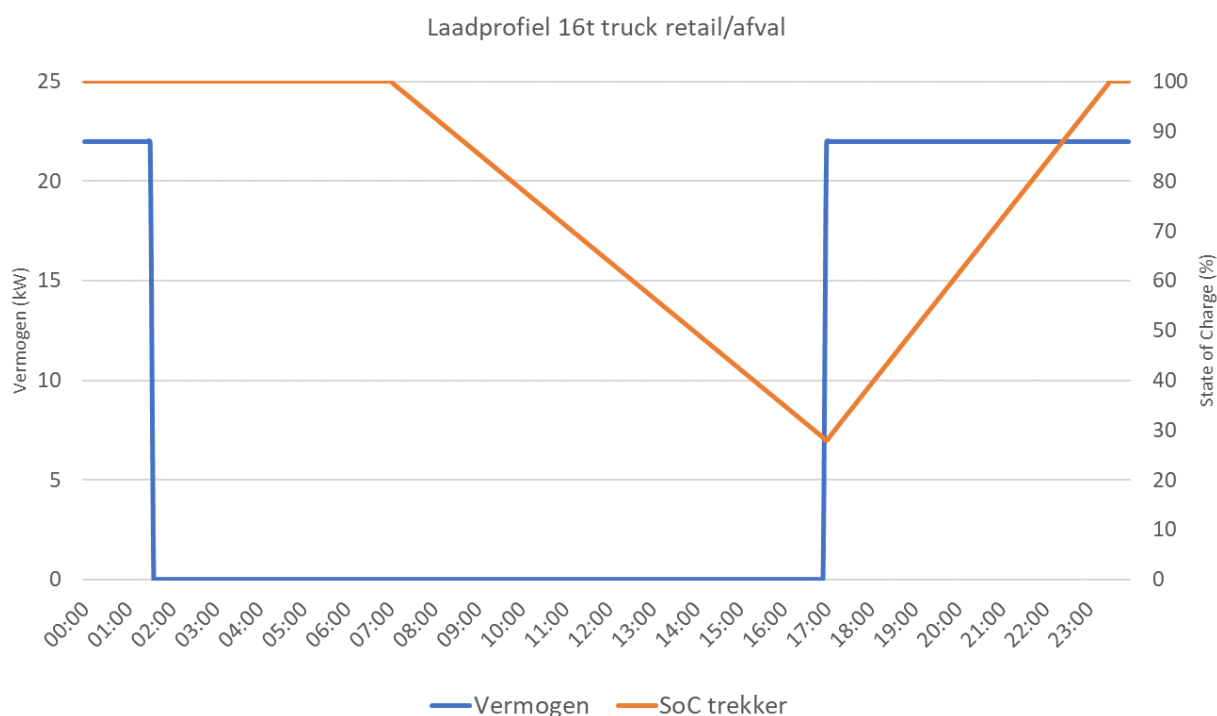
Gezien het feit dat er in Nederland pas slechts 118 zero-emissie trucks van boven de 3,5 ton zijn geregistreerd, is er nog weinig tot geen praktijkdata beschikbaar m.b.t. het opladen van elektrische trucks. De data die er is betreft vaak pilots en omgebouwde dieseltrucks, waardoor deze data eigenlijk niet representatief is voor de laadprofielen die we in de toekomst kunnen verwachten.

Afhankelijk van het soort truck en de laadstrategie die gehanteerd wordt ziet het laadprofiel er anders uit. Ter indicatie geven we hieronder een laadprofiel weer van één dag en van één elektrische truck in een voorbeeldsituatie (conform de TCO-cases uit hoofdstuk 5). De blauwe lijn geeft daarbij steeds het laadvermogen per tijdstip weer, en de oranje lijn de SoC ('State of Charge') van het voertuig.

6.3.1 Laadprofiel 1: 16-ton truck

In dit voorbeeld gaan we uit van een 16-ton elektrische truck die wordt gebruikt in het segment retail of afval. Aannames die we in deze voorbeeldsituatie doen:

Max. aantal km per dag	120 km
Ritafstand	120 km
Verbruik per km (winter)	1,2 kWh per km
Verbruik per dag	144 kWh
Accugrootte truck	200 kWh
Actieradius	167 km
Laadstrategie	's Nachts AC laden bij distributiecentrum of standplaats
Laadvermogen AC	22 kW
Laadvermogen DC	n.v.t.
Laadvenster	17.00u – 07.00u



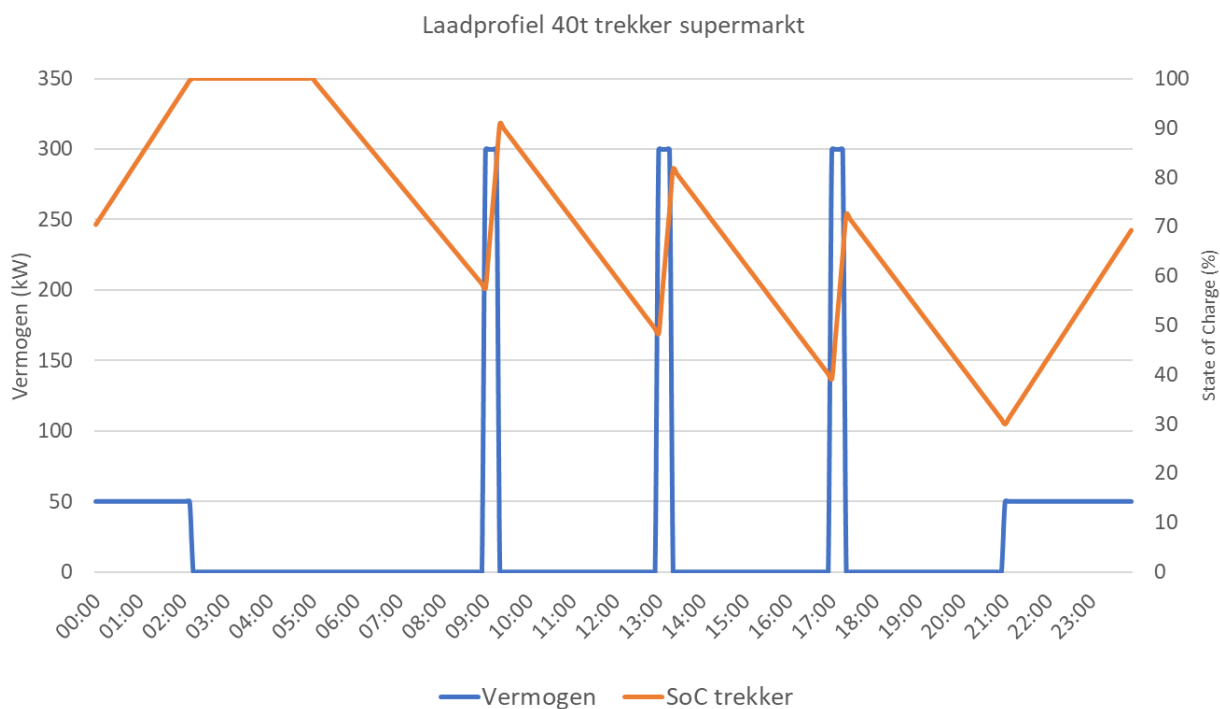
Figuur 28: laadprofiel 16-tons elektrische truck t.b.v. retail/afval

De vermogenspiek bij bedrijven die dit type truck rijden zit in de avond, wanneer de voertuigen terugkeren en starten met laden. Wanneer er geen 'Smart Charging' wordt toegepast, en de voertuigen dus rond hetzelfde moment beginnen met laden is de gelijktijdigheid van het laden hoog.

6.3.2 Laadprofiel 2: 40-ton trekker voor oplegger

In dit voorbeeld gaan we uit van een 40-ton elektrische trekker met oplegger die gebruikt wordt door supermarkten. Aannames in deze voorbeeldsituatie:

Max. aantal km per dag	300 km
Enkele ritafstand	75 km
Verbruik per km (winter)	1,7 kWh per km
Verbruik per dag	510 kWh
Accugrootte truck	300 kWh
Actieradius	175 km
Laadstrategie	Overdag DC 300 kW, 's nachts DC 50 kW Beide op distributiecentrum
Laadvermogen AC	n.v.t.
Laadvermogen DC	300 kW (350 kW lader)
Laadvenster	bijladen 09u-13u-17u, nachtladen 21.00u-05.00u



Figuur 29: laadprofiel 40-tons elektrische trekker voor oplegger t.b.v. supermarkt distributie

De vermogenspiek bij supermarkten zal naar verwachting bij de eerste laadbeurt overdag zitten. Hier komen veel voertuigen op ongeveer hetzelfde tijdstip terug op het DC. Later op de dag wordt de gelijktijdigheid doorgaans lager. Het laadprofiel voor een gehele vloot ziet er uiteraard anders uit dan bovenstaande visualisatie, doordat er dan een aggregatie van de totale laadvraag plaatsvindt en omdat verschillende voertuigen verschillende laadstrategieën kunnen hebben.

6.4 Smart Charging potentie

Zowel bij kleinere bakwagens als bij zware trekkers voor opleggers is potentie voor slim laden te zien. Bij het voorbeeld met de 16 ton elektrische truck zien we dat het laden 7 uur duurt en dat het voertuig vervolgens nog ruim 7 uur geconnecteerd aan de laadpaal stil staat. Bij de trekker van de supermarkt zien we dat er overdag maar beperkt ruimte is voor slim laden. Men kan in dit voorbeeld geen laadbeurt overslaan, hooguit met iets lagere vermogens laden. 's Nachts, als alle voertuigen tegelijk op het DC zijn, is er veel meer ruimte voor slim laden. In dit voorbeeld wordt slechts geladen met 50 kW en blijft er alsnog een paar uur over. Omdat de laders tot 350 kW kunnen leveren is er potentie om sneller te laden, bijvoorbeeld met 100 kW per voertuig voor 3 gekoppelde voertuigen of met hogere vermogens om beurten. Zo ontstaat ruimte voor allerlei vormen van slim laden gedurende de nacht, ten dienste van inzet van groene stroom, lagere netbelasting, lagere elektriciteitskosten en optimalisatie van de levensduur van de batterij.

6.5 Aansluitingen

Omdat voor de categorieën afval en supermarkten locaties en vermogens geschat konden worden, is er ook een overzicht te maken van de extra vermogensvraag en bijbehorende type aansluitingen dat dit per netbeheerder op zou leveren. Belangrijk daarbij is dat deze vermogensvraag voor het overgrote deel op bestaande aansluitingen terecht komt. Op dit moment is niet goed in beeld wat voor soort elektriciteitsaansluitingen distributiecentra en standplaatsen hebben, en kan dus ook niet afgeleid

worden in welk deel van de gevallen de extra vermogensvraag door elektrische trucks zou zorgen voor een benodigde verzwaring van deze aansluitingen.

Sector	Aansluittype	Netbeheer						
		Coteg	Enduris	Enexis	Liander	Rendo netwerken	Stedin	Westland infra
Afval	0 – 160 kW				17			
	160 – 630 kW		3	45	23	1	28	1
	630 – 1000 kW	1		5	17			
	Totaal:	1	3	50	57	1	28	1
Supermarkten	0 – 3 MW				8		3	
	3 – 6 MW			9	10		3	
	6 – 10 MW			5	1		2	
	> 10 MW		2	5	4		3	
	Totaal:		2	19	23		11	

Figuur 30: geschat aantal laadlocaties voor e-trucks in 2035, segmenten afval en supermarkten (scenario midden)

Wat wel voor de volledige stadslogistiek is doorgerekend, is de verdeling van de verwachte elektrische trucks over de netbeheerders. Dit is een resultaat van de verwachte laadlocaties en bijbehorende aantallen elektrische trucks. In figuur 31 is deze verdeling te zien, waarbij de grote 3 netbeheerders Enexis, Liander en Stedin samen goed zijn voor circa 96% van de elektrische trucks.

	Totaal aantal e-trucks	Coteg Netbeheer	Enduris	Enexis	Liander	Rendo netwerken	Stedin	Westland infra
Verdeling e-trucks	25.000	0,6 %	2 %	36,9 %	36,3 %	0,5 %	23,1 %	0,7 %

Figuur 31: aandeel e-trucks voor stadslogistiek per netbeheerder in 2035 (scenario midden)

6.6 Gedeelde laadlocaties

De meeste laadbeurten voor elektrische stadslogistiek zullen plaats vinden op het terrein van de transporteur of de verlader. Voor veel partijen is daarnaast de mogelijkheid om onderweg bij te kunnen laden erg belangrijk, ook al is dit niet dagelijks nodig. Hiervoor is het belangrijk dat er laadlocaties rond de stad beschikbaar zijn waar deze voertuigen kunnen laden, bijvoorbeeld als een rit langer is dan gepland. Hiervoor zou men terecht kunnen bij de gebruikelijke CPO's bij verzorgingsplaatsen maar denk ook aan het delen van laders met andere partijen. Inmiddels zijn er diverse marktpartijen die gesprekken met elkaar voeren over het delen van snelladers, mits de operatie van beide betrokken partijen hier ruimte voor biedt. Zo zijn er gesprekken over het delen van een snellader van een elektrische bus met een elektrische vuilniswagen of ambulance. In beide gevallen maakt gastgebruiker uiteraard geen gebruik van de pantograaf maar zou laden met een reguliere laadkabel aan dezelfde lader of in ieder geval op dezelfde aansluiting. Het is de verwachting dat dit soort combinaties vaker zullen voorkomen.

7 Laadtechnieken

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de soorten laadtechniek die we kunnen verwachten voor elektrische trucks en welke verschillende factoren zoals veiligheid en interoperabiliteit daarbij van belang zijn.

7.1 Stekker

Anders dan bij elektrische bussen worden pantografen bij trucks nauwelijks gebruikt, omdat het dak van de truckcabine daarvoor te kort is en meestal voorzien is van een spoiler. In het algemeen worden e-trucks opgeladen met behulp van een laadkabel voorzien van een IEC 62196-2 type 2 connector (voor AC-laden) of IEC 62196-3 type 2-CCS-stekker (voor DC-laden). Deze stekkers zijn in Europa de standaard geworden.



Figuur 32: overzicht van soorten stekkers AC en DC per continent (evcharging.enelx.com)

In de praktijk heeft de hanteerbaarheid van laadkabels beperkingen. Een laadkabel steekt meestal uit en kan door een ander manoeuvrerend voertuig aangereden worden. Als een elektrische trekker gekoppeld aan een oplegger aan het dock van een distributiecentrum staat is een laadkabel niet handig. Een laadpaal ter hoogte van de trekker is aanrijdgevoelig. Een alternatief is dat de laadkabel van boven komt of uit de vloer van het dock. Voor deze situatie moet nog een handige, gestandaardiseerde oplossing gevonden worden.

Inductieladen (draadloos laden) wordt voor hoge laadvermogens nog praktisch niet commercieel toegepast.

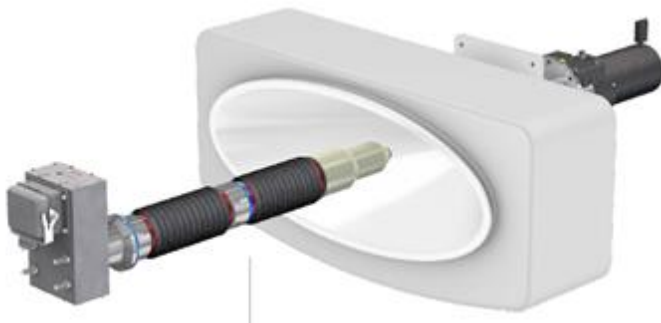
7.2 Toekomstverwachting laadtechniek

OEM's weten dat extra stilstand van de truck om de batterij op te laden de vervoerder geld kost en streven naar een kortere laadtijd door hogere laadvermogens in de toekomst (1 MW of hoger). Deze hogere laadvermogens worden op dit moment nog niet commercieel toegepast waarbij de beperkingen zitten bij de accu (de chemie van de accucellen en de koeling van het accupakket moeten afgestemd zijn op hoge laadstromen om thermische problemen te voorkomen) en de laadkabel/connector. Op dit moment zijn gecertificeerde vloeistofgekoelde laadkabels en connectoren

gelimiteerd tot 500A/1000V DC (0,5 MW). De wereldwijde branchevereniging CharIN werkt aan standaardisatie van kabels, connectoren en bijbehorende protocollen voor laadvermogens tot 3 MW. In de toekomst wordt naar verwachting gewerkt met accuspanning van 800V en hoger, waardoor een lager ampèrage nodig is om hetzelfde laadvermogen te realiseren.

De vraag is overigens of dergelijke hoge vermogens voor alle segmenten van de transportmarkt nodig zijn. Voor stadslogistiek volstaat een lager vermogen maar voor long haul, autonome voertuigen die 24/7 rijden en scheepvaart zijn hoge laadvermogens noodzakelijk. Naarmate de laadvermogens stijgen krijgen vloeistofgekoelde laadkabels en connectoren een steeds hoger gewicht.

Een ander alternatief voor een kabel/stekker-verbinding vormt een contactpen (zoals van de fabrikant Staubli). Deze vereist zorgvuldige positionering van het voertuig ten opzichte van de laadinfrastructuur. Deze techniek wordt nu onder meer gebruikt voor het onbemand opladen van automated guided vehicles (AGV) in havens met vermogens tot 1,2 MW.



Figuur 33: contactpen van Staubli

Een alternatief voor het gebruik van reguliere elektrische voertuigen bestaat uit de e-highway: hier wordt gebruik gemaakt van een pantograaf die contact maakt met een bovenleiding zoals bij trolleybussen (in-motion charging). Er zijn enkele proeftrajecten op snelwegen aangelegd met deze bovenleidingen, o.m. bij het Duitse Lübeck. Ook zijn er pilots met een contactrail in het wegdek (bijvoorbeeld de RoadArlanda in Zweden). Beide infrastructures zijn erg kostbaar qua aanleg en vereisen dat de voertuigen nog steeds substantiële afstanden zelfstandig kunnen rijden, gevoed door een accu of een brandstofmotor. Er zijn weinig partijen die hieraan werken. Daardoor is het uiterst onzeker of deze technieken in de toekomst levensvatbaar zullen zijn.



Figuur 34: eHighway van Siemens

7.3 Veiligheid laadinfrastructuur

Veiligheid bij het opladen van elektrische trucks staat voorop. Daarom worden specificaties voor laadkabels en connectoren in internationale normcommissies vastgesteld. Voordat het laden begint hebben het voertuig en de laadpaal door middel van het protocol ISO 15118 een 'handshake' waarin allerlei veiligheidsaspecten worden geborgd. Daarnaast is de fysieke uitvoeringskwaliteit van de laadpaal, laadkabel, connector én aan voertuigzijde belangrijk voor de veiligheid. Ten slotte moeten externe risico's zoals aanrijdingen, blikseminslag en overstromingen zoveel mogelijk uitgesloten worden.

Naarmate de laadvermogens groeien worden deze veiligheidsaspecten nog belangrijker. Ook als in de toekomst geautomatiseerd c.q. onbemand wordt opgeladen moet er een goede bewaking zijn op veiligheidsaspecten en worden nieuwe parameters relevant zoals de temperatuur van de connectorpinnen.

7.4 Interoperabiliteit

Iedere truck moet gebruik kunnen maken van iedere laadpaal, dat is de praktische definitie van interoperabiliteit. Dit vereist standaardisatie van hardware zoals connectoren maar zeker ook standaardisatie van interfaces en protocollen. Immers als het voertuig en de laadpaal geen goede 'handshake' kunnen uitvoeren kan er niet geladen worden.

7.5 Standaarden & protocollen

Voor de communicatie tussen laadpaal en voertuig wordt meestal gebruik gemaakt van het ISO 15118-protocol. ISO 15118 faciliteert onder meer power line communicatie tussen voertuig en laadinfra en 'plug'n charge'; het is daardoor niet nodig dat de chauffeur zich bij de laadpaal identificeert met een pasje of een app. In de praktijk werken fabrikanten nu met verschillende implementaties van ISO 15118-2 of met de oude DIN-spec 70121 for DC; eind 2020 verschijnt de nieuwe versie ISO 15118-20 die voor de gehele industrie de standaard moet worden.

De leverancier van de laadinfrastructuur verbindt de laadpunten doorgaans met een backoffice; vrijwel alle fabrikanten gebruiken hiervoor het Open Charge Point Protocol (OCPP). In de backoffice worden laadsessies geadministreerd en vanuit deze backoffice kunnen de laadpunten aangestuurd worden, bijvoorbeeld voor 'slim laden' zodat optimaal gebruik gemaakt kan worden van lage energieprijzen en/of capaciteit van de netaansluiting. Ook kan vanuit de backoffice een reset gedaan worden bij een storing.

De wereldwijde CharIN-organisatie bevordert de internationale standaardisatie van deze protocollen. Men organiseert regelmatig evenementen waaraan zowel voertuig- als laadpaalfabrikanten deelnemen om de interoperabiliteit te testen. Deze tests worden op twee manieren uitgevoerd: als 'table test' waarbij beide partijen slechts hun controller meebrengen en als 'field test' waarbij beide partijen hun complete eindproduct fysiek meebrengen. Vervolgens wordt in een 'round robin' opzet gekeken hoe ieder voertuig communiceert met iedere laadpaal.

8 Nationale Agenda Laadinfrastructuur - Transport

Om te zorgen dat laadinfrastructuur geen drempel zal vormen bij de uitrol van elektrisch vervoer, is de Nationale Agenda Laadinfrastructuur opgesteld (NAL). Deze NAL is feitelijk een bijlage bij het onderdeel 'Mobiliteit' in het Klimaatakkoord. Hiertoe zijn vier speerpunten geformuleerd:

1. Een voldoende dekkende laadinfrastructuur.
2. Verkorting van de doorlooptijden en strategische plaatsingen alvorens de vraag ontstaat.
3. Toegankelijke informatie zoals locatie en beschikbaarheid van laadpalen.
4. Toekomstbestendige laadinfrastructuur gericht op Smart Charging om overbelasting van het elektriciteitsnet zoveel mogelijk te voorkomen.

De NAL noemt voor de elektrificatie van het personenvervoer concrete cijfers (1,9 miljoen EV's en 1,7 miljoen laadpunten in 2030) maar richt zich daarnaast op elektrische bussen, trucks en binnenvaartschepen. Ook daarvoor moet immers voldoende dekkende laadinfrastructuur komen. Voor de transportsector gaat de NAL voorlopig uit van 7400 laadpunten voor vrachtauto's in 2030, alleen al voor de stadslogistiek.

De NAL zal als volgt worden uitgewerkt: in 5 regio's (+ de G4-steden) worden door de gemeenten en provincies beleidsplannen opgesteld voor het plaatsen van laadinfrastructuur. Wat betreft laadlocaties wordt gesproken over binnenstedelijke snelladers en snelladers langs provinciale wegen.

Eind 2020 moeten de gemeenten en provincies de eerste versie van hun beleidsplannen gereed hebben en deze moet tweejaarlijks geüpdatet worden waarbij de marktontwikkelingen zorgvuldig gemonitord moeten worden.

Onderdeel van de NAL vormt ook een richtlijn voor laadinfrastructuur voor bussen, touringcars en zwaar vervoer om zodoende standaardisatie en interoperabiliteit te organiseren; deze zal door het Nationaal Kennisinstituut Laadinfrastructuur (NKL) worden opgesteld.

9 Conclusies en aanbevelingen

1. Op dit moment is het aantal elektrische trucks voor stadslogistiek nog beperkt. De komende jaren zal de sector verder gaan met maatwerkoplossingen om de mogelijkheden te verkennen en ervaring op te doen. Tegelijkertijd zijn gemeenten druk bezig met de implementatie van ZE zones en dalen batterijprijzen sterk. Rond 2023 zullen deze ontwikkelingen ervoor zorgen dat de grootschalige implementatie vorm zal gaan krijgen. Doordat de sector sterk gedreven is door de TCO zal naar verwachting de adoptie van elektrische trucks hard gaan zodra de TCO in het voordeel van elektrisch valt. Dat er de komende jaren nog weinig grootschalige ontwikkelingen zichtbaar zijn, is dan ook geen indicatie dat er geen voorbereidingen getroffen hoeven worden door netbeheerders en andere belanghebbenden.
2. Dit rapport geeft een indicatie van wat de extra elektriciteitsvraag en vermogensvraag van elektrische stadslogistiek gaat zijn. Er is nog niet bekend in hoeverre deze extra vermogensvraag past binnen de huidige netaansluitingen van de distributiecentra en standplaatsen van de voertuigen. Hiervoor is een vervolgonderzoek nodig. De uitkomsten hiervan kunnen helpen bij de invulling en interpretatie van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur.
3. In dit rapport is de groei van ZE voertuigen verspreid over Nederland. De groei van het aantal voertuigen al echter het snelst gaan in gebieden met strengere milieu- of ZE zones. Wanneer in de loop van 2020 de ambities en plannen van steden voor milieu en zero-emissiezones per stad bekend worden, kan er een gedetailleerder beeld van de impact per regio gemaakt worden. Op basis hiervan kunnen netbeheerders een duidelijker prioritering per gebied maken.

10 Bronvermelding

- Bain & Company (2018), *How Europe's Truck Makers Can Break Out of the Pack*
- Belastingdienst.nl (2019), *Tarieven Energiebelasting*
- BloombergNEF (2019), *A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices*
- CBS (2019), *Bestuurlijke grenzen*
- CBS (2017-2019), *Kerncijfers wijken en buurten*
- CBS (2014), *Methoderapport verkeersprestaties speciale voertuigen*
- CBS (2019), *Verkeersprestaties vrachtvoertuigen*
- Van Dalen, R. (2019), *Electric Freight Vehicles in Urban Logistics (ElaadNL & Erasmus University Rotterdam)*
- Emissieregistratie (2010), *Onderzoek wegtypeverdeling en samenstelling van het Wegverkeer*
- Enpuls (2019), *Duurzaam goederenvervoer*
- ING (2015), *Stedelijke distributie in het winkellandschap van de toekomst*
- ING (2019), *Tijdperk van zero-emissie breekt aan voor trucks*
- Klimaatakkoord (2019)
- Klimaatmonitor (2017), *CO₂-emissies zware bedrijfsvoertuigen per gemeente*
- Liimatainen, H., van Vliet, O., & Aplyn, D. (2019), *The potential of electric trucks - An international commodity-level analysis.*
- McKinsey (2017), *New reality: electric trucks and their implications on energy demand*
- New York Times (2019), <https://www.nytimes.com/2019/09/08/business/volkswagen-trademark-electric-vehicles.html>
- Open Street Map (2019), *Points of interest (locaties distributiecentra)*
- Rabobank (2018), *Winkelaantallen en marktaandeel*
- TNO (2016), *Dutch CO₂ emission factors for road vehicles*
- Topsector Logistiek (2019), *Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek*
- Transport & Environment (2018), *Roadmap to decarbonising European cars*
- Volvo (2017), <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/kennisbank/wat-kost-een-truck.html>

https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en

<https://evcharging.enelx.com/eu/about/news/blog/552-ev-charging-connector-types>

Met dank aan:

Enexis	Hogeschool van Amsterdam
Liander	IKEA
Stedin	ING
IAP Innovatiecluster Elektrische Mobiliteit	Lidl
ABN Amro	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
AutomotiveNL	Natuur en Milieu
Ahold Delhaize	Peter Appel
Allego	Pitpoint
Breytner	PostNL
Buck Consultants International	RAI Vereniging
CE Delft	RENEWI
Connekt	Roteb Lease
DHL	Sligro
Enpuls	Simon Loos
Evofenedex	SUEZ
Fastned	TNO
FIER Automotive	Topsector Logistiek
Gemeente Amsterdam	Transport en Logistiek Nederland
Gemeente Breda	Truck Parking Europe
G-STAR	VDL
GVT Group of Logistics	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
Heliox	Volvo

Deze ElaadNL Outlook is mede tot stand gekomen onder de vlag van DKTI Transport, Innovatie & Acceleratie Programma elektrische mobiliteit van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

11 Gebruikte afkortingen

Afktoring:	Betekenis:
AC	Alternating Current
CPO	Charge Point Operator
DC	Direct Current
EV	Elektrisch Vervoer
GVW	Gross Vehicle Weight
NAL	Nationale Agenda Laadinfrastructuur
SoC	State of Charge (niveau van batterijlading t.o.v. totale batterijcapaciteit)
TCO	Total Cost of Ownership
ZE	Zero Emissie

Bijlage 1: alternatieven van batterij-elektrische trucks

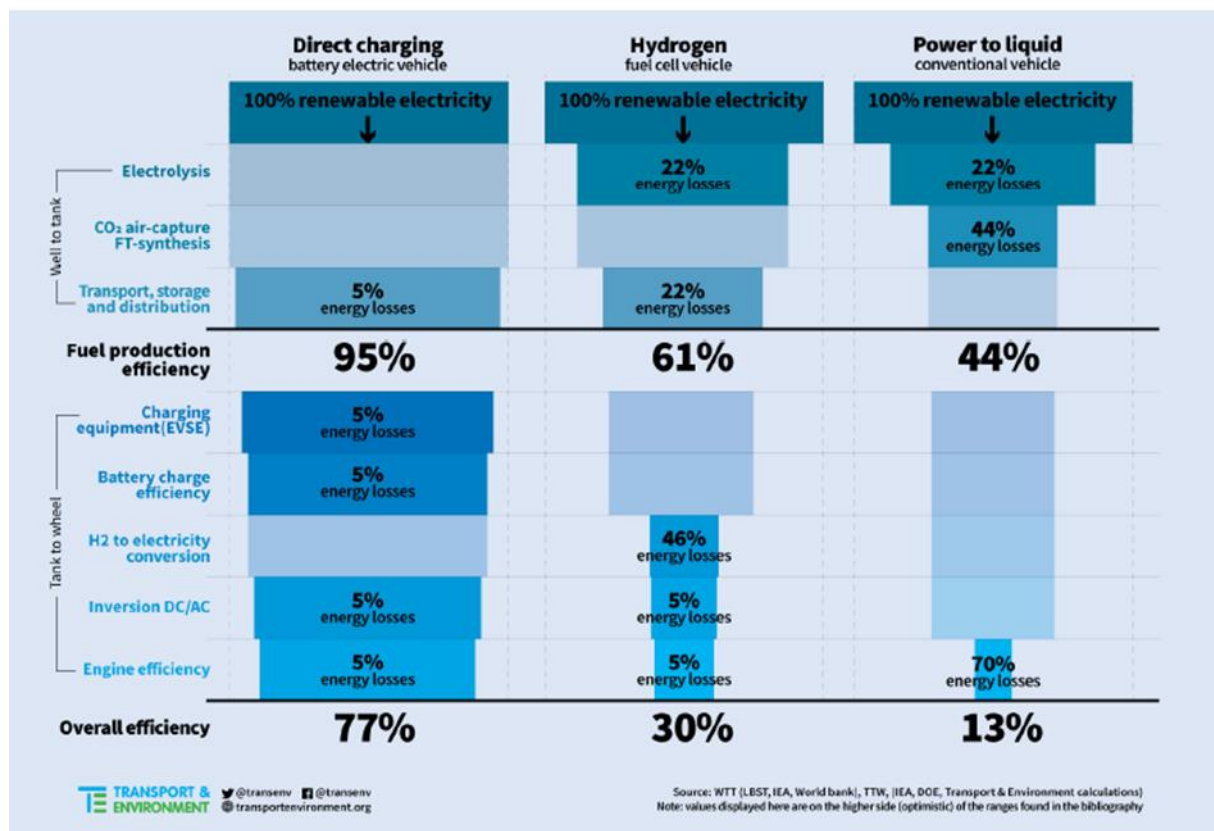
Zoals in hoofdstuk 1 aangegeven zijn waterstof en batterij-elektrische trucks de enige vormen van zero-emissie transport die op dit moment bekend zijn. Hieronder een overzicht van alle huidige brandstofsoorten en de kenmerken per categorie:

- Diesel: conventionele fossiele vloeibare brandstof; hoge energiedichtheid.
- GTL-diesel: synthetische diesel die d.m.v. een chemisch proces uit aardgas is gemaakt. Fossiele, vloeibare brandstof. Iets minder NOx en fijnstofuitstoot dan conventionele diesel.
- Biodiesel/HVO (Hydrotreated Vegetable Oil): vloeibare dieselachtige brandstof die d.m.v. een chemisch proces gemaakt wordt uit biomassa. Deze 'biobrandstof' wordt niet als 100% ZE gezien omdat er in de productieketen toch veel uitstoot van broeikasgassen is. In het Klimaatakkoord staat expliciet dat dergelijke 'groene' brandstoffen getoetst moeten worden aan een integraal duurzaamheidskader inclusief *Indirect Land Use Change*. Omdat biodiesel niet 100% zero-emissie is wordt het gezien als een tussenoplossing.
- CNG: gecomprimeerd aardgas; fossiele gasvormige brandstof, kan in (aangepaste) verbrandingsmotoren gebruikt worden; vereist relatief grote tank. Ook de tankinstallatie is duurder dan een dieselpomp. De verbranding in de motor is qua NOx en fijnstofemissies wel schoner dan diesel c.q. er is minder dure nabehandeling van de uitlaatgassen nodig.
- (bio)CNG: idem maar op basis van bio of 'groen' gas; zie voor de duurzaamheidsaspecten biodiesel.
- LNG: sterk gecomprimeerd en sterk gekoeld (-162 °C) aardgas; door koeling en compressie wordt het gas vloeistofvormig opgeslagen waardoor een veel kleinere maar hoogwaardigere tank nodig is dan bij CNG. In het voertuig wordt LNG eerst verdampt en daarna gasvormig in de verbrandingsmotor ingespoten, zoals bij CNG. De energiedichtheid van LNG is ongeveer 60% van die van diesel. De tankinstallatie is zeer kostbaar in verband met de hoge compressie en koeling. De CO₂-ketenemissie wordt mede bepaald door het land van herkomst van de LNG.
- (bio)LNG: idem maar op basis van bio of 'groen' gas.
- Waterstof: gasvormige brandstof welke sterk gecomprimeerd (350-700 bar) en meestal gekoeld (-40 °C) in het voertuig gaat. Waterstof kan in een speciale verbrandingsmotor worden gebruikt maar doorgaans wordt een brandstofcel toegepast die de waterstof omzet naar elektriciteit. De verdere aandrijflijn van zo'n fuel cell electric vehicle is gelijk aan die van een batterij elektrisch voertuig. Waterstof welke gebruikt wordt door middel van een brandstofcel kent geen tank-to-wheel CO₂-uitstoot en valt daarmee in de categorie Zero Emissie. Echter of waterstof ook op basis van well-to-wheel ZE is hangt af van de productiewijze: de meeste waterstof is nog 'grijs': deze wordt door een chemisch proces uit aardgas geproduceerd en is dus niet duurzaam. Slechts 'groene' waterstof is helemaal duurzaam: deze wordt d.m.v. elektrolyse gemaakt waarbij alleen groene stroom wordt gebruikt of kan een bijproduct zijn van chloorproductie waarbij wederom alleen energie uit hernieuwbare bronnen is gebruikt. Een tussenvorm is 'blauwe' waterstof; deze wordt ook geproduceerd uit fossiel aardgas maar bij het productieproces wordt de vrijkomende CO₂ opgevangen en ondergronds opgeslagen (CCS). Waterstof is op dit moment duur, zowel qua kiloprijs als qua opslag en distributie.
- (Plug-in) Hybride: Zowel op gas als diesel kunnen in een (plug-in) hybride variant worden uitgevoerd. Een plug-in hybride biedt de mogelijkheid om in stedelijke gebieden elektrisch te rijden en in de buitengebieden toch grotere afstanden af te leggen, maar kan niet gezien worden als ZE-truck. Dit zou wel gelden voor een waterstof-hybride bus (met een brandstofcel én een accupakket) maar dat is een zeer dure configuratie. Een veelgenoemde uitdaging bij plug-in hybride trucks is als de batterij groot genoeg moet zijn om een groot stadscentrum te bevoorraden er al snel te weinig ruimte in een chassis is voor zowel een dieselmotor, elektromotor(en) én forse batterij. Daarnaast lijken voor de handhaving speciale maatregelen nodig zoals 'geo fencing' (binnen de ZE-zone kan alleen maar elektrisch gereden worden).

Energetisch ketenrendement

Als je kijkt naar het totale energetisch ketenrendement (rendement van het totale proces van brandstof – is het batterij-elektrische voertuig dat wordt opgeladen met elektriciteit uit hernieuwbare bron duidelijk de winnaar. Wij verwachten dat met de huidige technieken ook vanuit kostenoogpunt de batterij-elektrische truck de grootste kans van slagen heeft. Belangrijke kanttekening hierbij is wel de ontwikkeling van waterstof. Op dit moment loopt deze ontwikkeling vanuit kosten- en technologisch oogpunt achter, maar wordt wel als serieus alternatief gezien, met name voor de langere afstanden.

Het energetisch ketenrendement van een batterij-elektrisch voertuig is 2,6 maal hoger dan van een brandstofcelvoertuig dat gevoed wordt met groene waterstof. Als je synthetische diesel maakt op basis van duurzame elektriciteit (power to liquid) is het ketenrendement nog een factor 2,3 lager.



Figuur 35: ketenrendement BEV – FCEV – Power to liquid. Bron: Transport & Environment – Roadmap to decarbonising European cars (november 2018)

Bijlage 2: Aannames voor de TCO-berekening

De volgende aannames zijn gedaan om een beeld te geven van de verwachte ontwikkelingen en hoe die verschillend kunnen zijn per logistiek segment.

In deze cases gaan we uit van een situatie waarin vanaf 2022 de productie van in serie gebouwde elektrische trucks op gang komt. De kostprijs van een truck wordt conservatief opgebouwd door de kosten van de batterij bij de kosten van een dieseltruck op te tellen waardoor een elektrische truck in deze berekeningen in aanschaf nooit goedkoper wordt dan een dieservoertuig, iets wat in de praktijk op termijn zeker mogelijk is. De kosten van de batterij zelf worden geschat door uit te gaan van de voorspelling van Bloomberg (BloombergNEF, 2019). De prijzen van Bloomberg worden vervolgens vermenigvuldigd met een opslagfactor om tot een schatting van de verkoopprijs te komen. Tussen 2022 en 2027 is een hogere opslagfactor gekozen die afneemt vanaf 5 in 2022 tot 2 in 2027 waarna deze factor nog langzaam zakt tot 1,7 in 2030. De factor is in de eerste jaren hoger om een tijdelijk tekort in schaalgrootte van batterij- en elektrische voertuigproductie weer te geven. In de praktijk kan deze factor uiteraard nog verder zakken als de concurrentie (en dus het aanbod van elektrische trucks) toeneemt.

Naast de aanschafprijs van de truck zelf wordt bij de elektrische varianten de kostprijs van bijbehorende laadinfrastructuur opgeteld. De benodigde laders en laadvermogens verschillen per case.

Voor de berekeningen zijn de volgende indicatieve kostprijzen (inclusief installatiekosten) voor laadsystemen aangenomen:

AC laders:

22 kW	€ 2.000,-
-------	-----------

DC laders:

50 kW	€ 30.000,-
100 kW	€ 55.000,-
150 kW	€ 75.000,-
350 kW	€ 180.000,-

Afhankelijk van de praktijksituatie kan het laden plaatsvinden binnen de huidige capaciteit van de netaansluiting, bijvoorbeeld als alleen 's nachts wordt geladen of de locaties waar geladen worden al een grote overcapaciteit in de bestaande netaansluiting hebben. Indien de vermogensvraag van de elektrische trucks niet binnen de huidige netaansluiting past en er een verzwaring van de aansluiting nodig is wordt de TCO 0,5-2% hoger (en met een afschrijvingstermijn van langer dan 8 jaar is dit percentage nog veel lager). Omdat dit effect op de kosten vrij klein is en de noodzaak erg afhankelijk is van de situatie is deze niet in de berekeningen meegenomen. Dit neemt niet weg dat dit in de praktijk altijd een onderdeel is dat tijdig onderzocht moet worden, al is het maar omdat een verzwaring soms veel tijd in beslag kan nemen.

We gaan ervan uit dat dieseltrucks en diesel niet duurder worden en er geen verschil zit in onderhoudskosten. Voor de berekeningen is uitgegaan van een dieselprijs van €1,20 + 5% voor AdBlue. Subsidies zijn buiten beschouwing gelaten. Er is overall uitgegaan van een afschrijvingstermijn van 8 jaar, ook voor de laadinfrastructuur. Voor de kostprijs van elektriciteit is op €0,07/kWh aangehouden, waar voor case 2 en 3 €0,01363 extra energiebelasting is toegevoegd. Tot slot is uitgegaan van een rente van 3% voor de financiering.

