



Laden voor logistiek bij beperkte netcapaciteit

Mitigerende maatregelen voor
bestelauto's en vrachtwagens -
Achtergrondrapport



Laden voor logistiek bij beperkte netcapaciteit

Mitigerende maatregelen voor bestelauto's en vrachtwagens -
Achtergrondrapport

Dit rapport is geschreven door:

Lucas van Cappellen, Eric Tol, Chris Jongsma, Matthijs Otten, Jasper Schilling

Delft, CE Delft, juli 2022

Publicatienummer: 22.220147.095

Logistiek / Congestie / Elektriciteitsvoorziening

VT: Elektriciteitsnet / Laadinfrastructuur / Mitigerende maatregelen

Oprachtgever: Stichting Connekt, Nationale Agenda Laadinfrastructuur

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lucas van Cappellen (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al meer dan 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Managementsamenvatting	3
1	Inleiding	9
	1.1 Leeswijzer	9
	1.2 Afbakening	9
2	Methode	11
	2.1 Identificatie mitigerende maatregelen	11
	2.2 Selectie mitigerende maatregelen	12
	2.3 Analyse geselecteerde maatregelen	12
	2.4 Via belemmeringen naar 'ondersteunen en versnellen'	15
3	Niet-geselecteerde maatregelen	16
	3.1 Lokale opwek: zon	16
	3.2 Lokale opwek: wind	17
	3.3 Cable pooling met afnemers	19
	3.4 (Lokale) congestiemarkt	20
	3.5 Stopcontact op land	20
	3.6 Clustering laadpunten en aansluiten op hogere netvlakken	21
	3.7 Verwisselbare batterijcontainers	22
	3.8 Power-to-gas-to-power	22
	3.9 Verwisselbare accu's (bestelwagens)	23
	3.10 Ergens anders (extern) laden	24
	3.11 Hybride voertuigen	24
4	Infographic en maatregelen voor logistieke bedrijven	26
5	Versnellen en ondersteunen	28
	5.1 Belemmeringen	28
	5.2 Ondersteunen en versnellen van mitigerende maatregelen	31
6	Conclusies	40
7	Literatuur	42
A	Interviewlijst	44
B	Benodigde netaansluiting	45
C	Emissieberekening aggregaat	50



Managementsamenvatting

De logistieke sector staat voor een grote verduurzamingsopgave de komende jaren. Verduurzaming betekent vaak een overstap naar batterij-elektrische bestelauto's en vrachtwagens. Gebrek aan capaciteit op het elektriciteitsnetwerk kan echter een belemmering zijn voor deze overstap. Dit rapport biedt mogelijke oplossingen zodat bedrijven alsnog kunnen elektrificeren bij beperkte netcapaciteit.

De transitie richting verduurzaming

De logistieke sector moet richting 2030 overstappen op elektrische bestelauto's en vrachtwagens, onder andere vanwege de invoering van zero-emissie-zones. Deze overstap betekent dat logistieke bedrijven (en andere type bedrijven met deze voertuigen¹) veel meer elektriciteit gaan gebruiken.

Verduurzaming is maatwerk voor elk logistiekbedrijf. De eerste stap is daarom het in kaart brengen van de huidige en toekomstige laadvraag. Vervolgens dient de vereiste netaansluiting vastgesteld te worden. De behoefte aan een nieuwe of grotere netaansluiting hangt af van de plannen van het bedrijf. Het is essentieel hier vroegtijdig over na te denken en contact te zoeken met de netbeheerder. Door tijdig in gesprek te gaan, kunnen behoeften en planning beter op elkaar afgestemd worden. Daarnaast kan overleg met omliggende bedrijven helpen om kennis te delen en te ontwikkelen en mogelijke samenwerkingsopties te ontdekken. Met een tijdige aanvraag kan de benodigde netaansluiting mogelijk op tijd gerealiseerd worden. Dit is de eenvoudigste en vaak goedkoopste route.

Netcongestie is een potentiële belemmering voor elektrische logistiek

In sommige gebieden kan de netbeheerder de nieuwe of grotere netaansluiting door netcongestie echter niet realiseren. Netcongestie is het gebrek aan capaciteit van het elektriciteitsnetwerk, het net is vol. Bedrijven kunnen dan totdat er een netuitbreiding plaats heeft gevonden niet aangesloten worden. Er is netcongestie in steeds meer gebieden in Nederland waardoor het één van de belangrijkste belemmeringen voor de elektrificatie van logistiek is geworden.

Stichting Connekt en de Nationale Agenda Laadinfrastructuur hebben CE Delft gevraagd onderzoek te doen naar mitigerende maatregelen. Mitigerende maatregelen zijn oplossingen die het mogelijk maken meer elektriciteit te gebruiken, ondanks beperkte netcapaciteit. Daardoor kan de elektrificatie van logistiek mogelijk worden als er netcongestie is. In deze studie zijn mitigerende maatregelen uitgewerkt en is het overheidsbeleid in kaart gebracht om deze mitigerende maatregelen te ondersteunen en te versnellen.

¹ In deze studie hanteren we de term logistieke bedrijven, maar de conclusies en analyses gelden voor alle bedrijven met elektrische bestelauto's en vrachtwagens.



Mitigerende maatregelen om toch te kunnen elektrificeren

Om elektrificatie toch mogelijk te maken als er congestie is, heeft CE Delft zes mitigerende maatregelen uitgewerkt in factsheets die aansluiten bij de kennisbehoefte van logistieke bedrijven. De factsheets omvatten een beschrijving van de maatregel, de voorwaarden waaronder deze geschikt is, welk type bedrijven de maatregel kan leveren en het toekomstperspectief van de maatregel. De maatregelen zijn:

1. **Slim laden en laadstrategie:** Slim laden en een slimme laadstrategie dragen bij aan een lagere en flexibele vermogensvraag van het laden van voertuigen.
2. **Batterij:** Een batterij wordt via het elektriciteitsnetwerk opgeladen op momenten met een laag elektriciteitsverbruik. Het bedrijf kan deze opgeslagen energie gebruiken op het moment dat de elektriciteitsvraag groter is dan de netaansluiting.
3. **Collectieve laadpleinen:** Op een collectief laadplein bij een bedrijf of op een publieke parkeerplaats kunnen verschillende partijen hun voertuigen laden. De netaansluiting wordt tijdig aangevraagd en efficiënt gebruikt.
4. **Ongegarandeerde netaansluiting:** De ongegarandeerde netaansluiting betekent dat er meer elektriciteit mag worden gebruikt op momenten dat het netwerk niet zwaar belast wordt. Deze oplossing wordt nu uitgewerkt door de netbeheerders en de markt.
5. **Energiehub:** Energiehubs bestaan in twee vormen die kunnen resulteren in minder net-impact: een eigen privaat netwerk achter één aansluiting (gesloten distributie systeem) of een virtuele energiehub via het netwerk van de netbeheerder. Deze tweede optie is nog in ontwikkeling.
6. **Tijdelijk aggregaat:** Aggregaten produceren elektriciteit uit diesel, aardgas of een duurzame brandstof. Een aggregaat kan tijdelijk ingezet worden tot een netaansluiting gerealiseerd kan worden. Het grootste nadeel is dat er veel emissies vrijkomen.

Advies voor gericht overheidsbeleid

Gezien de omvang van netcongestieproblematiek, is de noodzaak voor mitigerende maatregelen groot. Zonder mitigerende maatregelen zal voor veel bedrijven de overstap naar elektrische voertuigen niet tijdig mogelijk zijn. Om mitigerende maatregelen te ondersteunen is daarom gericht overheidsbeleid nodig. CE Delft adviseert vier concrete beleidsrichtingen voor het ondersteunen en versnellen van mitigerende maatregelen:

1. **Kennisontwikkeling** over mitigerende maatregelen in een koplopersprogramma en **kennisdeling** door een expertisecentrum en digitaal kennisplatform.
2. **Ondersteuning** voor logistieke bedrijven in hun onderzoek naar mitigerende maatregelen door middel van een adviseur/expert.
3. **Hervormingen van regelgeving en netwerkstarieven** om collectieve en flexibele mitigerende maatregelen mogelijk te maken.
4. **Additioneel inzicht in congestie** per gebied en de ontwikkeling in de tijd zodat er effectief beleid voor mitigerende maatregelen gevormd kan worden.

Verschillende andere beleidsmaatregelen kunnen mitigerende maatregelen nog verder versnellen, maar dienen eerst verder onderzocht te worden. Zo moet de juiste vormgeving van een subsidiemechanisme eerst verder uitgedacht worden vanwege de grote diversiteit in de maatregelen qua techniek, qua verdienmodellen, qua tijdelijkheid en qua aanschaf (huur of koop). Andere mogelijke maatregelen zijn aanbestedingen voor publieke laadinfrastructuur op bedrijventerreinen, een actievere rol voor de netbeheerder in het realiseren van de maatregelen en meer zekerheid over de beleidsrichting. Naast specifiek beleid voor mitigerende maatregelen is het ook van groot belang dat logistieke bedrijven meer kennis verwerven over de elektriciteitsinfrastructuur, hun toekomstige laadvraag in kaart brengen en in contact treden met de netbeheerder.

Voorwaarden voor het beleid voor mitigerende maatregelen

De beschreven beleidsmaatregelen kunnen bijdragen aan een grootschalige en effectieve uitrol van mitigerende maatregel. Een goed proces voor de uitwerking en uitvoering van dit beleid is belangrijk voor draagvlak en effectiviteit van de maatregelen. We identificeren drie belangrijke voorwaarden voor het beleid rond mitigerende maatregelen:

1. Een **integrale benadering** van beleid rond mitigerende maatregelen in combinatie met elektrische logistiek en de verduurzamingsmaatregelen op de bedrijfslocatie. Een gesplitste aanpak is niet effectief en mist koppelkansen.
2. Alle **stakeholders** dienen betrokken te worden. Het gaat dan om de Topsector Logistiek en Energie, ministeries van I&W en EZK, provincies en gemeenten, de netbeheerders en Elaad, (logistieke) bedrijven en brancheverenigingen. Eén partij dient de regie te nemen om barrières weg te nemen, beleid te implementeren, af te stemmen met stakeholders en de voortgang te bewaken. De NAL lijkt ons hiervoor een geschikte partij.
3. De **urgentie** is hoog en parallel aan een nationale aanpak dienen er snel stappen gemaakt te worden. Een integrale en multi-stakeholderaanpak is belangrijk maar moet wel snel doorlopen worden. Lokaal kunnen al eerder pilots gestart worden en het beleid laten aansluiten bij bestaande programma's kan ook versnellend werken.

Een oproep tot actie

Mitigerende maatregelen bieden perspectief om de logistiek toch te verduurzamen nu er congestie is in steeds meer gebieden. Het is noodzakelijk om zo snel mogelijk de maatregelen in de praktijk te brengen en kennis te ontwikkelen. Met mitigerende maatregelen zal voor veel bedrijven de overstap naar elektrische voertuigen mogelijk worden, ondanks beperkte netcapaciteit. Actie is vereist, op weg naar een duurzame logistieke sector in 2030.

Management summary

The logistics sector is facing a major sustainability challenge in the coming years. Improving sustainability often involves a transition to battery-electric delivery vans and trucks. A lack of capacity on the electricity grid, however, can be a barrier to this transition. This report provides potential solutions to enable companies to electrify even when grid capacity is limited.

The transition to sustainability

The logistics sector must switch to electric delivery vans and trucks by 2030, partly due to the introduction of zero-emission zones. This transition means that logistics companies (and other types of companies that use such vehicles²) will be consuming much more electricity.

Improving sustainability is customised for each logistics company. The first step is therefore to map out the current and future demand for charging. Subsequently, the required grid connection must be determined. The need for a new or larger grid connection depends on the company's plans. It is essential to reflect on this at an early stage and to contact the grid operator. Needs and planning can be better matched by engaging in timely discussions. Consulting with neighbouring companies can also help to share and develop knowledge and discover potential opportunities for cooperation. The grid connection required can potentially be realised in time if a timely request is made. This is the simplest and often cheapest route.

Grid congestion is a potential barrier to electric logistics

In some areas, however, the grid operator cannot realise the new or larger grid connection due to grid congestion. Grid congestion is the lack of capacity of the electricity network, in other words, the network is full. Companies can then not be connected until a grid expansion has taken place. Grid congestion is occurring in more and more areas of the Netherlands, making it one of the main obstacles to the electrification of logistics.

Stichting Connekt and the Nationale Agenda Laadinfrastructuur requested CE Delft to conduct a study on mitigating measures. Mitigating measures are solutions that would make it possible to consume more electricity, despite limited grid capacity. This can enable the electrification of logistics when there is grid congestion. This study elaborated mitigating measures and identified government policies to support and accelerate these mitigating measures.

² The term logistics companies is used in this study, but the conclusions and analyses apply to all companies that use electric delivery vans and trucks.



Mitigating measures to achieve electrification

CE Delft has elaborated six mitigating measures in fact sheets that meet the knowledge requirements of logistics companies, to make electrification possible in congested conditions. The fact sheets include a description of the measure, the conditions under which it is suitable, the type of companies that can deliver the measure and the future perspective of the measure. The measures are:

1. **Smart charging and charging strategy:** Smart charging and a smart charging strategy contribute to a lower and flexible demand for electricity from vehicle charging.
2. **Battery:** A battery is charged through the electricity grid at times of low electricity consumption. The company can use this stored energy when the electricity demand exceeds the grid connection.
3. **Collective charging stations:** Several parties can charge their vehicles at a collective charging station at a company or at a public car park. The grid connection is requested in time and used efficiently.
4. **Non-guaranteed grid connection:** A non-guaranteed grid connection means that more electricity can be used at times when the grid is not heavily loaded. This solution is currently being developed by the grid operators and the market.
5. **Energy hub:** Energy hubs exist in two forms that can result in reduced grid impact: a private network behind one connection (closed distribution system) or a virtual energy hub through the grid operator's network. This second option is still under development.
6. **Temporary generator:** Generators produce electricity from diesel, natural gas or a renewable fuel. A generator can be used temporarily until a grid connection can be established. The main disadvantage is that it releases high levels of emissions.

Advice for targeted public policies

Given the extent of grid congestion problems, there is a great need for mitigating measures. Without mitigating measures, the transition to electric vehicles will not be possible in time for many companies. Targeted government policies are therefore needed to support mitigating measures. CE Delft recommends four concrete policy directions for supporting and accelerating mitigating measures:

1. **Knowledge development** on mitigating measures in a leader programme and **knowledge sharing** through an expertise centre and digital knowledge platform.
2. **Support** for logistics companies in their research into mitigating measures by means of an advisor/expert.
3. **Regulatory and grid tariff reforms to enable collective and flexible mitigating measures.**
4. Additional **insight into congestion** per area and its development over time so that effective policies can be formed for mitigating measures.

Several other policies can further accelerate mitigating measures, but they require further research. For example, the correct design of a subsidy mechanism must first be thoroughly examined due to the great diversity of the measures in terms of technology, earning models, temporality and purchase (rental or purchase). Other potential measures include tenders for a public charging infrastructure on commercial sites, a more active role for the grid operator in realising the measures and more certainty about the policy direction. In addition to specific policies for mitigating measures, it is also very important for logistics companies to improve their knowledge of the electricity infrastructure, map out their future charging requirements and engage with the grid operator.

Conditions for the mitigating measures policy

The policy measures described can contribute to a large-scale and effective roll-out of mitigation. A good process for the elaboration and implementation of this policy is important for support and effectiveness of the measures. We have identified three main conditions for the policy on mitigating measures:

1. An **integrated approach** to policy related to mitigating measures in combination with electric logistics and the sustainability measures on the company site. A divided approach is not effective and would miss linking opportunities.
2. All **stakeholders** should be involved. These include the Top Sector Logistics and Energy, ministries of Infrastructure and Water Management and of Economic Affairs, provinces and municipalities, the grid operators and Elaad, logistics and other companies and industry associations. One party should take the lead in removing barriers, implementing policy, coordinating with stakeholders and monitoring progress. The Nationale Agenda Laadinfrastructuur appears to be a suitable party for this purpose.
3. There is a great sense of **urgency** and steps must be taken quickly in parallel with a national approach. An integrated and multi-stakeholder approach is important, but it must be implemented quickly. Local pilot projects can be started earlier and linking the policy to existing programmes can also accelerate the process.

A call to action

Mitigating measures offer prospects for making logistics more sustainable now that congestion is becoming a reality in more and more areas. It is imperative to put the measures into practice and develop knowledge as soon as possible. With mitigating measures in place, the transition to electric vehicles will be possible for many companies, despite limited grid capacity. Action is required on the way to a sustainable logistics sector by 2030.

1 Inleiding

De komende jaren wordt een explosieve groei verwacht van elektrische logistiek, onder andere door de invoering van zero-emissie-zones in 30 tot 40 gemeentes, subsidies voor elektrische voertuigen en green deals. Er is voldoende laadinfrastructuur nodig om deze voertuigen op te laden. De vermogensvraag zal flink toenemen op locaties waar voertuigen 's nachts staan en vaak ook overdag terugkeren. Deze depots en distributiecentra bevinden zich vaak op bedrijventerreinen. Hiervoor is vaak een uitbreiding van de aansluiting op het elektriciteitsnetwerk vereist. De doorlooptijd van een grotere aansluiting is ongeveer één tot twee jaar, mits er capaciteit in het elektriciteitsnetwerk beschikbaar is. Als er geen capaciteit is kan de doorlooptijd oplopen tot wel tien jaar.

Dit leidt echter tot een belangrijk knelpunt voor logistieke partijen om over te stappen op batterij-elektrische voertuigen. De elektriciteitsinfrastructuur raakt de komende jaren namelijk op steeds meer gebieden overvol, of is dat nu al. De netbeheerders hebben een kaart ontwikkeld waarop de congestie is weergegeven.³ Veel knelpunten hebben nu betrekking op de levering van energie aan het net, maar ook voor de afname van energie kleurt de congestiekaart steeds verder rood. Dit betekent dat er geen netwerkcapaciteit meer beschikbaar is. De netbeheerder lost het tekort op door netverzwaring uit te voeren. De doorlooptijd van netverzwaring is echter vijf tot tien jaar. Hierdoor komen de doelstellingen voor elektrische logistiek in gevaar.

In deze studie richten we ons op mitigerende maatregelen om de voertuigen bij bedrijven *wel* te elektrificeren bij een *tekort aan netwerkcapaciteit*. We brengen deze mitigerende maatregelen in kaart en geven praktische adviezen voor logistieke bedrijven. Daarnaast adviseren we nationale en lokale overheden over beleid om deze maatregelen te versnellen en te ondersteunen.

We zijn de NAL-Taakgroep Private Logistieke Laadinfrastructuur en alle geïnterviewde personen (opgenomen in Bijlage A) dankbaar voor hun bijdrage aan deze studie.

1.1 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 beschrijven we de methode van deze studie. Hoofdstuk 3 beschrijft alle geïnventariseerde maatregelen, waarvan er zes geselecteerd zijn om verder uit te werken. Hoofdstuk 4 omvat zes factsheets over zes mitigerende maatregelen voor logistieke bedrijven met een infographic over de verschillende maatregelen. In Hoofdstuk 5 geven we beleidsadviezen die mitigerende maatregelen voor elektrische logistiek kunnen ondersteunen en versnellen. Hoofdstuk 6 beschrijft de conclusies van dit onderzoek.

1.2 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op mitigerende maatregelen en het vereiste beleid. Voor de uitvoerbaarheid zijn wel zoveel mogelijk maatregelen in kaart gebracht, maar zijn er zes in meer detail uitgewerkt. De overige maatregelen hebben ook potentie, maar zien we als minder haalbaar of met een kleiner potentieel.

³ Congestie betekent dat er in dat gebied geen netcapaciteit beschikbaar is: [Capaciteitskaart elektriciteitsnet](#)

De factsheets zijn gericht op logistieke bedrijven en opgezet in een handzaam format. Daardoor is er niet altijd ruimte voor een volledige onderbouwing van berekeningen of argumentatie. De gemaakte statements zijn echter wel gebaseerd op berekeningen, desk research en interviews. Echter is de informatie algemeen en kunnen effecten (zoals kosten en ruimtegebruik) verschillen per situatie. Voor een logistiekbedrijf is het daarom altijd verstandig om contact te zoeken met een leverancier of ondersteunende partij om te bepalen wat ideaal is in uw situatie.

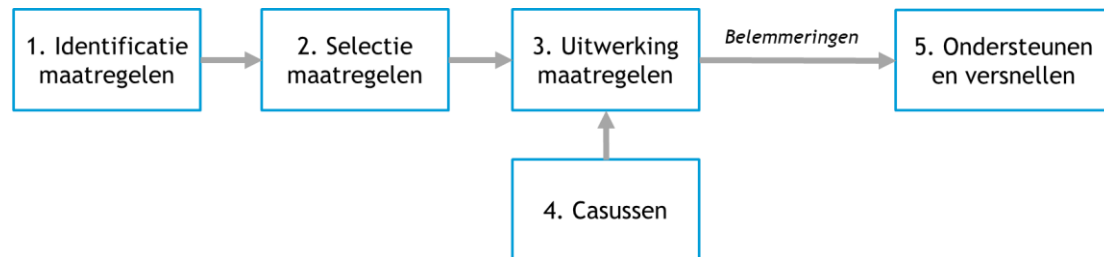
Meer informatie kunt u lezen in: het document van de netbeheerders met [basisinformatie over de energie-infrastructuur](#), [deze handreiking depotladen](#) van de NAL, [de Elaad outlook over elektrische logistiek op bedrijventerrein](#) en meer toelichting op hoe tarieven werken in [dit rapport van CE Delft](#).



2 Methode

De methode op hoofdlijnen is weergegeven in Figuur 1. Tijdens het gehele proces zijn we begeleid door een stuurgroep bestaande uit de Taakgroep Private Logistieke Laadinfrastructuur van de NAL (Nationale Agenda Laadinfrastructuur).

Figuur 1 - Methode-overzicht



De verschillende onderzoekstappen zijn:

1. **Identificatie maatregelen:** Door middel van interviews en desk research zijn verschillende mitigerende maatregelen in kaart gebracht.
2. **Selectie maatregelen:** Maatregelen zijn geselecteerd gebaseerd op toegevoegde waarde, haalbaarheid, betaalbaarheid en duurzaamheid. In overleg met de stuurgroep is gekomen tot zes maatregelen die verder zijn uitgewerkt.
3. **Uitwerking maatregelen:** Deze zes mitigerende maatregelen zijn verder uitgewerkt, gebaseerd op desk research, berekeningen en interviews met netbeheerders, markt-partijen en overheden.
4. **Casussen:** De casussen gelden als input om de uitwerking van de mitigerende maatregelen verder te kunnen concretiseren.
5. **Ondersteunen en versnellen:** Eerst zijn de belemmeringen om mitigerende maatregelen te realiseren geïdentificeerd. De beleidsadviezen richten zich op het wegnemen van deze belemmeringen om zo elektrische logistiek en mitigerende maatregelen te versnellen en te ondersteunen.

In de volgende paragrafen worden de verschillende methodologische stappen verder uitgewerkt.

2.1 Identificatie mitigerende maatregelen

De maatregelen zijn geïdentificeerd gebaseerd op de kennis van de taakgroep en CE Delft aangevuld met kennis uit de literatuur, recente pilots en verschillende interviews. De geïdentificeerde maatregelen zijn allen kort geanalyseerd en onze bevindingen zijn samengevat in Hoofdstuk 3 voor de maatregelen die niet zijn opgenomen in de factsheets. In alle uitgevoerde interviews is besproken of de geïnterviewde de problematiek herkende en welke oplossingen zij voorzien. Daarmee is gepoogd om een zo volledig mogelijk overzicht te creëren van de oplossingen die tussen nu en middellange termijn (ongeveer 2025) beschikbaar kunnen zijn voor de meeste logistieke bedrijven. Alle maatregelen zijn beschreven, kort geëvalueerd en gekoppeld aan maatregelen die sterk overlappen of goed gecombineerd kunnen worden.

2.2 Selectie mitigerende maatregelen

Zes maatregelen zijn in meer detail onderzocht en uitgewerkt in factsheets. Deze selectie is uitgevoerd om zo de mogelijkheid te creëren enkele meest relevante maatregelen verder uit te diepen en ook aantrekkelijk vorm te kunnen geven binnen het project. De maatregelen zijn beoordeeld op vier criteria:

1. **Is de maatregel mitigerend?** Hiermee bedoelen we of de maatregel er echt toe gaat leiden dat logistieke bedrijven op een betrouwbare wijze meer voertuigen kunnen elektrificeren. Zonnepanelen (zonder additionele technieken) zien we bijvoorbeeld niet als mitigerend, aangezien zonnepanelen niet op alle gewenste momenten energie produceren. Als een maatregel niet mitigerend is, is deze niet geselecteerd.
2. **Is de maatregel op relatief korte termijn beschikbaar?** We onderzoeken maatregelen die logistieke bedrijven tussen nu en 2025 kunnen implementeren. Vanaf 2025 zullen zero-emissie-zones namelijk bedrijven steeds vaker verplichten de overstap te maken op elektrische voertuigen. Maatregelen die nu nog in pilot fase zijn worden niet uitgesloten, maar maatregelen die de komende jaren niet op de markt zullen komen wel.
3. **Is de maatregel kosteneffectief?** De kosteneffectiviteit betekent hoe duur een maatregel is voor logistieke bedrijven ten opzichte van wat het oplevert, bijvoorbeeld hoeveel extra voertuigen extra geladen kunnen worden. De kosteneffectiviteit is geen uitsluitingscriteria, maar het weegt wel mee in de selectie.
4. **Is de maatregel duurzaam?** Bij dit selectiecriteria hebben we gekken naar de CO₂-reductie die de maatregel oplevert, of mogelijk zelfs additionele CO₂-uitstoot. Duurzaamheid is geen uitsluitingscriteria, maar het weegt wel mee in de selectie.

Alle maatregelen zijn beoordeeld op deze vier criteria en gebaseerd daarop zijn zes maatregelen geselecteerd om verder uit te werken. De resultaten van de selectie zijn afgestemd met de stuurgroep.

2.3 Analyse geselecteerde maatregelen

De zes geselecteerde maatregelen zijn verder onderzocht. Dit is gedaan door middel van desk research, berekeningen en ongeveer vijftien interviews met logistieke bedrijven, adviesbureaus, netbeheerders en gemeentes. De geïnterviewde partijen zijn opgenomen in Bijlage A. Per maatregel is een factsheet opgesteld waarbij zeven vragen beantwoord worden:

1. Beschrijving van de maatregel.
2. Wanneer is deze maatregel geschikt?
3. Wat zijn de effecten?
4. Wie kan dit leveren?
5. Uitdaging en kansen.
6. Combinatie met andere maatregelen.
7. Toekomstperspectief.

De factsheets zijn opgenomen in een los rapport voor logistieke bedrijven en in dit rapport opgenomen in Hoofdstuk 4. De berekeningen die zijn uitgevoerd, zijn vaak gebaseerd op illustratieve casussen om een inschatting te maken van de relatieve kosten, vermogensimpact en ruimtegebruik. Deze casussen zijn beschreven in Paragraaf 2.3.1.



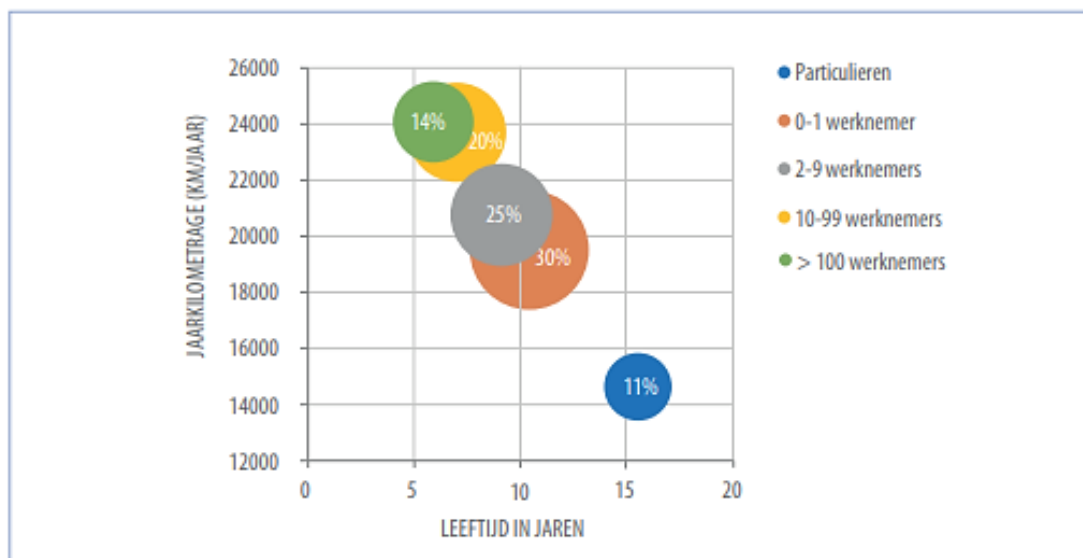
2.3.1 Illustratieve casussen

In de analyses gebruiken we twee voorbeeldcasussen om de resultaten te bepalen, concreet te maken en in discussies te kunnen gebruiken. De casussen gelden als input voor berekeningen die gemaakt worden ter ondersteuning van de factsheets. De eerste casus is een mkb met een aantal bestelauto's. Het tweede is een distributiecentrum met vrachtwagens.

Mkb met bestelauto's

Voor deze casus bekijken we een mkb met 10 tot 100 werknemers. Veel bedrijfsauto's worden gebruikt door kleine bedrijven. De bestelauto's van de grotere bedrijven zijn gemiddeld genomen jonger en rijden relatief meer kilometers per jaar dan kleine bedrijven (zie Figuur 2). Dit is ook te zien in de gemiddelde Euroklasse van bestelauto's, die hoger is voor grotere bedrijven (Buck et al., 2017), oftewel bestelauto's van grotere bedrijven zijn schoner. Hieruit is op te maken dat over het algemeen deze bedrijven waarschijnlijk als eerste zullen elektrificeren, aangezien elektrische voertuigen voornamelijk nieuw zullen zijn.

Figuur 2 - Indeling aantal bestelauto's leeftijd jaarkilometrage en bedrijfsgrootte; bolgrootte geeft het aandeel in het totaal weer



Bron: Buck et al., (2017).

Uit gegevens van het CBS blijkt dat er in 2020 in Nederland in totaal circa 1,06 miljoen bestelauto's geregistreerd staan (CBS, 2021). 975.000 bestelauto's staan op naam van een bedrijf. In de bedrijfssectoren Bouwnijverheid (SBI-code F) en Handel (SBI-code G) komt het grootste aandeel geregistreerde bestelauto's voor (Buck et al., 2017, CBS, 2022a). Een bestelauto van tussen de nul en vier jaar oud rijdt gemiddeld circa 23.000 km per jaar (CBS, 2022a). Oudere bestelauto's rijden significant minder per jaar. Gemiddeld rijden bestelauto's van grotere bedrijven gemiddeld meer kilometers per jaar dan kleinere bedrijven, maar dit is sterk afhankelijk van de sector waarin het bedrijf opereert (CBS, 2022a). Voor de volgende case gaan we uit van het jaarkilometrage van 23.000 km , aangezien elektrische bestelauto's over het algemeen nieuwe voertuigen zijn.

Een grote elektrische bestelauto verbruikt gemiddeld 1,6 MJ per kilometer en een vergelijkbare bestelauto met Euroklasse 6 diesel verbruikt gemiddeld 3,5 MJ aan energie per kilometer⁴. Dit zijn respectievelijk 0,45 kWh en 1,0 kWh per kilometer. Met een gemiddeld jaarkilometrage van 23.000 km, voor relatief nieuwe bestelauto's, is het verbruik 10,5 MWh aan elektriciteit per jaar. Verdeeld over 260 werkdagen per jaar rijdt een bestelauto gemiddeld 88 km. Dit komt overeen met 40 kWh per werkdag per bestelauto. Dit kan 's nachts in acht uur worden bijgeladen met een vermogen van 5 kW.

Voor deze case gaan we uit van een mkb-bedrijf met tussen de 10 tot 100 werknemers. In 2020⁵ zijn er in totaal 60.395 bedrijven van deze grootte (CBS, 2022b) In deze bedrijfs-categorie staan er in 2020 in totaal 204.491 bestelauto's geregistreerd (CBS, 2022a). Gemiddeld zijn dit over alle bedrijven in Nederland uit deze categorie 3,4 bestelauto's per bedrijf. Binnen deze bedrijfscategorie zitten natuurlijk ook bedrijven zonder bestelauto's.

Voor een representatieve case gebruiken we de bedrijfssectoren bouwnijverheid en handel. Zoals eerder genoemd zijn de bedrijven uit deze sectoren het grootst qua bestelauto-registraties. In totaal zijn er 5.025 en 7.225 bedrijven uit deze sectoren (CBS, 2022b), met hierin 66.383 en 44.483 bestelauto's (CBS, 2022a). Wanneer beide getallen uit deze sectoren worden opgeteld geeft dit gemiddeld circa negen bestelauto's per bedrijf.

Met het gemiddelde verbruik uit het hiervoor genoemde tekstkader gebruiken negen bestelauto's per werkdag in totaal 366 kWh⁶.

Distributiecentrum met vrachtwagens

Deze casus is gebaseerd op een recent onderzoek van TNO met als praktijkcasus een distributiecentrum van Jumbo (TNO, 2021). Dit distributiecentrum kent een vloot van 130 vrachtwagens die 13,2 miljoen kilometer rijden. Deze rijden gezamenlijk op een drukke dag 40.000 km wat overeenkomt met een elektriciteitsverbruik van 72 MWh. De gemiddelde dagafstand per truck is 300 kilometer, met een maximum van 400 kilometer. Een gemiddelde rit is 105 kilometer.

Per truck is de gemiddelde energievraag dus ongeveer 550 kWh voor een drukke dag en 189 kWh voor een gemiddelde rit. TNO analyseert verschillende laadstrategieën en komt uit op gemiddeld twaalf laadpalen van 650 kW om aan deze laadvraag te voldoen. Per truck is de vereiste netaansluiting daarmee 60 kW.

Een middelzware elektrische vrachtwagen verbruikt gemiddeld 3,5 MJ per kilometer en een vergelijkbare vrachtwagen met Euroklasse 6 diesel verbruikt gemiddeld 7,6 MJ aan energie per kilometer⁷. Dit zijn respectievelijk 1,0 kWh en 2,1 kWh per kilometer. Met een gemiddeld jaarkilometrage van 79.000 km⁸, voor relatief nieuwe vrachtauto's, is het verbruik 77,9 MWh aan elektriciteit per jaar. Verdeeld over 260 werkdagen per jaar rijdt een vrachtauto gemiddeld 303 km, voor 365 dagen is dit 216 km. Dit komt overeen met 220 kWh (365 dagen) 308 kWh (260 dagen) per werkdag per vrachtauto. Dit kan 's nachts in acht uur worden bijgeladen, met een vermogen van 25-40 kW.

⁴ Energieverbruik is 47% van Euroklasse 6 diesel. In stedelijk verkeer gaat deze verhouding richting de 41%, circa 1,4 MJ/km (CE Delft, 2021).

⁵ Kwartaal 4 (CBS, 2022b).

⁶ Berekend zonder afgeronde cijfers.

⁷ Energieverbruik is 47% van Euroklasse 6 diesel. In stedelijk verkeer gaat deze verhouding richting de 41%, circa 1,4 MJ/km (CE Delft, 2021).

⁸ CBS, (2022c).



2.4 Via belemmeringen naar ‘ondersteunen en versnellen’

De tweede fase van deze studie is het in kaart brengen van het vereiste beleid voor mitigerende maatregelen. Beleidsinterventie is alleen vereist als er belemmeringen zijn voor de ontwikkeling door de markt zelf en er een duidelijke noodzaak is. De noodzaak voor mitigerende maatregelen neemt toe de komende jaren. Partijen willen of moeten overstappen vanwege zero-emissie-zones. Congestie is een steeds groter probleem waardoor meer partijen geen grotere aansluiting zullen krijgen. Om uitstootreductie te bewerkstelligen zijn mitigerende maatregelen naar verwachting steeds vaker noodzakelijk.

Om te bepalen welk overheidsbeleid nodig is, brengen we eerst de belemmeringen in kaart. Dit doen we gebaseerd op onze analyse van alle maatregelen (zowel de factsheets als de niet-geselecteerde maatregelen), desk research en validatie interviews. De belemmeringen worden uitgewerkt met een beschrijving, kans en impact, oplossingsrichting en wie er verantwoordelijk is voor de oplossingsrichting.

De belemmeringen gelden als input voor de beleidsdiscussie over ‘ondersteunen en versnellen’. We identificeren beleid dat de nationale overheid, provincies en gemeentes kunnen voeren om de mitigerende maatregelen te realiseren bij logistieke bedrijven. De geïdentificeerde beleidsmaatregelen worden uitgewerkt en besproken in drie interviews met het ministerie van I&W, een provincie en een gemeente.

3 Niet-geselecteerde maatregelen

In het kernrapport zijn zes maatregelen uitgewerkt in uitgebreide factsheets. In onze studie zijn verschillende maatregelen geïdentificeerd die niet in deze factsheets zijn uitgewerkt maar wel nu of in de toekomst potentie bieden voor logistieke bedrijven. Deze maatregelen zijn niet in detail maar beschreven in dit hoofdstuk. De zes maatregelen die in het kernrapport in detail zijn uitgewerkt zijn:

1. (Tijdelijke) batterij.
2. Ongegarandeerde netaansluiting.
3. Slimme laadstrategie.
4. Energiehub.
5. Collectieve laadpleinen.
6. Tijdelijke aggregaat.

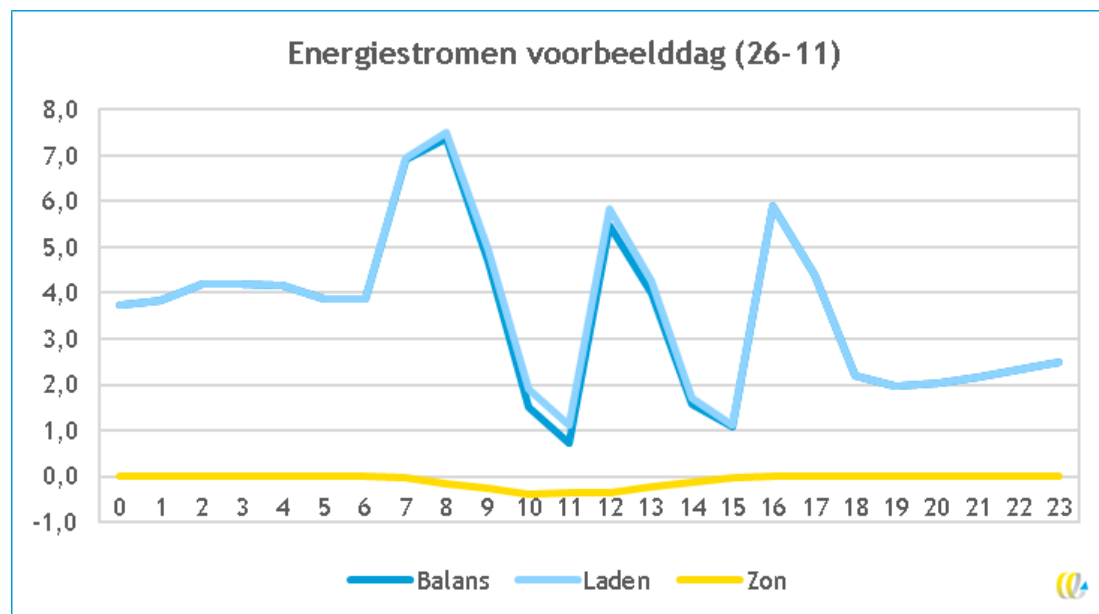
3.1 Lokale opwek: zon

Beschrijving: Zonnepanelen kunnen geplaatst worden op het dak van bedrijven of boven parkeerplaatsen. Zonnepanelen kunnen ook op grasvelden geplaatst worden maar dit is vaak niet relevant op bedrijventerreinen. De opgewekte energie kan vervolgens geleverd worden aan elektrische voertuigen. Op momenten dat er geen voertuigen zijn, wordt de stroom aan het elektriciteitsnetwerk geleverd. Investeringskosten van zonnepanelen zijn ongeveer € 1.250 per kW-piek met een terugverdientijd van vijf tot tien jaar, vooral afhankelijk van de commerciële elektriciteitsprijs. Zonnepanelen leveren ongeveer 4.000 uur per jaar stroom, maar een beperkt aantal uur per jaar ook veel energie. Een zonnepark van 1 MW levert ongeveer 900 MWh energie.

Voor zonnepanelen is een sterke dakconstructie vereist, mogelijk dienen aanpassingen aan uw pand gedaan te worden. De productieprijs is ongeveer € 80/MWh. Voor zon-pv-projecten kan SDE++-subsidie aangevraagd worden tot 2025. Het verschil tussen de commerciële elektriciteitsprijs en de hogere prijs van zonne-energie wordt daarmee gecompenseerd. De kosten zijn dan dus niet hoger. De doorlooptijd van een project is ongeveer twee tot drie jaar. Voor 1 MWp zon-pv is ongeveer 0,95 hectare nodig (RES & CE Delft, 2020).

We hebben een voorbeeldberekening uitgevoerd voor zonnepanelen bij een distributiecentrum, oftewel Casus 1. Op het dak is ruimte voor 3 MW zonnepanelen die in totaal ongeveer 4.600 MWh zonnestroom produceren. Daarvan wordt 3.600 MWh zelf gebruikt voor het laden van vrachtwagens en 1.000 MWh teruggeleverd aan het netwerk. De productie van zonne-energie resulteert echter nauwelijks in een lagere netbelasting doordat zonne-energie niet altijd geleverd wordt op momenten van laadvraag. Een voorbeelddag is weer-gegeven in Figuur 3. In november is zonnestroom beperkt, en logischerwijs ook niet tijdens de avond beschikbaar. De maximale piek van deze dag wordt iets beperkt van 7,5 MW naar 7,4 MW. Zon is echter geen mitigerende maatregel in het licht van een tekort aan netcapaciteit, en daarmee in het licht van deze studie.

Figuur 3 - Energiestromen op een voorbeelddag, namelijk 26 november



Evaluatie: Het doel van de mitigerende maatregelen is om met beperkte netcapaciteit meer voertuigen te kunnen laden. Zonnepanelen leveren alleen stroom tijdens zonnige uren, oftewel een beperkt aantal uur per jaar. Tijdens de nacht of bewolkte dagen kan er geen stroom geleverd worden. Alleen zonnepanelen zijn dus geen betrouwbare bron om energie te leveren en voertuigen mee op te laden. Een combinatie met andere maatregelen is vereist. Daarom is lokale opwek met zonnepanelen als losstaande maatregel niet meegenomen. Het plaatsen van (logistieke) laadinfra bij grote zonneprojecten kan wel efficiënt zijn vanuit een systeemperspectief.

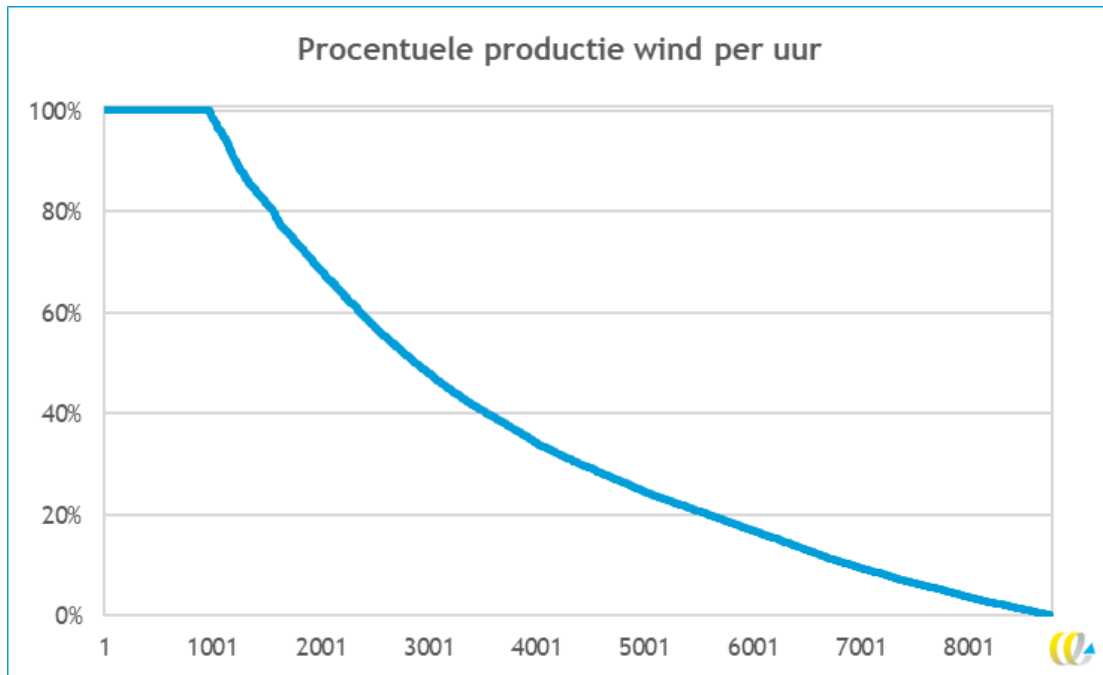
Combinatie maatregelen: Deze maatregel kan gebruikt worden met de concepten rond energie delen. Daarnaast kan dit efficiënt worden gecombineerd met windmolens en kunnen batterijen ingezet worden om elektriciteit op te slaan en later te gebruiken.

3.2 Lokale opwek: wind

Beschrijving: Windmolens kunnen geplaatst worden bij oplaadlocaties. Windmolens produceren duurzame energie die gebruikt kan worden om logistieke voertuigen te laden en anders kan de energie aan het netwerk geleverd worden. Windmolens produceren ongeveer 6.500 uur per jaar meer dan 10% van het maximale vermogen en produceren ongeveer 3.500 MWh per 1 MW-piekvermogen. Figuur 4 geeft de productiecurve van windmolens over één jaar weer, in dit geval illustratief voor het jaar 2019.

Een windpark van 50 MW, bestaande uit tien turbines, vereist ongeveer 450 hectare (RES & CE Delft, 2020). Windenergie heeft een prijs van ongeveer € 60/MW. Tot 2025 kan er SDE++-subsidie worden aangevraagd om het verschil met de commerciële elektriciteitsprijs te compenseren. De doorlooptijd is ongeveer vijf jaar.

Figuur 4 - Vermogensduurkromme - procentuele productie per uur gedurende een volledig voorbeeldjaar

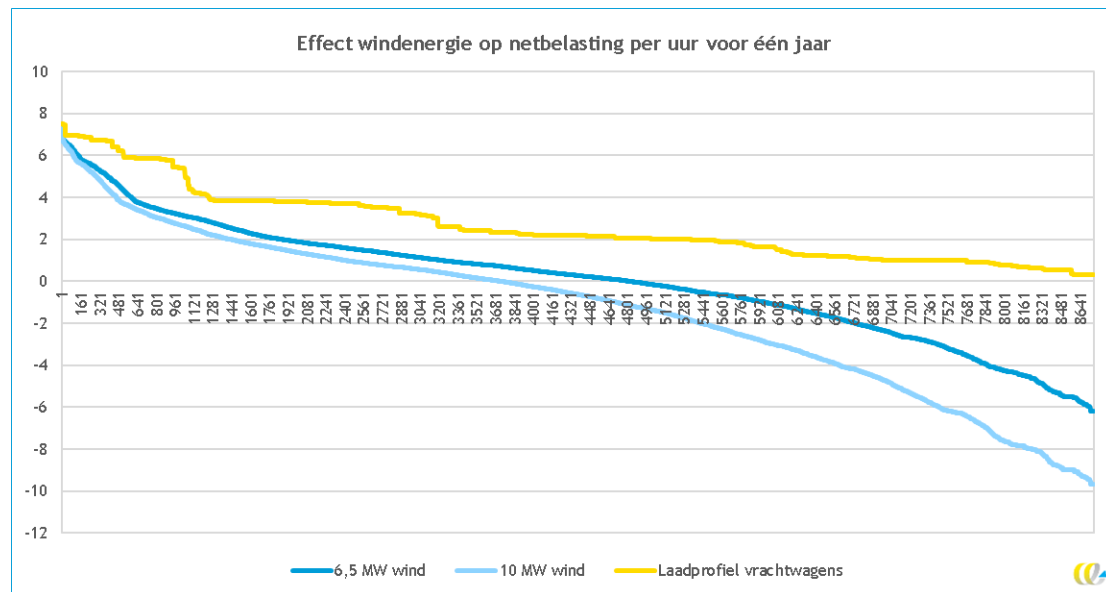


Evaluatie: Windmolens vereisen veel ruimte. Het is daarom een belangrijke voorwaarde dat deze ruimte beschikbaar is in de buurt van de logistieke bedrijven. Daarbij is wel een eis dat ze op hetzelfde netgebied worden aangesloten, anders ontstaat er niet meer capaciteit voor het laden van elektrische logistiek.

Windmolens kunnen extra laadvermogen realiseren als de wind waait, maar niet als het minder of niet waait. Daardoor is het geen zekere optie, er is geen laadvraag beschikbaar op ieder moment. De essentiële laadvraag kan dus niet afhankelijk zijn van windmolens, maar eventuele additionele niet-essentiële laadvraag wel. Om te zorgen dat lokale duurzame energie altijd beschikbaar is, zijn bijvoorbeeld batterijen nodig.

De doorlooptijd van windparken is vrij lang. De realisatie van extra infrastructuur is tussen de vijf en tien jaar maximaal. De tijdslijn van de realisatie van een windmolenpark is niet veel korter, waardoor het de vraag is of het daadwerkelijk mitigerend is.

Figuur 5 - Netbelasting van een windmolen per uur met laadprofiel vrachtwagens



Combinatie maatregelen: Deze maatregel kan gebruikt worden met de concepten rond energie delen. Daarnaast kan dit efficiënt worden gecombineerd met zonnepanelen en kunnen batterijen ingezet worden om elektriciteit op te slaan en later te gebruiken.

3.3 Cable pooling met afnemers

Beschrijving: Cable pooling betekent dat meerdere partijen één aansluiting delen. Sinds 2018 mogen producenten meerdere partijen achter één aansluiting hebben (ACM, 2018). Cable Pooling 2.0 betekent dat ook afnemers een aansluiting mogen delen met andere afnemers of producenten. Cable Pooling 2.0 is nu nog niet mogelijk, maar netbeheerders zijn dit concept wel aan het uitdenken.

Cable pooling betekent dus dat twee of meer partijen een aansluiting delen. Gezamenlijk mogen zij niet meer energie afnemen of produceren dan het vermogen van de aansluiting. Het betekent dus dat partijen de energie op elkaar moeten afstemmen. Voor elektrische logistiek is het vooral nuttig als er een andere partij is die stroom produceert of altijd op andere momenten energie afneemt als er geen laadvraag is.

Cable pooling betekent dat de eenmalige kosten voor het realiseren van een nieuwe of grotere aansluiting en de jaarlijkse kosten gedeeld worden. De netkosten zijn dus lager per eindgebruiker. Cable pooling heeft als voordeel voor de netbeheerder dat het systeem efficiënt wordt gebruikt. Er worden meer eindgebruikers aangesloten met dezelfde net-aansluiting.

Evaluatie: Cable Pooling 2.0 wordt wellicht een toekomstig concept dat afnemers kunnen gebruiken. Hiervoor dient echter een codewijziging ingevoerd te worden zoals ook voor cable pooling met producenten is ingevoerd. Voor logistiekcladen heeft cable pooling mogelijkheden als er een producent of afnemer met een ander verbruiksprofiel erg dicht in de buurt ligt. Het is onzeker in hoeveel gevallen dit het geval zal zijn.

Daarnaast zijn er verschillende juridische en organisatorische uitdagingen. De juridische constructie tussen de verschillende partijen moet bijvoorbeeld uitgewerkt worden. Omdat dit een toekomstoplossing is met nog veel onzekerheden is deze maatregel niet in een factsheet uitgewerkt.

Combinatie maatregelen: Deze maatregel overlapt met energiedelenconcepten.

3.4 (Lokale) congestiemarkt

Beschrijving: Een congestiemarkt is een oplossing voor congestie: een overbelasting van het netwerk. De netbeheerders hebben een congestiemarkt ontwikkeld: [GOPACS](#). Als er in een gebied congestie ontstaat, kunnen partijen biedingen doen voor het aanpassen van hun energieverbruik of -productie via dit handelsplatform. GOPACS zorgt er als systeem voor dat partijen in het congestiegebied hun energieprofiel aanpassen en zij betalen een vergoeding hiervoor. GOPACS is een landelijk systeem en werkt theoretisch overal waar de netbeheerder aangeeft dat congestie ontstaat.

Een lokale congestiemarkt betekent dat er in één specifiek deel van het netwerk congestie wordt opgelost doordat partijen desgewenst meer of minder energie gaan gebruiken. Zij krijgen hiervoor dan ook betaald. Een lokale congestiemarkt vereist wel dat er voldoende partijen zijn die deelnemen, zodat gegarandeerd kan worden dat de markt goed functioneert en congestie ook echt wordt opgelost. Netbeheerders gebruiken GOPACS nu ook als systeem voor 'lokale' congestiemarkten.

Evaluatie: Een congestiemarkt kan bijdragen aan het oplossen van congestie. Als er in een gebied een tekort is aan netwerkcapaciteit zal een partij die haar voertuigen wil elektrificeren echter helemaal geen aansluiting krijgen. Een (lokale) congestiemarkt zal er niet aan bijdragen dat er meer vermogen beschikbaar komt. Het is dus een maatregel om congestie op te lossen als het ontstaat, maar geen mitigerende maatregel om meer voertuigen te kunnen laden als er beperkte netcapaciteit beschikbaar is.

Daarnaast is het nog onzeker of lokale congestiemarkten gaan functioneren. De markt dient voldoende groot te zijn om goed te functioneren. Als er lokaal congestie is, zijn er vaak te weinig partijen voor een goede markt. De netbeheerder zal dan eerder losse afspraken maken om congestie op te lossen, zoals met een ongegarandeerde netaansluiting (zie de factsheet in Hoofdstuk 4).

Combinatie maatregelen: Deze maatregel overlapt gedeeltelijk met energiedelenconcepten.

3.5 Stopcontact op land

Beschrijving: Een stopcontact op land is een begrip dat veel in de sector gebruikt wordt en door veel partijen verschillend wordt geïnterpreteerd. Het basisidee is dat de laadinfrastructuur tijdig en in één keer grootschalig wordt gerealiseerd, voordat er laadvraag is van bestelbusjes en vrachtwagens en zodat de netbeheerder het efficiënt kan realiseren. In dit onderzoek hebben we geprobeerd om helder te krijgen hoe dit binnen de huidige systematiek van netbeheerder, marktpartijen en overheden mogelijk is.

Veel partijen zien een stopcontact op land als een netbeheerder die op alle relevante bedrijventerreinen proactief netverzwaring realiseert en daarmee een grote toename in laadpalen mogelijk maakt. Andere partijen zien stopcontact op land als een basisnetwerk van (snel)laadpunten voor de logistiek.

Evaluatie: Ten eerste, over proactief verzwaren. De netbeheerders investeren nu proactief gebaseerd op de verwachte toekomstige vermogensvraag, waaronder voor elektrische logistiek. Echter is de toekomstige logistieke laadvraag voor netbeheerders niet altijd goed te voorspellen en gaan lokale bedrijven soms sneller dan de netbeheerder verwacht. Daarnaast heeft de netbeheerder al te weinig capaciteit om gebieden met congestie te verzwaren en daarom is het onrealistisch om te verwachten dat de netbeheerder ook proactief additioneel kan verzwaren.

Combinatie maatregelen: In onze analyse hebben we gekeken naar wat een logistiekbedrijf kan beïnvloeden en hoe een bedrijf binnen de huidige systematiek een stopcontact op land in principe kan realiseren. Uit die analyse is de factsheet over collectieve laadpunten ontstaan. Wij denken dat dit een concrete invulling van een stopcontact op land is die bedrijven zelf kunnen initiëren, eventueel met een gemeente of externe partij.

3.6 Clustering laadpunten en aansluiten op hogere netvlakken

Beschrijving: De netbeheerder sluit een partij verschillend aan afhankelijk van de gevraagde capaciteit. Tot 300 kVA (ongeveer 300 kW oftewel 0,3 MW) wordt men aangesloten op een MS/LS-station. Vermogens tussen de 0,3 MW en 10 MW worden over het algemeen aangesloten op een ms-kabel of als de bestaande kabel geen ruimte heeft direct op een ms-station. Aansluitingen boven de 10 MW zijn maatwerk maar worden vaak direct op het ms-station gerealiseerd.

Voor logistieke bedrijven kan het interessant zijn om vraag te clusteren en daardoor grotere vermogens te vereisen. Voor opwek in de RES'en (Regionale Energie Strategie) geven de netbeheerders aan dat daarmee de doorlooptijd verkleind kan worden en het aanvraag- en uitvoeringstraject beheersbaarder wordt.⁹ Ook bestaat de kans dat er bijvoorbeeld geen netcapaciteit beschikbaar is op een MS/LS-station maar wel op de achterliggende MS-kabel.

Clustering van de laadvraag kan door bijvoorbeeld met andere partijen samen te werken en één groter laadplein te realiseren. Daarnaast kan een los bedrijf inzetten op grootschaligere elektrificatie van de vloot, in plaats van enkele voertuigen. Per losse casus zal het verschillen of clustering zal leiden tot meer netcapaciteit of een kortere doorlooptijd. De netbeheerder kan meer inzicht bieden per individuele situatie.

Evaluatie: Deze maatregel kan in specifieke gevallen van toegevoegde waarde zijn, maar hiervoor is inzicht van de netbeheerder per casus noodzakelijk. De clustering in samenwerking met laadpalen van andere bedrijven is een organisatorische en juridische uitdaging: wie is eind- en financieel verantwoordelijke, hoe wordt gewaarborgd dat er voldoende laadpalen beschikbaar zijn, hoe wordt de juridische structuur opgezet, etc. Daarnaast is een logische voorwaarde dat andere bedrijven in de buurt gelegen zijn om clustering überhaupt mogelijk te maken en moet de operatie van deze bedrijven geschikt zijn. Als er laadpleinen gevormd worden, zal bijladen tijdens laden en lossen naar verwachting niet mogelijk zijn.

Combinatie maatregelen: Deze maatregel overlapt met de concepten energie delen.

⁹ Ontwerpprincipe C in Basisdocument over energie-infrastructuur (Netbeheer Nederland, 2019).

3.7 Verwisselbare batterijcontainers

Beschrijving: Een verwisselbare batterijcontainer wordt volledig opgeladen bij een bedrijf afgeleverd. De elektriciteit in de batterij wordt vervolgens gebruikt en de lege batterij wordt weer verwisseld voor een volle batterij. Een batterijcontainer is typisch 300 kWh voor een 10-voets container tot ca. 1.000 kWh voor een 40-voets container.

Verwisselbare batterijcontainers worden vaak gebruikt op locaties waar helemaal geen aansluiting is op het elektriciteitsnet en waar de elektriciteitsvraag beperkt is.

Evaluatie: Een verwisselbare batterij wordt niet bijgeladen als hij eenmaal is geplaatst en heeft dus maar een beperkte energie-inhoud. Een batterij van 300 kWh kan circa zeven bestelbussen opladen, één á twee bakwagens en maximaal één trekkeroplegger. De batterij moet dus veelvuldig verwisseld worden, wat leidt tot veel vervoersbewegingen.

De kosten van het wisselen zijn zo'n € 300 tot € 500, afhankelijk van de afstand tot het verhuurbedrijf en de omvang van de batterij. Dit resulteert in kosten van zo'n € 0,50-1/kWh, alleen al voor het wisselen. De kosten van de elektriciteit komen hier nog bij. Deze maatregel is daarmee te duur om praktisch toepasbaar te zijn voor het dagelijks opladen van meerdere voertuigen.

Combinatie maatregelen: Een huurbatterij die wél is aangesloten op het lokale elektriciteitsnet zou af en toe verwisseld kunnen worden als de batterij leeg is en de netaansluiting onvoldoende is om de batterij weer op tijd vol te laden. Dit zou een alternatief kunnen zijn voor een aggregaat, mits de energievraag beperkt is.

3.8 Power-to-gas-to-power

Beschrijving: Met power-to-gas (P2G) is een andere naam voor de productie van waterstof-gas met groene elektriciteit middels het elektrolyseproces. Deze waterstof wordt gecomprimeerd en onder hoge druk opgeslagen in een tank. Met gas-to-power (G2P) wordt dit gas weer omgezet in elektriciteit, bijvoorbeeld met een brandstofcel. De combinatie van de twee technieken wordt wel power-to-gas-to-power (P2G2P) genoemd. Als de elektrolyser en de brandstofcel hetzelfde apparaat zijn, wordt ook wel gesproken over reversible power-to-gas.

Bedrijven kunnen een overschot aan zelfopgewekte elektriciteit omzetten in waterstof. Waterstof is eenvoudiger in grote hoeveelheden op te slaan dan elektriciteit. De waterstof wordt weer omgezet in elektriciteit op het moment dat er een tekort is aan elektriciteit. Eventueel kan een overschot aan waterstof verkocht worden, of andersom kan er extra waterstof ingekocht worden.

P2G2P is geschikt voor bedrijven die op veel momenten meer elektriciteit produceren dan ze zelf gebruiken, maar op andere momenten juist niet genoeg zelf produceren. Praktisch gezien komt dit voor bij bedrijven die veel zonnepanelen geïnstalleerd hebben ten opzichte van het eigen verbruik.

Evaluatie: P2G2P is economisch niet rendabel omdat er veel energie verloren gaat en de investeringskosten ook nog eens hoog zijn.

Bij elektrolyse en compressie van de waterstof gaat er zo'n 40-50% van de elektriciteit verloren als warmte. Bij de omzetting van waterstof naar elektriciteit gaat nog eens 40-50% verloren. Netto resteert er dus slechts zo'n 25-35% van de elektriciteit.



De investeringskosten van elektrolyse liggen rond de € 1.000/kW, voor een brandstofcel ligt dit nog hoger. Deze kosten zullen in de toekomst nog wel sterk gaan dalen. De kosten voor een waterstofcompressor, opslag en ontwerp en bouw van de installatie komen er nog bij. Een systeem dat 1.000 kW elektriciteit kan omzetten in waterstof en ook weer 1.000 kW elektriciteit kan leveren kost dus zo'n € 2 à 3 miljoen (Glenk & Reichelstein, 2020).

Combinatie maatregelen: Power-to-gas-to-power lijkt qua werking op een batterij, maar dan met een fors lager rendement en hogere investeringskosten.

3.9 Verwisselbare accu's (bestelwagens)

Beschrijving: De range van logistieke voertuigen kan een belemmering vormen voor het elektrificeren van de voertuigvloot. Wanneer de range niet groot genoeg is om alle werkzaamheden te kunnen uitvoeren dient er tussentijds (bij)geladen te worden. Verwisselbare accu's kunnen een mitigerende maatregel vormen om de range te vergroten.

Wanneer er additionele accu's voorhanden zijn, kunnen deze tijdens het laden en lossen of tijdens pauzemomenten vervangen worden op het depot. De lege accu's worden dan vervangen door volledig opgeladen accu's, waarna er weer elektrisch gereden kan worden. Hierdoor zijn er meer accu's nodig dan voertuigen. De accu's worden los uit het voertuig opgeladen op het depot of direct in het voertuig. De accu's die niet in het voertuig zitten, kunnen op een langzamer tempo geladen worden dan wanneer het voertuig terug komt op het depot. Het verwisselen van een accu duurt in theorie korter dan wanneer het voertuig zelf opgeladen wordt. Door verwisselbare accu's wordt de downtime van elektrische voertuigen verminderd, waardoor er in theorie meer kilometers gemaakt kunnen worden op een dag.

Evaluatie: Verwisselbare accu's voor logistieke voertuigen bevinden zich in de conceptfase. Onder andere Renault (InsideEVs, 2021) en Nio (NIO, 2021) verkennen de opties van batterij verwisselen voor personenauto's en de bijbehorende (publieke) infrastructuur. Enkele pilots met bestelwagens worden uitgevoerd zoals bij TSN Groen (2021). TSN Groen plant om bestaande dieselbestelwagens om te bouwen naar elektrisch met verwisselbare accu's. De wagens zullen uiteindelijk ingezet gaan worden door TSN Groen, maar ook beschikbaar worden voor andere bedrijven.

Verwisselbare accu's zijn niet meegenomen in de definitieve lijst met mitigerende maatregelen. De reden hiervoor is dat de range van elektrische bestelwagens steeds meer toeneemt. Op de korte termijn lijkt het dat permanente accu's in bestelwagens voldoende range zullen hebben om een volledige dag te kunnen rijden zonder te hoeven bijladen. Wanneer de range voor sommige sectoren niet genoeg blijkt, kan tussendoor kort bijladen afdoende zijn om alle werkzaamheden te kunnen uitvoeren. Een additionele reden om de maatregel in dit rapport niet op te nemen is dat voertuigen met verwisselbare accu's nog niet wijd verspreid beschikbaar zijn.

Combinatie maatregelen: Met slim laden kunnen verwisselbare batterijen buiten het voertuig op gunstige momenten en met flexibele snelheid opgeladen worden. Tevens kunnen de batterijen ingezet worden als buffer voor algemene piekmomenten van elektriciteitsvraag binnen het bedrijf.

3.10 Ergens anders (extern) laden

Beschrijving: In Nederland wordt de laadinfrastructuur continue uitgebreid. Hierdoor wordt het mogelijk om op steeds meer locaties te kunnen laden. Met extern laden bedoelen we het laden buiten het bedrijventerrein. In theorie wordt het mogelijk voor logistieke bedrijven om hun voertuigen onderweg, bij de klant of thuis bij de chauffeur te laten laden. Dit kan dus zijn bij een snellaadstation onderweg, tijdens het laden en lossen of na de dienst bij de chauffeur. Voor met name onderweg laden is het van belang dat dit op hoog vermogen gedaan kan worden. Hoe sneller er geladen kan worden, hoe minder werktijd verloren raakt.

Door CE Delft en Districon is onderzocht per bedrijfssector wat de verdeling gaat zijn voor de laadmomenten (%) en de geladen energie (kWh). Afhankelijk van de bedrijfssector laden bestelwagens thuis, onderweg, op het depot of bij de klant. Voor vrachtwagens vindt het merendeel van de laadmomenten van alle sectoren zich af op het depot en wordt ook het grootste gedeelte van de energie (kWh) geladen op het depot (Districon & CE Delft, 2021). Onderweg en bij de klant vormen een relatief beperkt aandeel van de locaties waar er geladen gaat worden door vrachtwagens.

Evaluatie: Bij bestelwagens is het in sommige sectoren, zoals in de bouw, post en pakketten, installatie en facilitair, mogelijk dat er extern geladen gaat worden. Dit heeft voornamelijk te maken met zzp'ers die ingehuurd worden door bedrijven op het bedrijventerrein, waarbij de chauffeurs de voertuigen 's nachts thuis parkeren. Bij vrachtwagens zal voornamelijk op het depot (het bedrijventerrein) geladen gaan worden.

De maatregel ergens anders laden achten wij niet relevant als mitigerende maatregel. Vanuit de interviews voor dit onderzoek kwam naar voren dat bedrijven, waarbij de vestiging op een bedrijventerrein staat, extern laden niet als realistisch beschouwen. Het is voor deze bedrijven onhaalbaar om rekening te houden met de planning en het vertrouwen op de betrouwbaarheid dat er extern geladen kan worden.

Combinatie maatregelen: Voor het extern laden is het van belang dat er externe laadinfrastructuur aanwezig dient te zijn, waarbij voor eventueel snelladen er voldoende vermogen aanwezig moet zijn. Er zijn geen mitigerende maatregelen op het bedrijventerrein die aanhaken op extern laden.

3.11 Hybride voertuigen

Beschrijving: Hybride voertuigen (HEV) beschikken zowel over een elektromotor, een accupakket voor de elektromotor en een fossiele brandstofmotor. Het is mogelijk om de accu direct op te laden via het elektriciteitsnet in de vorm van een plug-in hybride voertuig (PHEV). Er kan alleen met de elektromotor gereden worden waardoor die betreffende kilometers als emissieloos aangeduid kunnen worden. Alle overige kilometers zijn niet zero-emissie. Over het algemeen zijn accu's voor hybride voertuigen kleiner dan volledig elektrische voertuigen. Hierdoor zijn deze voertuigen vaak lichter van gewicht, wat voordelen heeft voor hoeveel lading vervoerd kan worden. Tevens hebben de voertuigen een grotere range doordat er gedeelten van de rit fossiel gereden kunnen worden.

Evaluatie: Hybride en plug-in-vrachtwagens hebben tijdelijk tussen 1 januari 2025 tot 1 januari 2030 toegang tot de nul-emissie-zones in Nederland, als zij daar aantoonbaar en handhaafbaar emissieloos rijden (OpwegnaarZES, 2020). De methode van handhaving hierop wordt momenteel behandeld. Hierdoor is het nog onduidelijk of hybride logistieke vrachtwagens na 2030 de ZE-zones mogen betreden.



Daarnaast gelden dezelfde voorwaarden voor het tijdelijk betreden van de ZE-zones tot 2030 voor Euroklasse 6 diesel voertuigen, waardoor de businesscase voor hybride momenteel nog niet zeker is. Hierdoor hebben we besloten om hybride voertuigen niet op te nemen als mitigerende maatregel in dit onderzoek.

Combinatie maatregelen: HEV's en PHEV's hebben een kleinere accu waardoor het volledig opladen sneller gaat dan met een volledig elektrisch voertuig. Hierbij gaan we er vanuit dat de laadsnelheid ongeveer gelijk ligt tussen de type voertuigen (Scania, 2022). De mitigerende maatregelen die toepasbaar zijn bij volledig elektrische voertuigen zijn ook toepasbaar op hybride voertuigen, maar minder essentieel door het gebruik van kleinere accu's en het kunnen rijden op diesel.

4 Infographic en maatregelen voor logistieke bedrijven

Op de volgende pagina's is het rapport zoals opgesteld voor de logistieke bedrijven opgenomen. Het bevat een introductie over de elektriciteitsinfrastructuur, een infographic over de studie en zes factsheets over zes verschillende maatregelen.

Eén van de maatregelen is een tijdelijke aggregaat. Er is een emissieberekening uitgevoerd tussen de inzet van een aggregaat voor het laden van elektrische trucks of het rijden met dieseltruck. Deze resultaten zijn opgenomen in Bijlage C.






5 Versnellen en ondersteunen




5.1 Belemmeringen

Om het beleid voor versnellen en ondersteunen in kaart te brengen, hebben we ten eerste bepaald welke belemmeringen er zijn om te komen tot mitigerende maatregelen. We hebben niet in brede zin gekeken naar belemmeringen voor de overstap naar elektrische logistiek, maar specifiek naar belemmeringen voor het realiseren van de mitigerende maatregelen. De maatregelen zijn geïdentificeerd gedurende de analyse van de mitigerende maatregelen. Vervolgens zijn deze geclusterd om tot een niet te uitgebreid aantal te komen.

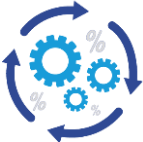


In Paragraaf 5.1.1 beschrijven we de belemmeringen die we hebben geïdentificeerd in het proces voorafgaand aan de elektrificatie van de logistieke voertuigen en die mogelijk ook een belemmering vormen voor de mitigerende maatregelen. In Paragraaf 5.1.2 beschrijven we de specifieke belemmeringen voor mitigerende maatregelen. Voor iedere belemmering is een korte beschrijving van de belemmering en de impact opgenomen en informatie over de impact en kans, oplossing en wie er aan zet is om de oplossing te realiseren.

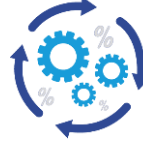


5.1.1 Belemmeringen in proces voorafgaand aan elektrificatie van voertuigen

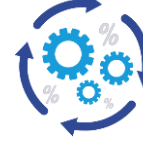


Kennis ontbreekt bij bedrijven over gevolgen elektrificeren van wagenpark		
Elektrificatie van het wagenpark resulteert in onder andere kosten, mogelijk ruimtegebruik, gevolgen voor de operationalisering etc. Een risico is dat bedrijven te weinig zicht hebben op deze effecten. Daarnaast is onzeker wanneer elektrificatie plaats moet vinden in verband met overheidsbeleid en welk type voertuigen het meest geschikt is. Daardoor wordt de overstap in potentieel lastiger en wellicht zelfs onhaalbaar.		
 Impact en kans Midden kans, midden impact	 Oplossing Kennisdeling vanuit branche en netbeheerder, advies vanuit gespecialiseerde bedrijven	 Wie oplossen? Overheid, brancheorganisatie, netbeheerder

Kennis ontbreekt bij bedrijven over de behoefte aan een zwaardere aansluiting en het aanvraagproces van een zwaardere aansluiting op het elektriciteitsnetwerk		
Logistieke bedrijven zijn logischerwijs niet actief bezig met hun elektriciteitsaansluiting, terwijl aanpassing aan de aansluiting vaak nodig is. Te laat of onvoldoende verzwarende aanvragen heeft als gevolg dat er te weinig voertuigen geladen kunnen worden. Daarom is een mogelijke barrière de ontbrekende kennis over de vereiste grootte van de nieuwe aansluiting en het proces bij de netbeheerder hiernaartoe.		
 Impact en kans Midden kans, midden impact	 Oplossing Kennisdeling vanuit branche en netbeheerder, advies vanuit gespecialiseerde bedrijven	 Wie oplossen? Overheid, brancheorganisatie, netbeheerder

5.1.2 Belemmeringen voor het nemen van mitigerende maatregelen

Kennis ontbreekt over de mitigerende maatregelen		
<p>Kennis ontbreekt mogelijk over wat de mitigerende maatregelen zijn, de effectiviteit en de effecten. Als er geen mitigerende maatregel wordt genomen, kan er bij beperkte netcapaciteit niet worden geëlektrificeerd. Bedrijven zullen later elektrificeren en ervaren mogelijk problemen met ZE-zones.</p>		
 <p>Impact en kans Grote kans, midden impact</p>	 <p>Oplossing Kennisdeling vanuit branche en netbeheerder, advies vanuit gespecialiseerde bedrijven</p>	 <p>Wie oplossen? Overheid, brancheorganisatie, netbeheerder</p>

Verkrijgen van extra financiering voor mitigerende maatregelen.		
<p>Mitigerende maatregelen vereisen vaak een investering vooraf. Dit zijn extra investeringen, terwijl de investeringskosten van elektrische voertuigen ook al hoger zijn dan die van dieselveertuigen. Bedrijven zullen geen mitigerende maatregelen treffen als zij de investeringskosten ervan niet kunnen opbrengen.</p>		
 <p>Impact en kans Kleine kans, grote impact</p>	 <p>Oplossing Investeringssubsidie, goedkope lening, huur van mitigerende maatregel</p>	 <p>Wie oplossen? Overheid, brancheorganisatie, netbeheerder</p>

Hogere energiekosten mitigerende maatregelen dan energie uit elektriciteitsnetwerk		
<p>De hogere kosten zijn een mogelijke belemmeringen om de overstap te maken. Vaak zal het echter nog steeds wenselijk of vereist zijn om over te stappen op elektriciteit. Mogelijk wordt de concurrentiepositie wel verslechterd ten opzichte van bedrijven die geen mitigerende maatregelen hoeven te treffen.</p>		
 <p>Impact en kans Midden kans, grote impact</p>	 <p>Oplossing Investeringssubsidie, goedkope lening, huur van mitigerende maatregel</p>	 <p>Wie oplossen? Overheid, brancheorganisatie, netbeheerder</p>

Bedrijven weten onvoldoende van elkaar waar knelpunten zitten en waar kansen liggen om samen te werken

Bedrijven hebben op energetisch gebied verschillende knelpunten en kunnen elkaar daar mogelijk in helpen, zoals zicht in het type energiegebruik, energieprofiel en ruimte. Dit is een potentiële belemmering voor collectieve oplossingen, waardoor collectieve mitigerende maatregelen mogelijk niet worden gerealiseerd.

<p>Impact en kans Midden kans, midden impact</p>	<p>Oplossing Kennisdeling vanuit branche en netbeheerder, samenwerking tussen bedrijven (mogelijk met overheid als verbinder)</p>	<p>Wie oplossen? Overheid, brancheorganisatie, terreinexploitant, logistieke bedrijven</p>

Er zijn geen bedrijven beschikbaar met een complementair energieprofiel om energievraag te bundelen

Collectieve oplossingen kunnen het beste tussen bedrijven met een verschillend energieprofiel. Dit kunnen logistieke bedrijven zijn of uit een andere sector. Als deze bedrijven niet in de buurt gevestigd zijn, hebben collectieve maatregelen minder potentieel.

<p>Impact en kans Midden kans, midden impact</p>	<p>Oplossing Goed inzicht in energieprofielen van andere bedrijven, niet-collectieve mitigerende maatregelen</p>	<p>Wie oplossen? Bedrijven, terreinexploitant, gemeente</p>

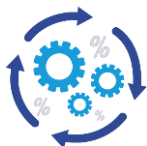
Logistieke planning komt in het geding door het moeten (bij)laden van elektrische voertuigen

Bedrijven zien dit als een mogelijk risico, al blijkt ook vaak dat deze belemmering een kleine kans heeft. Laden terwijl voertuigen gebruikt worden, beperkt de inzetbaarheid. Dit is een barrière voor de overstap naar elektrische logistiek. Sommige mitigerende maatregelen kunnen een additionele impact op de planning hebben.

<p>Impact en kans Lage kans, midden impact</p>	<p>Oplossing Goede voorlichting en begeleiding, analyse van benodigde laadvraag, grotere accucapaciteit</p>	<p>Wie oplossen? Ondersteunende bedrijven, leveranciers laadpalen</p>

Onvoldoende fysieke ruimte, of toestemming (huur van het pand), voor het implementeren van fysieke maatregelen; zoals een batterij, eigen productie of grote laadstations

Als er onvoldoende ruimte is, of geen toestemming voor gebruik van ruimte, kunnen sommige mitigerende maatregelen niet gerealiseerd worden. Dit vereist de aankoop van nieuwe grond, nemen van andere maatregelen of maatregelen buiten (eigen) terrein.



Impact en kans

Midden kans,
grote impact



Oplossing

Kennis voor eigenaar, collectieve voorzieningen,
aankoop grond, dwingendere regelgeving (zon op dak).

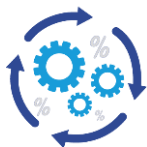


Wie oplossen?

Logistieke bedrijven,
terreinexploitant, gemeente

Tarieven zijn nog niet geschikt voor collectieve en flexibele maatregelen

De netwerktarieven zijn nu nog niet geschikt voor sommige collectieve en flexibele mitigerende maatregelen. Daardoor zijn ze niet uitvoerbaar (of alleen in pilots) of kennen ze extra kosten, waardoor ze minder aantrekkelijk zijn.



Impact en kans

Grote kans,
midden impact



Oplossing

Aanpassing van tariefstructuren door netbeheerder,
in afstemming met marktpartijen



Wie oplossen?

Netbeheerder, samen met
markt, rijksoverheid, ACM

5.2 Ondersteunen en versnellen van mitigerende maatregelen

In dit hoofdstuk lichten we de vastgestelde beleidsmaatregelen toe. In Paragraaf 5.1 zijn verschillende belemmeringen besproken voor het nemen van mitigerende maatregelen. Voor deze belemmeringen hebben we verschillende beleidsmaatregelen in kaart gebracht die de barrières wegnemen of verlagen. In samenspraak met de begeleidingsgroep en drie geïnterviewde overheidspartijen zijn de meest kansrijke beleidsmaatregelen vastgesteld.

We richten ons daarbij specifiek op beleid voor mitigerende maatregelen. We concluderen dat er noodzaak is voor een snelle en grootschalige aanpak van de netcongestieproblematiek om de zero-emissie-doelstellingen voor logistiek te behalen. In Paragraaf 5.2.1 beschrijven we daarom drie belangrijke voorwaarden voor het beleid. In Paragraaf 5.2.2 beschrijven we vier beleidsrichtingen die we als een belangrijke vereiste zien voor een grootschalige uitrol van mitigerende maatregelen. In Paragraaf 5.2.3 bespreken we diverse beleidsmaatregelen die kunnen bijdragen aan het nemen van mitigerende maatregelen, maar vanwege uiteenlopende redenen eerst verder onderzocht moeten worden.

5.2.1 Voorwaarden voor effectief beleid voor mitigerende maatregelen

Waarom is er noodzaak voor beleid?

De elektrificatie van de logistiek kent een relatief lange doorlooptijd. Bedrijven moeten een intern proces doorlopen om een visie te vormen, leveranciers zoeken, financiering verkrijgen, een netaansluiting aanvragen, mogelijk subsidie aanvragen en vervolgens daadwerkelijk de voertuigen in infrastructuur aanschaffen en in bedrijf nemen. De voorverkenning kan al één tot anderhalf jaar duren en de levertijd van voertuigen is nu zes tot acht maanden. Een netaansluiting realiseren kan tot één jaar duren als er netcapaciteit beschikbaar is. Als er netverzwaring gerealiseerd moet worden kan dit twee tot tien jaar duren. In het laatste geval kunnen mitigerende maatregelen uitkomst bieden, maar ook dit proces vereist tijd. Het proces voor het nemen van mitigerende maatregelen kan parallel met de aanschaf van het voertuig uitgevoerd worden, maar vereist mogelijk extra doorlooptijd door de onbekendheid van de verschillende opties.

Bedrijven kunnen in principe op eigen tempo elektrische voertuigen aanschaffen. Maar vanaf 2025 worden in verschillende Nederlandse steden ZE-zones voor logistiek ingevoerd. In de periode 2025 tot 2030 wordt van steeds meer voertuigen geëist dat ze zero emissies moeten zijn om uiteindelijk in 2030 alleen nog ZE-voertuigen toe te staan. Netcongestie kan een zeer significante barrière zijn die deze overstap in de weg staat. De oorzaak van netcongestie is weliswaar technisch van aard, maar netcongestie heeft ook impact op de beeldvorming bij bedrijven en daarmee hoe bedrijven denken en acteren. Batterij-elektrische voertuigen worden mogelijk niet langer als optie gezien, als netcongestie een onoverkomelijke barrière blijkt te zijn.

Voor de realisatie van volledig elektrische stadslogistiek is 2025 dus al krap als alle bedrijven nu beginnen. Als veel bedrijven de komende jaren niet deze stap maken, zal 2030 ook krap kunnen worden. De urgentie om snel met elektrische logistiek en, waar nodig, mitigerende maatregelen te starten is hoog. Veel logistieke bedrijven hebben daarnaast de behoefte om de werking van mitigerende maatregelen eerst in de praktijk aangetoond te zien. Daarom heb je koplopers nodig die laten zien hoe maatregelen werken, zodat andere bedrijven hiervan kunnen leren en vertrouwen krijgen in mitigerende maatregelen.

Logistieke bedrijven die actief zijn in de toekomstige ZE-zones moeten snel aan de slag. ZE-zones zijn namelijk een bindende verplichting en elektrificatie raakt het primaire bedrijfsproces. Andere verduurzamingsstappen, zoals de verduurzaming van ruimteverwarming of plaatsen van zonnepanelen, zijn nu nog niet verplicht. Netcongestie is daar zeker ook een belemmering, maar een bedrijf kan ervoor kiezen om de maatregel niet te nemen zonder dat de bedrijfsvoering direct in gevaar komt. De noodzaak voor de aanpak van congestie is breder dan de logistieke sector, maar raakt de logistiek wel heel direct en met een verplichtend karakter vanwege de invoering van de ZE-zones. Voor effectief beleid identificeren we drie voorwaarden voor de ontwikkeling en implementatie.

Voorwaarden voor beleid: integraliteit, stakeholders en urgentie

We identificeren drie voorwaarden voor beleid voor mitigerende maatregelen:

1. Een **integrale** benadering van mitigerende maatregelen en in de combinatie met elektrische logistiek en de verduurzamingsmaatregelen op de bedrijfslocatie.
2. Alle **stakeholders** dienen betrokken te worden.



3. De **urgentie** is hoog en parallel aan een nationale aanpak dienen er snel stappen gemaakt te worden.

Een integrale benadering

Voor mitigerende maatregelen moeten verschillende barrières weggenomen worden en beleidsmaatregelen vastgesteld worden. Een integrale benadering van de uitdagingen maakt het mogelijk om het totaalbeeld te overzien, meerdere barrières gelijk te adresseren, kennis te verdiepen en koppelkansen volledig te benutten. Voor laadinfrastructuur is dit bijvoorbeeld in de NAL vormgegeven. De afstemming met elektrische logistiek en verduurzaming op de bedrijfslocatie is ook essentieel. Het koppelen van verschillende doelen is een risico op vertraging vanwege het grotere aantal belangen en stakeholders, maar kan ook extra bijdragen en kansen creëren. De verduurzaming op de bedrijfslocatie biedt kansen in samenwerking met bijvoorbeeld een energiehub, slim laden of een ongegarandeerde aansluiting. Een voorbeeld van een positief effect in de uitwerking kan zijn dat mitigerende maatregelen een integraal onderdeel worden van het stimuleringsmechanisme voor elektrische logistiek.

Stakeholders betrekken

Het betrekken van alle stakeholders is essentieel om te komen tot gedragen beleidsmaatregelen die aansluiten bij de behoeftes. Belangrijke stakeholders zijn de Topsector Logistiek en Energie, ministeries van I&W en EZK, provincies en gemeenten, de netbeheerders en Elaad, (logistieke) bedrijven en brancheverenigingen. Eén partij dient de regie te nemen om de beleidsmaatregelen te overzien, te initiëren, een actieplan op te stellen, af te stemmen met stakeholders en de voortgang te bewaken. De NAL lijkt ons hiervoor een geschikte partij.

Urgentie is hoog, start daarom parallel

Een integrale en multi-stakeholderaanpak is belangrijk maar kan veel tijd vergen. Het is essentieel dat een nationaal traject snel doorlopen wordt vanwege de krappe tijdslijn van de realisatie van elektrische logistiek. Het nationale beleid kan aangesloten worden of vallen onder bestaande programma's waardoor hopelijk de doorlooptijd verkort kan worden. Parallel kunnen al eerder (lokaal) acties ondernomen worden, onder andere om al praktijkkennis te ontwikkelen. Er kunnen pilots worden gestart, waarbij wel later geborgd moet worden in de nationale aanpak dat deze kennis breed en goed gedeeld wordt.

5.2.2 Aanbevolen beleidsmaatregelen

Ten eerste is het belangrijk om zoveel mogelijk te voorkomen dat mitigerende maatregelen vereist zijn. Netverzwaring is (bijna) altijd maatschappelijk optimaal. De netbeheerders hebben de taak om netverzwaring zo snel mogelijk uit te voeren. De logistieke bedrijven hebben een verantwoordelijkheid om de toekomstige laadvraag zo goed mogelijk in kaart te brengen, tijdig te communiceren met de netbeheerder en tijdig een netaansluiting aan te vragen. De nationale overheid moet met wet- en regelgeving de processen van netverzwaring zo veel mogelijk versnellen. Voorkomen van congestie blijft beter dan genezen met mitigerende maatregelen.

Ook dan blijven mitigerende maatregelen nodig in gebieden met congestie. We adviseren vier concrete oplossingsrichtingen om te komen tot een snelle ontwikkeling en grootschalige implementatie van mitigerende maatregelen:



1. Kennisontwikkeling over mitigerende maatregelen door deze toe te passen in een koplopersprogramma en kennis uit te dragen.
2. Ondersteuning in de onderzoekende fase richting mitigerende maatregelen voor bedrijven door middel van een adviseur.
3. Hervorming regelgeving en netwerkstariefstructuur voor flexibele en collectieve oplossingen.
4. Verbeterde inzichten in congestie per gebied en de ontwikkeling in de tijd voor beleid voor mitigerende maatregelen.

Voor iedere maatregel geven we een beschrijving, de vereiste acties van de verschillende stakeholders en eventuele aandachtspunten.

Maatregel 1: Kennisontwikkeling over mitigerende maatregelen in koplopersprogramma en uitdragen van deze kennis

De mitigerende maatregelen zijn technisch allemaal mogelijk. Er zijn soms nog belemmeringen in bijvoorbeeld regelgeving en tarieven, maar er is vooral veel meer praktijkervaring nodig. Voor logistieke bedrijven is juist ook deze praktijkkennis essentieel omdat de impact van elektrische logistiek en zeker mitigerende maatregelen nu nog voor veel bedrijven onzeker en onbekend is. Deze onzekerheid is een belangrijke belemmering om mitigerende maatregelen te gaan onderzoeken en vervolgens te nemen.

We stellen daarom een koplopersprogramma voor met kennisdeling, bestaande uit deze drie onderdelen:

1. Koplopersprogramma met financiering voor pilots met mitigerende maatregelen.
2. Ontwikkelen van expertisecentrum dat bedrijven actief benadert en functioneert als helpdesk over de elektrificatie van de logistiek, congestie, mitigerende maatregelen en procedures en vergunningen.
3. Ondersteunend digitaal kennisplatform, bijvoorbeeld via de NAL-website.

We verwachten dat het ongeveer één jaar duurt om dit programma op te zetten. Het ontwikkelen van de projecten bij de koplopers zal ook ongeveer één jaar vergen. Hierdoor zijn dus wel pas na ongeveer drie jaar de eerste concrete resultaten te verwachten, dus pas eind 2025. Dit betekent dat voor de realisatie van ZE-zones deze tijdslijn nu al krap is. Vervolgens bestaat dus de kans dat een groot gedeelte van de logistieke bedrijven pas na de realisatie van praktijkkennis in 2025 pas mitigerende maatregelen zal nemen.

Tabel 1 - Beleidsmaatregel kennisontwikkeling en -deling

Beleidsmaatregel	Kennisontwikkeling in een koplopersprogramma en kennisdeling
Belemmering	Bepaalde kennis over noodzaak en werking mitigerende maatregelen en gebrek aan specifieke praktijkervaring.
Activiteiten	Opzetten programma, realiseren projecten, kennis genereren, financiering voor pilots, ontwikkelen expertisecentrum.
Rol overheid	De overheid kan initiator zijn van deze maatregel. Onderliggende gremia zoals gemeentes, provincies en NAL-regio's maar ook brancheverenigingen kunnen een verbindende functie krijgen met logistieke bedrijven.
Rol logistieke bedrijven	Er zijn koplopers vereist om pilots op te zetten. Daarnaast is betrokkenheid en een gevoel van urgentie vereist bij de andere bedrijven om deze kennis ook daarna snel te gaan gebruiken.

Maatregel 2: Ondersteuning voor (logistieke) bedrijven in de onderzoekende fase richting mitigerende maatregelen door middel van een adviseur

Mitigerende maatregelen vallen niet onder de standaard werkzaamheden van logistieke bedrijven. Er is relatief veel uitzoekwerk vereist om te bepalen welke mitigerende maatregelen geschikt en zinvol zijn voor het bedrijf, wat vereist is om de maatregel te realiseren en wat de effecten zullen zijn na de realisatie. Deze onderzoekende fase is belangrijk, maar er is een risico dat bedrijven deze niet zullen doorlopen omdat de baten van mitigerende maatregelen onzeker zijn en de onbekendheid groot.

De overheid kan hierop inspelen door een adviseur aan te wijzen, specifiek gericht op deze verkennende fase bij logistieke bedrijven. Een mogelijke vorm is dat deze adviseur wordt aangeboden door de overheid of de netbeheerder. Vanuit de overheid zou dit kunnen via bijvoorbeeld de NAL. Er bestaat nu al een 'vliegende brigade' onder de NAL ter ondersteuning van de realisatie van laadinfrastructuur voor NAL-regio's en gemeentes, welke verder uitgebreid kan worden (NAL, 2022). De netbeheerder kan ook aangewezen worden om een adviseur aan te bieden. De logica daarachter is dat netbeheerder immers geen aansluiting kan realiseren, dus er kan beargumenteerd worden dat zij ook een rol moeten spelen in het realiseren van mitigerende maatregelen. Het grootste nadeel daarvan is echter dat dit extra werk toevoegt voor de netbeheerders, terwijl het huidige werkpakket van netverzwaring al niet gerealiseerd kan worden. Een andere mogelijkheid is dat bedrijven een subsidie krijgen voor het inhuren van een adviseur. Zij kunnen dan zelf een partij benaderen.

Het is belangrijk dat de kennis van deze adviseur goed wordt opgenomen binnen het bedrijf en dat het bedrijf ook daadwerkelijk eigenaarschap neemt over de uiteindelijke mitigerende maatregelen. Het bedrijf moet dus ontzorgd worden maar niet volledig ontzien. Het moet zelf een rol nemen in de ontwikkeling zodat de kennis geborgd wordt binnen de organisatie.

Tabel 2 - Beleidsmaatregel ondersteuning onderzoekende fase

Beleidsmaatregel	Ondersteuning in onderzoek naar mitigerende maatregel
Belemmering	Beperkte kennis over mitigerende maatregelen en onzekerheid over toegevoegde waarde om de maatregelen verder te onderzoeken.
Activiteiten	Verstrekken van subsidie voor adviseur of direct een adviseur aanbieden, analyse van geschiktheid mitigerende maatregelen voor het bedrijf.
Rol overheid	De overheid kan financiering voorzien voor de adviseurs of deze direct aanwijzen. Eventueel kan het de netbeheerder verzoeken of verplichten deze adviezen ook te leveren.
Rol logistieke bedrijven	Bedrijven moeten ten eerste geïnteresseerd zijn in deze mitigerende maatregelen. Daarnaast is het van belang dat zij zelf actief betrokken zijn in het proces met de adviseur zodat de kennis geborgd wordt in de organisatie en eigenaarschap van de maatregelen wordt gecreëerd.

Maatregel 3: Hervorming regelgeving en netwerkstariefstructuur voor flexibele en collectieve mitigerende maatregelen

De huidige regelgeving en nettarieven zijn niet geschikt voor de mitigerende maatregelen ‘ongegarandeerde aansluiting’ en ‘virtuele energiehub’. In de huidige regelgeving mogen deze tarieven simpelweg niet. Met de invoering van de nieuwe Energiewet worden hopelijk de wettelijke beperkingen weggenomen. De ongegarandeerde aansluiting vereist als het goed is alleen een wijziging in de regelgeving, want de nieuwe Energiewet voorziet in de vereiste aanpassingen (Ministerie van EZK, 2022). Voor de energiehub blijven er echter mogelijk beperkingen bestaan die nog weggenomen moeten worden, voornamelijk over de onderlinge financiën tussen partijen. Na het vaststellen van de Energiewet, wat eind 2022 wordt verwacht, is duidelijk welke beperkingen er nog blijven.

Voor het creëren van nieuwe tarieven zijn in het algemeen aanpassingen vereist in de Netcode elektriciteit (ACM, 2022b) en de Tarieencode elektriciteit (ACM, 2022a) Deze aanpassingen worden gedaan door de ACM, gebaseerd op voorstellen van de gezamenlijke netbeheerders. De netbeheerders dienen dus eerst met de markt en elkaar onderling een uniform beeld te vormen over een nieuw tarief. Vervolgens wordt hun voorstel beoordeeld door de ACM en kan het geïmplementeerd worden. Het proces bij de ACM duurt ongeveer een half tot één jaar.

De ongegarandeerde netaansluiting is al langer onderwerp van gesprek en wordt in de nieuwe Energiewet dus mogelijk gemaakt. De virtuele koppeling van aansluitingen tot één energiehub is nog minder onderdeel van het publieke debat. Wel zijn er pilots zoals CLIC, waarin wordt geëxperimenteerd met zo’n energiehub en de vereiste netwerkstarieven daarvoor (Essent, 2022).

Om nieuwe tariefproducten te realiseren is er een behoefte vanuit de markt en/of de netbeheerder nodig. Vervolgens gaan de netbeheerders onderling in gesprek en met de markt om tot goede tariefontwerpen te komen. Deze zullen worden getest voordat ze geïmplementeerd worden. De netbeheerders moeten onderling overeenstemming vinden voor het tarief gerealiseerd kan worden, wat vaak niet eenvoudig is. Ook bij de ongegarandeerde netaansluiting is deze overeenstemming nog niet gerealiseerd. Dit kan resulteren in vertraging. Een belangrijke stap van de bedrijven is om de noodzaak voor nieuwe tarieven duidelijk te maken, informatie te delen met de netbeheerder, mee te werken aan pilots en te lobbyen bij de politiek.

Tabel 3 - Beleidsmaatregel nieuwe regelgeving en netwerkstarieven

Beleidsmaatregel	Nieuwe regelgeving en nettarieven voor flexibele en collectieve mitigerende maatregelen
Belemmering	Regelgeving en tarieven zijn niet geschikt voor flexibele en collectieve maatregelen.
Activiteiten	Aanpassing regelgeving, uniformiteit creëren over nieuwe tarieven, pilots voor aanpassing tarieven, indienen tariefvoorstel bij ACM, beoordeling ACM.
Rol overheid	De overheid moet ten eerste zorgen dat de wet- en regelgeving de maatregelen mogelijk maakt. Daarnaast heeft het een rol in het realiseren van uniformiteit tussen de netbeheerders onderling en met de markt. De overheid kan meer aandringen op een versnelling van dit proces, vooral tussen de netbeheerders onderling.
Rol logistieke bedrijven	Bedrijven (naar verwachting via brancheverenigingen) moeten aangeven aan welke tarieven ze behoefte hebben en onderdeel zijn van het ontwerpproces om tot die tarieven te komen. Onderdeel daarvan is het uitvoeren van pilots met de netbeheerders.
Rol netbeheerders	De ideeën voor tarieven zijn er. De netbeheerders zijn aan zet en moeten met de markt, de overheid en de ACM zo snel mogelijk de tarieven realiseren.



Maatregel 4: Verbeterde inzichten in verwachte congestie per gebied ten behoeve van beleid voor mitigerende maatregelen

De netbelasting en de netcapaciteit groeien in de toekomst. Voor het vormen van beleid door de nationale overheid, provincies en gemeentes is inzicht in de problematiek en de ontwikkeling in de tijd essentieel. Er kunnen dan aandachtsgebieden bepaald worden, zoals regio's waar de problemen het urgentst zijn of het langst zullen blijven bestaan. Het beleid rond mitigerende maatregelen wordt daarmee beter, wat er ook in zal resulteren dat er meer bedrijven wel aangesloten kunnen worden op het elektriciteitsnetwerk. De openbaar beschikbare informatie rondom congestie is nu nog beperkt, zoals bleek toen vrijwel alle partijen werden overvallen door de congestie-aankondiging van TenneT voor de provincies Noord-Brabant en Limburg.

De netbeheerders hebben allen modellen die de toekomstige belasting voorspellen en koppelen aan de huidige netcapaciteit. Deze modellen worden steeds verder uitgebreid en zullen steeds meer inzichten bieden. De plannen voor netuitbreiding kunnen gekoppeld worden met de prognoses om zo dynamisch weer te geven hoe de congestie zich ontwikkelt. Voor overheden wordt het steeds belangrijker om vooruit te kunnen kijken, beleid te vormen en bedrijven te informeren op dit onderwerp. Hiervoor is informatie over de te verwachten congestie belangrijk.

De informatie van de netbeheerders kan vertrouwelijk, gevoelig en onzeker zijn. Deze hoeft dus ook niet publiekelijk met alle bedrijven gedeeld te worden, maar moet naar onze mening beter beschikbaar zijn voor overheden om als informatiebron te gebruiken. De overheid moet de informatiebehoefte op nationaal en regionaal niveau eerst goed in kaart brengen. De netbeheerders kunnen dan deze informatie realiseren en periodiek delen. De netbeheerders kunnen deze ontwikkelingen naar verwachting binnen één tot drie jaar realiseren.

Tabel 4 - Beleidsmaatregel inzicht in congestie

Beleidsmaatregel	Verbeter inzicht in congestie per gebied in de tijd
Belemmering	Beperkt inzicht in de ontwikkelingen van congestie voor toegespitst beleid.
Activiteiten	Informatiebehoefte in kaart brengen, ontwikkelen rekenmodellen bij netbeheerders, dynamisch informatie delen met rijksoverheid, gemeentes en provincies.
Rol overheid	De overheid moet aandringen bij de netbeheerders om deze inzichten te realiseren en te ontsluiten. De overheid is verantwoordelijk voor het in kaart brengen van de exacte kennisbehoefte.
Rol netbeheerders	De netbeheerders zijn verantwoordelijk voor het ontwikkelen van de rekenmodellen en voor het delen van de informatie.

5.2.3 Verder te onderzoeken beleidsmaatregelen

In dit onderzoek zijn er nog verschillende andere beleidsmaatregelen geanalyseerd waarvan wij van mening zijn dat additioneel onderzoek vereist is. Deze maatregelen worden hierna toegelicht met de voornaamste reden waarom we denken dat eerst additioneel onderzoek vereist is, voordat ze geïmplementeerd worden.

1. **Subsidie voor mitigerende maatregelen:** In deze studie concluderen we dat bijna alle mitigerende maatregelen leiden tot hogere kosten. Dit feit alleen betekent niet direct dat subsidie nodig is. Ten eerste moeten kosten van de subsidie afgewogen worden tegen de kosten van netverzwaring en eventuele maatschappelijke kosten van niet-tijdige netverzwaring. Netverzwaring is namelijk altijd de meest voordelige optie, maar dus niet altijd tijdig beschikbaar. Daarnaast zijn de mitigerende maatregelen enorm divers. Ze verschillen qua type oplossing, techniek, huur of koop, winstgevendheid en tijdelijkheid of permanente oplossing. Een eenduidige subsidie is daarom niet eenvoudig te realiseren. Daarnaast moet de subsidie alleen landen op locaties waar ook echt congestie is. Er zijn ons inzien te veel overwegingen om nu al subsidie op mitigerende maatregelen te adviseren. Dit neemt niet weg dat voor bedrijven die verplicht moeten overstappen op elektrische logistiek, dit wel betaalbaar moet blijven en niet marktverstrend moet werken.
2. **Zekerheid voor bedrijven door duidelijkere visie over ZE-zones, verduurzamingsrichting logistiek en mitigerende maatregelen:** Logistieke bedrijven hebben een bepaald niveau van zekerheid nodig over beleid en de toekomstige ontwikkelingen om elektrische logistiek en mitigerende maatregelen te onderzoeken en te nemen. Door sommige partijen worden er nog onzekerheden ervaren over de verduurzamingsrichting van de logistiek, de exacte regels en monitoring van ZE-zones en regels rond mitigerende maatregelen. Het is belangrijk dat de regels duidelijk zijn voor iedereen. Het is ons niet duidelijk in hoeverre bedrijven de regels niet duidelijk vinden en daarom is dit niet geadviseerd als losse maatregel. Deze informatie kan ook binnen een nationaal programma goed gedeeld worden.
3. **Aanbestedingen publieke laadinfra als basisnetwerk op bedrijventerreinen:** Er wordt gewerkt aan (snel)laadinfrastructuur langs snelwegen voor logistiek. De noodzaak voor een publiek basisnetwerk op bedrijventerreinen is nog onvoldoende aangetoond om overheidsingrijpen te verantwoorden. Publieke laadinfra kan elektrische logistiek faciliteren en als standaard- of back-up-laadmogelijkheid functioneren. Echter vereist het ook ruimte en een claim op de schaarse netcapaciteit. Verder onderzoek naar de noodzaak voor aanbestedingen voor publieke laadinfra is vereist.
4. **Uitvoerende en participerende rol netbeheerder in realiseren mitigerende maatregelen:** Netbeheerders kunnen een actievere rol nemen in het realiseren van mitigerende maatregelen op bedrijventerreinen door tenders uit te zetten of actiever in te zetten op een congestiemarkt¹⁰ in de gebieden. Hiermee kan congestie verlicht worden. De nieuwe Energiewet en het recente codebesluit congestiemanagement zullen de netbeheerders hier meer mogelijkheden in en verplichtingen voor geven. Eerst dient ervaring opgedaan te worden met hoe deze regelgevingswijzigingen doorwerken, voor additionele beleidsadviezen gegeven kunnen worden. De wetgeving kan later eventueel uitgebreid worden. De netbeheerders kunnen de mogelijkheid krijgen zelf ook mitigerende maatregelen te nemen, zoals het plaatsen én operationaliseren van batterijen.
5. **Leningen voor groene investeringen:** Een fonds van de overheid kan voorzien in de investeringskosten voor elektrische logistiek en mitigerende maatregelen. Hierbij kan aangesloten worden bij bestaande fondsen die leningen tegen aantrekkelijke voorwaarden verstrekken aan bedrijven. De noodzaak voor zo'n fonds moet verder onderzocht worden maar de noodzaak lijkt op dit moment niet erg groot.

¹⁰ Een congestiemarkt is een markt waarin netbeheerders gebruikers betalen om hun energiegebruik aan te passen en zo congestie op te lossen. De huidige systematiek in Nederland heet GOPACS: <https://www.gopacs.eu/>



6. **Nationale afspraken over gebruik gebouw door huurder:** Er zijn signalen van huurders die bijvoorbeeld zonnepanelen willen plaatsen maar moeilijk tot overeenstemming komen met de verhuurder. Met de overstap naar elektrische logistiek en het nemen van mitigerende maatregelen bestaat de kans dat deze problemen ook ontstaan of toenemen. Als deze problemen ontstaan dient actie ondernomen worden, bijvoorbeeld door op nationaal niveau hier afspraken over te maken in een convenant of regels over op te stellen.
7. **Publieke ruimte reserveren voor collectieve voorzieningen:** Als collectieve mitigerende maatregelen een belangrijke bijdrage kunnen leveren, is het van belang dat hiervoor ruimte beschikbaar is. Een voorbeeld kunnen publieke collectieve laadpleinen zijn via een aanbesteding, zoals toegelicht in Beleidsmaatregel 3. Ruimte op bedrijventerreinen is vaak schaars en ook vereist voor nieuwe bedrijven en de verzwaring van elektriciteitsinfrastructuur. Het is echter nog onzeker of het reserveren van publieke ruimte hiervoor nu al nodig is. Gemeenten en provincies hebben vaak beperkte grondposities op bedrijventerreinen. Eventueel moet er daarom grond worden aangekocht voor publieke mitigerende maatregelen.
8. **Mogelijkheden ontwikkelen voor dubbel ruimtegebruik:** Dubbel ruimtegebruik draagt bij aan een effectief gebruik van de (publieke) ruimte. Ruimtegebrek wordt niet gezien als een van de belangrijkste belemmeringen voor mitigerende maatregelen en daarom is het niet urgent voor dat doel om intensief in te zetten op dubbel ruimtegebruik.

6 Conclusies

In opdracht van Stichting Connekt en de Nationale Agenda Laadinfrastructuur heeft CE Delft dit onderzoek uitgevoerd naar mitigerende maatregelen voor elektrische logistiek. Er zijn zes mitigerende maatregelen uitgewerkt met concrete informatie voor logistieke bedrijven over voorwaarden, effecten, kosten en voorbeelden. In de tweede fase zijn de belemmeringen voor de mitigerende maatregelen in kaart gebracht en het beleid dat de mitigerende maatregelen kan ondersteunen en versnellen.

Mitigerende maatregelen zijn urgent nodig voor het bereiken van de verduurzamingsdoelen

Netcongestie is snel een van de belangrijkste barrières aan het worden voor de verduurzaming van de logistieke sector. Recent heeft TenneT congestie aangekondigd voor de volledige provincies Noord-Brabant en Limburg en ook op veel andere plekken is het elektriciteitsnetwerk vol. De logistieke sector staat voor een grote opgave om vanaf 2025 de overstap te maken op elektrische voertuigen vanwege de invoering van de zero-emissiezones. Zonder mitigerende maatregelen zal voor veel bedrijven de overstap naar elektrische voertuigen niet mogelijk zijn. 2025 is echter al snel. De tijdslijn is krap voor de ontwikkeling van overheidsbeleid, de vereiste ontwikkeling van praktijkkennis over mitigerende maatregelen en het grootschalig realiseren van mitigerende maatregelen.

Mitigerende maatregelen zijn technisch haalbaar maar er zijn nog belemmeringen

De mitigerende maatregelen zijn op dit moment technisch haalbaar, sommige worden zelfs al jaren toegepast. De uitdagingen en belemmeringen zijn vooral financiële, kennis en organisatorische aspecten en op het gebied van regelgeving en nettarieven. Het is bijvoorbeeld een belemmering dat bedrijven onvoldoende kennis van mitigerende maatregelen hebben en praktijkkennis ontbreekt om op de maatregelen te vertrouwen. Ook zijn de kosten van mitigerende maatregelen vaak hoger dan de kosten van stroom uit het elektriciteitsnetwerk. Een ander voorbeeld is dat bedrijven te weinig weten over omliggende bedrijven om samenwerkingskansen te identificeren. Het voordeel is dat veel van deze belemmeringen met beleid op te lossen zijn en dus versnelling mogelijk is.

Beleidsmaatregelen voor ondersteunen en versnellen van mitigerende maatregelen

Om mitigerende maatregelen te ondersteunen is gericht overheidsbeleid nodig.

We identificeren drie belangrijke voorwaarden voor effectief beleid:

1. Een **integrale benadering** van beleid rond mitigerende maatregelen in combinatie met elektrische logistiek en de verduurzamingsmaatregelen op de bedrijfslocatie. Een gesplitste aanpak is niet effectief en mist koppelkansen.
2. Alle **stakeholders** dienen betrokken te worden. Het gaat dan om de Topsector Logistiek en Energie, ministeries van I&W en EZK, de netbeheerders, (logistieke) bedrijven, brancheverenigingen, etc. Eén partij dient de regie te nemen om een actieplan op te stellen, af te stemmen met stakeholders en de voortgang te bewaken. De NAL lijkt ons hiervoor een geschikte partij.

3. Op **meerdere niveaus** tegelijk moeten stappen gezet worden. Parallel aan een nationale aanpak kunnen lokaal al eerder pilots gestart worden. Deze pilots kunnen het nationale niveau voeden. Het beleid laten aansluiten bij bestaande initiatieven kan versnellend werken.

In de studie worden vier beleidsmaatregelen geadviseerd. Daarnaast zijn acht andere beleidsmaatregelen geïdentificeerd die verder onderzocht dienen te worden op wenselijkheid en/of haalbaarheid. De vier geadviseerde oplossingsrichtingen zijn:

1. Kennisontwikkeling over mitigerende maatregelen in een koploperprogramma en kennisdeling door het vormen van een expertisecentrum en digitaal kennisplatform.
2. Ondersteuning voor logistieke bedrijven in hun onderzoek naar mitigerende maatregelen door een adviseur.
3. Hervormingen van regelgeving en netwerktarieven om collectieve en flexibele mitigerende maatregelen mogelijk te maken.
4. Additioneel inzicht in de ontwikkelingen van congestie per locatie in de tijd zodat er effectief beleid voor mitigerende maatregelen gevormd kan worden.

Verschillende beleidsmaatregelen kunnen mitigerende maatregelen verder versnellen, maar dienen verder onderzocht te worden. Een juiste vormgeving van een subsidiemechanisme moet verder uitgedacht worden vanwege de grote diversiteit in de maatregelen qua techniek, qua andere verdienmodellen, qua tijdelijkheid en qua aanschaf (huur of koop). Andere mogelijke maatregelen zijn onder andere aanbestedingen voor laadinfrastructuur op bedrijventerreinen, een actievere rol voor de netbeheerder in de realisatie van mitigerende maatregelen en meer zekerheid over de beleidsrichting. De genoemde maatregelen kunnen onderdeel zijn van of verder onderzocht worden binnen een nationaal actieplan.

Zes mitigerende maatregelen die perspectief bieden

Zes maatregelen zijn uitgewerkt in factsheets die aansluiten bij de kennisbehoefte van logistieke bedrijven. De factsheets omvatten een beschrijving van de maatregel, de voorwaarden wanneer deze geschikt is, welk type bedrijven deze kan leveren en het toekomstperspectief van de maatregel. In deze studie zijn uitgewerkt:

1. **Slim laden en laadstrategie:** Slim laden en een slimme laadstrategie dragen bij aan een lagere en flexibele vermogensvraag van het laden van uw voertuigen.
2. **Batterij:** Een batterij wordt via het elektriciteitsnetwerk opgeladen op momenten dat er minder stroom wordt gebruikt. Het bedrijf kan deze stroom gebruiken op het moment dat de elektriciteitsvraag groter is dan de netaansluiting.
3. **Collectieve laadpleinen:** Op een collectief laadplein bij een bedrijf of een publieke parkeerplaats kunnen verschillende partijen hun voertuigen laden.
4. **Ongegarandeerde netaansluiting:** Deze oplossing wordt nu uitgewerkt door netbeheerders en de markt. De ongegarandeerde netaansluiting betekent dat er meer elektriciteit mag worden gebruikt op momenten dat het netwerk niet zwaar belast is.
5. **Energiehub:** Energiehubs bestaan in twee vormen die kunnen resulteren in minder net-impact: een eigen privaatnetwerk achter één aansluiting of een virtuele energiehub via het netwerk van de netbeheerder. Deze tweede optie is nog in ontwikkeling.
6. **Tijdelijke aggregaat:** Aggregaten produceren elektriciteit uit diesel, aardgas of een duurzame brandstof. Een aggregaat kan tijdelijk ingezet worden tot een netaansluiting gerealiseerd kan worden. Het grootste nadeel is dat er veel emissies vrijkomen.

Met deze maatregelen kunnen veel logistieke bedrijven ondanks beperkte netcapaciteit wel de overstap maken naar elektrische logistieke voertuigen.

7 Literatuur

ACM, 2018. *Codebesluit faciliteren meerdere leveranciers op een aansluiting*, Den Haag: Autoriteit Consument & Markt (ACM)

ACM, 2022a. *Besluit van de Autoriteit Consument en Markt van 21 april 2016, kenmerk ACM/DE/2016/202153, houdende de vaststelling van de voorwaarden als bedoeld in artikel 27 van de Elektriciteitswet 1998 (Tarievencode elektriciteit) Geldend van 18-5-2022*, Den Haag: Autoriteit Consument & Markt (ACM)

ACM, 2022b. *Besluit van de Autoriteit Consument en Markt van 21 april 2016, kenmerk ACM/DE/2016/202153, houdende de vaststelling van de voorwaarden als bedoeld in artikel 27 van de Elektriciteitswet 1998 (Tarievencode elektriciteit) Geldend vanaf 1-7-22*, Den Haag: Rijksoverheid

Buck, Delft, C., Districon, Panteia & TNO, 2017. *Gebruikers en inzet van bestelauto's in Nederland*, Delft: Connekt

CBS. 2021. *Statline: Verkeersprestaties bestelauto's; kilometers, brandstofsoort, grondgebied* [Online] <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80353ned/table?dl=81B3>. 4 mei 2022

CBS. 2022a. *Statline: Bedrijfsbestelauto's; km's, bedrijfstakken (SBI 2008), bedrijfsgrootte* [Online] <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81481NED/table?ts=1649157021000>. 4 mei 2022

CBS. 2022b. *Statline: Bedrijven; bedrijfsgrootte en rechtsvorm* [Online] <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/81588NED/table?ts=1649158559543>. 4 mei 2022

CBS. 2022c. *Statline: Verkeersprestaties vrachtvoertuigen; kilometers, bedrijfstakken* [Online] <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83501NED/table?ts=1650551947917>. 7 juli 2022

CE Delft, 2021. *STREAM Goederenvervoer 2020: Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer*, Delft: CE Delft

Districon & CE Delft, 2021. *Laden voor Logistiek Tilburg*, Maarssen: Districon

Essent. 2022. *Samenwerking voor innovatieve energie-infrastructuur CLIC* [Online] <https://www.essent.nl/content/overessent/actueel/index.html/samenwerking-voor-innovatieve-energie-infrastructuur-clic/>. 27 juni 2022

Glenk, G. & Reichelstein, S., 2020. *Energy Conversion and Storage: The Value of Reversible Power-to-Gas Systems*, Rochester, New York, USA: SSRN

Hoekstra, A., 2019. The Underestimated Potential of Battery Electric Vehicles to Reduce Emissions. *Joule*, 3, 1412-1414.

InsideEVs. 2021. *Renault evaluating getting back into battery swapping* [Online] <https://insideevs.com/news/507081/renault-battery-swapping-considered-ceo/>. 26 mei 2022

Ministerie van EZK, 2022. *Kamerbrief d.d. 8 juni 2022 m.b.t. congestie op het elektriciteitsnet in Limburg en Noord-Brabant*, Den Haag: Tweede Kamer der Staten-Generaal

NAL, 2022. *Vliegende Brigade NAL: Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL)*



Netbeheer Nederland. 2019. *Basisinformatie over energie-infrastructuur : Opgesteld voor de Regionale Energie Strategieën* [Online]

https://www.netbeheernederland.nl/_upload/Files/Basisdocument_over_energie-infrastructuur_143.pdf.

NIO. 2021. *The current state of EV battery wapping* [Online]

<https://www.nio.com/blog/current-state-ev-battery-swapping>. 26 mei 2022

OpwegnaarZES. 2020. *Spelregels invoering zero-emissiezones bekend* [Online]

<https://www.opwegnaarzes.nl/actueel/nieuws/spelregels-invoering-zero-emissiezones-bekend>. 26 mei 2022

PBL, 2021. *Klimaat- en energieverkenning (KEV) 2021*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

RES & CE Delft, 2020. *Factsheet Elektriciteit*, Den Haag: Nationaal programma RES

Scania. 2022. *Plug-In hybrid truck - specificaties* [Online]

<https://www.scania.com/nl/nl/home/products/trucks/plug-in-hybrid-truck.html>. 26 mei 2022

TNO, 2021. *Naar 100% elektrisch distributievervoer: de impact op het energiesysteem*, Amsterdam: TNO

TSN Groen. 2021. *Green Dynamics* [Online] <https://tsngroen.nl/green-dynamics/>. 26 mei 2022



A Interviewlijst

Tabel 5 - Interviewlijst

Bedrijf	Geïnterviewde(n)	Onderwerpen
Stedin	Diederik Kuipers	Cable Pooling
Watts in Store	Willem van der Heijden	Batterijen
Qirion	Maarten van Blijderveen	Algemeen, zon, stopcontact-op-land
EV Consult	Ruud van Sloten	Algemeen
Bredenoord	Zef Jansen	Aggregaat, batterijen
Peter de Rooy Transport	Peter de Rooy	Algemeen, batterijen
HNCP	Eric Beers, Julia Willems	Algemeen
Vattenfall Power Solution	Alexis Fischer	Slim laden
Stevin Technology	Emiel Trommelen, Rogier Pennings	Energy hubs, slim laden
Alfen	Evert Raaijen	Batterijen
CLIC-pilot	Frits Wattjes (Liander), Robert Kreeft (Intospace), Jan Fredriks (Essent Infrastructure Solutions)	Energy hubs
Natuur & Milieu	Nienke Onnen	Zon
Jumbo	Jan Leensen, Pier Krol, Wilko Maas	Algemeen
TSN Groen	Andries Vlot	Algemeen, verwisselbare accu's
Liander/Firan	Milos Bunda, Robert van der Hidde	Energy hubs
Leap24	Pelle Schlichting	Collectieve laadpleinen
Over Morgen	Edvard Hendriksen	Collectieve laadpleinen
Elaad	Rutger de Croon, Willem Alting	Algemeen, stopcontact-op-land
Liander	Wouter den Akker	Ongegarandeerde aansluiting
Elaad	Rutger de Croon, Flip Oude Weernink, Katrien Kurvers	Ongegarandeerde aansluiting, algemeen
Gemeente Utrecht	Matthijs Kok	Collectieve laadpleinen, rol gemeente, beleid
Gemeente Tilburg	Michiel de Voogd	Collectieve laadpleinen, rol gemeente
Ministerie van I&W	Paul Penders	Beleid
Jo Deckers	Provincie Brabant	Beleid

Naast de geïnterviewden danken we de Taakgroep Private Logistieke Laadinfrastructuur van de NAL voor hun actieve bijdrage aan dit onderzoek.

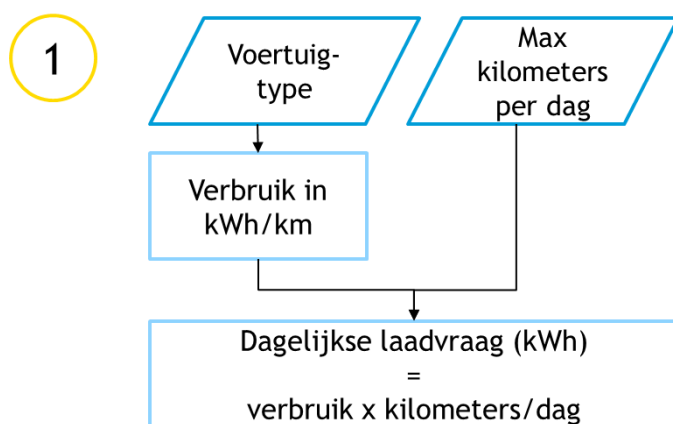
B Benodigde netaansluiting

In deze paragraaf lichten we toe hoe een ondernemer kan inschatten hoeveel extra netcapaciteit hij nodig heeft.

Stap 1 - Bepaal de dagelijkse laadvraag per voertuig

De dagelijkse laadvraag per voertuig (in kWh) is het maximale aantal kilometers per dag vermenigvuldigd met het verbruik (kWh per km), zie Figuur 6.

Figuur 6 - Flowchart voor het bepalen van de dagelijkse laadvraag



Bij grotere aantallen voertuigen hoeft het niet zo te zijn dat ieder voertuig op dezelfde dag de langste rit van het jaar maakt. Het aantal kilometers per dag waarmee gerekend wordt, kan dan lager liggen. Dit hoeft echter niet zo te zijn. Denk bijvoorbeeld aan piekdrukke rond feestdagen waarbij ieder voertuig meer kilometers maakt dan op een gemiddelde dag.

In Tabel 6 is het typische verbruik per voertuigcategorie weergegeven. Dit kan hoger of lager zijn afhankelijk van de gemiddelde snelheid, de buitentemperatuur, de windsnelheid en het exacte voertuig.

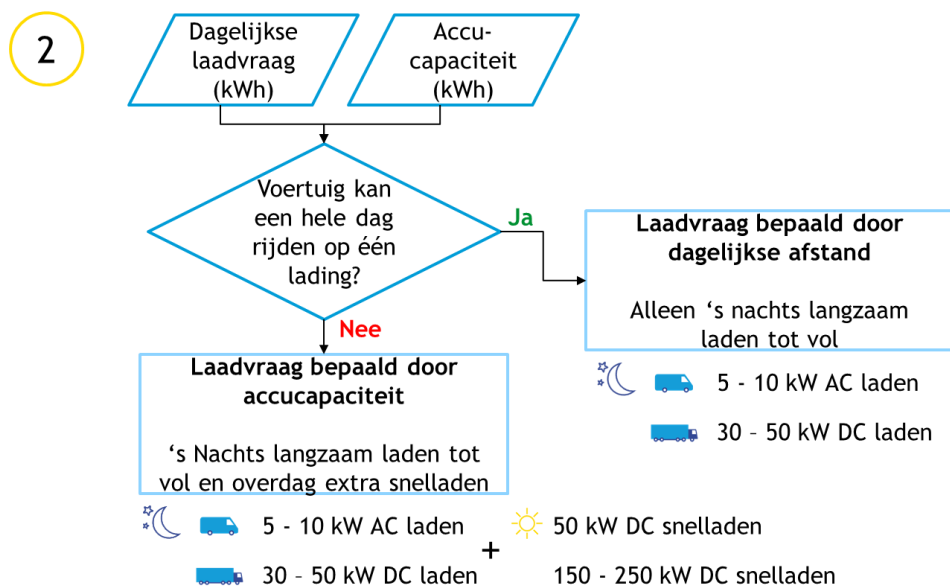
Tabel 6 - Elektrische voertuigcategorieën met typisch verbruik, accucapaciteit en laadsnelheid

Categorie	Voertuig	Voorbeeldvoertuigen	Verbruik ¹¹	Accu-capaciteit	Langzaam laden	Snelladen
			kWh/km	kWh	kW AC	kW DC
N1	Kleine bestelwagen	Peugeot Partner, Renault Kangoo,	0,229	35-70	11	40-100
	Middel bestelwagen	Mercedes-Benz Vito, Opel Vivaro	0,298			
	Grote bestelwagen	Mercedes-Benz Sprinter, Renault Master, Volkswagen e-Crafter	0,370			
N2	Kleine bakwagen (12 t)	Mitsubishi eCanter	0,769	100	22	50
N3	Grote bakwagen (19 t)	DAF LF Electric, MAN eTGM, Mercedes-Benz eActros, Renault DZE, Scania 25 L	0,909	200-400	22	150-250
	Trekkeroplegger (37 t)	DAF FT Electric, Volvo FH Electric	1,750			

Stap 2 - Bepaal benodigd laadvermogen per voertuig

De dagelijkse laadvraag is het aantal kilowatturen dat iedere dag bijgeladen moet worden. Dit kan echter op meerdere manieren: met langzaam laden, met snelladen of met een combinatie. Dit is in Figuur 7 weergegeven.

Figuur 7 - Flowchart voor het benodigde laadvermogen per voertuig



* AC = Alternating Current (wisselstroom), DC = Direct Current (gelijkstroom).

¹¹ [CE Delft \(2021\) - Laadinfrastructuur elektrische voertuigen in stadslogistiek](#)

Alleen 's nachts laden

Er hoeft overdag niet bijgeladen te worden als het voertuig voldoende accucapaciteit heeft om het maximale aantal kilometers per dag op één acculading te rijden (met een redelijke marge). In dat geval kan het voertuig alleen 's nachts aan de (langzaam)lader. In het figuur gaan we ervan uit dat de voertuigen 's avonds met 20% resterende lading terugkomen en van 22:00 tot 06:00 uur geladen worden, waarna ze weer vol vertrekken. Busjes moeten met 5-10 kW laden en kunnen dus met een standaarddriefasenlader (AC) van 11 kW voldoende vol geladen worden. Voor vrachtwagens is een gelijkstroamlader (DC) nodig van 30-50 kW, afhankelijk van het type vrachtwagen, de dagelijkse afstand en de beschikbare tijd voor opladen.

Ook overdag bijladen

De voertuigen moeten overdag bijgeladen worden als ze niet de hele dag kunnen rijden op één acculading. 's Nachts kunnen de voertuigen volgeladen worden aan een langzaam lader, zodat ze 's ochtends vol vertrekken (zie vorige paragraaf). Overdag moeten de voertuigen dan extra bijgeladen worden aan de snellader. Dit laden moet het liefst zo snel mogelijk om de impact op de bedrijfsvoering zoveel mogelijk te beperken. Er zijn snelladers tot 350 kW leverbaar, maar de meeste voertuigen kunnen maar snelladen met 150-250 kW.

Stap 3 - Bepaal het totaal benodigde laadvermogen

Het totale laadvermogen is het maximale vermogen dat gelijktijdig benodigd is om alle voertuigen op te laden. Dit vermogen hangt onder andere af van of er alleen 's nachts geladen wordt of ook overdag, zie de flowchart in Figuur 8.

Alleen 's nachts laden

Het benodigde vermogen voor meerdere voertuigen is simpelweg het aantal voertuigen vermenigvuldigd met het vermogen per voertuig.

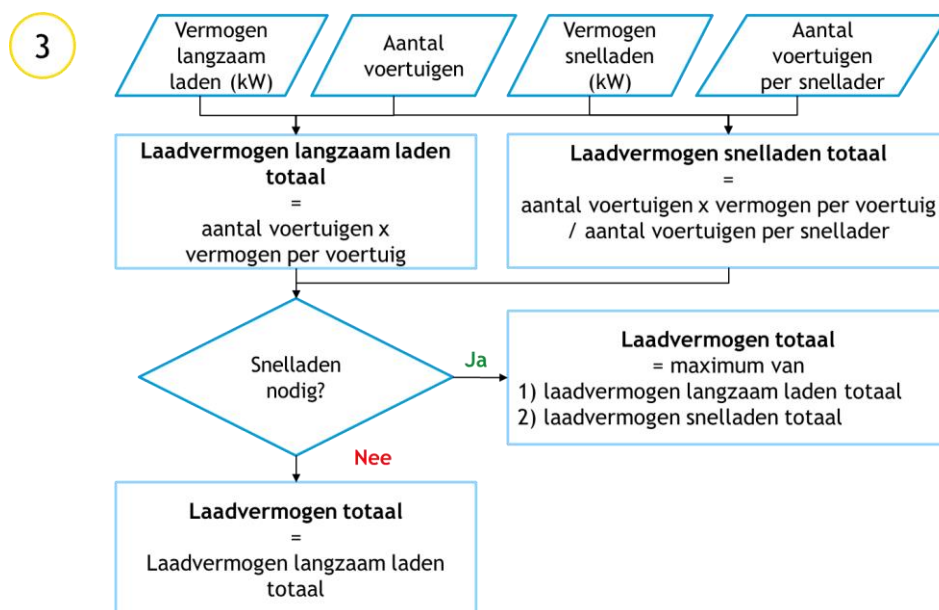
Ook overdag bijladen

Het benodigde vermogen voor het snelladen van meerdere voertuigen is lager dan volgt uit de vermenigvuldiging van het aantal voertuigen maal het snellaadvermogen per voertuig. Er kunnen immers meerdere voertuigen achter elkaar gebruik maken van dezelfde snellader. Maatgevend voor het snelladen is dus het aantal voertuigen dat tegelijkertijd aan het snelladen is, wat weer afhankelijk is van de spreiding in aankomsttijden op het depot en hoe lang de voertuigen staan te laden. Gemiddeld kunnen er drie tot vijf voertuigen gebruik maken van één snellader.

Het totale benodigde vermogen voor het laden is het maximum van het benodigde vermogen 's nachts en het benodigde vermogen aan snelladers. Bij een klein aantal voertuigen zal het snelladen vaak maatgevend zijn, bij grote aantallen voertuigen en een goede spreiding in aankomsttijden kan het laden 's nachts alsnog maatgevend zijn.



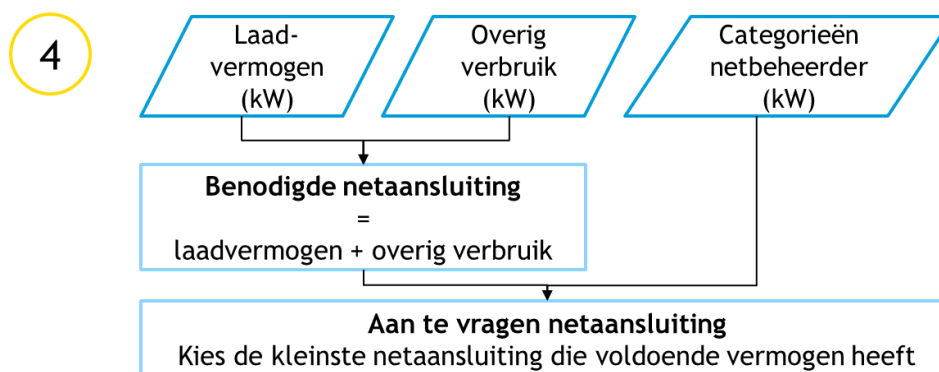
Figuur 8 - Flowchart voor het bepalen van het totaal benodigde laadvermogen



Stap 4 - Bepaal de aan te vragen netaansluiting

De aan te vragen netaansluiting wordt bepaald door het totale vermogen en de beschikbare standaardaansluitingen van de netbeheerder, zie Figuur 9.

Figuur 9 - Flowchart om te bepalen welke netaansluiting aangevraagd moet worden



Het totale verbruik is de optelsom van het laadvermogen uit Stap 3 en het overige verbruik voor verlichting, elektronica, machines, verwarming etc. Het totaal benodigde vermogen kan lager zijn dan de maximale laadvraag en de piekvraag in het overige verbruik als de twee pieken niet tegelijkertijd vallen. De piekvraag kan eventueel nog verder gereduceerd worden door het verbruik slim te sturen of een opslagsysteem toe te passen.

De netaansluiting is altijd minstens zo groot als het benodigde vermogen om overbelasting te voorkomen. Netbeheerders maken gebruik van standaardaansluitingen. Er geldt dan één tarief voor een bandbreedte aan vermogens. Deze standaardaansluitingen verschillen per netbeheerder, zie Tabel 7. Het is aan te raden om een netaansluiting aan te vragen ter grootte van het maximum van een categorie. U betaalt immers hetzelfde en een grotere aansluiting geeft meer flexibiliteit. Als voorbeeld: uw netbeheerder is Liander en u heeft 1.200 kW vermogen nodig. U vraagt dan een aansluiting aan van 2.000 kW.

Tabel 7 - Standaardaansluitingen per regionale netbeheerder*

Enexis	Liander	Stedin
3 x 80 A (55 kW)		
> 3 x 80 A t/m 3 x 160 A (110 kW)	> 3 x 80 A t/m 100 kW	> 3 x 80 A t/m 175 kW
> 3 x 160 A t/m 3 x 250 A (172 kW)	> 100 kW t/m 160 kW	
> 3 x 250 A t/m 630 kW	> 160 kW t/m 630 kW	> 175 kW t/m 1.750 kW
> 630 kW t/m 1.750 kW	> 630 kW t/m 1.000 kW	
	1.000 kW t/m 2.000 kW	> 1.750 kW tot 5.000 kW
1.750 t/m 6.000 kW	2.000 kW t/m 5.000 kW	
6.000 kW t/m 10.000 kW	5.000 kW t/m 10.000 kW	> 5.000 kW t/m 10.000 kW



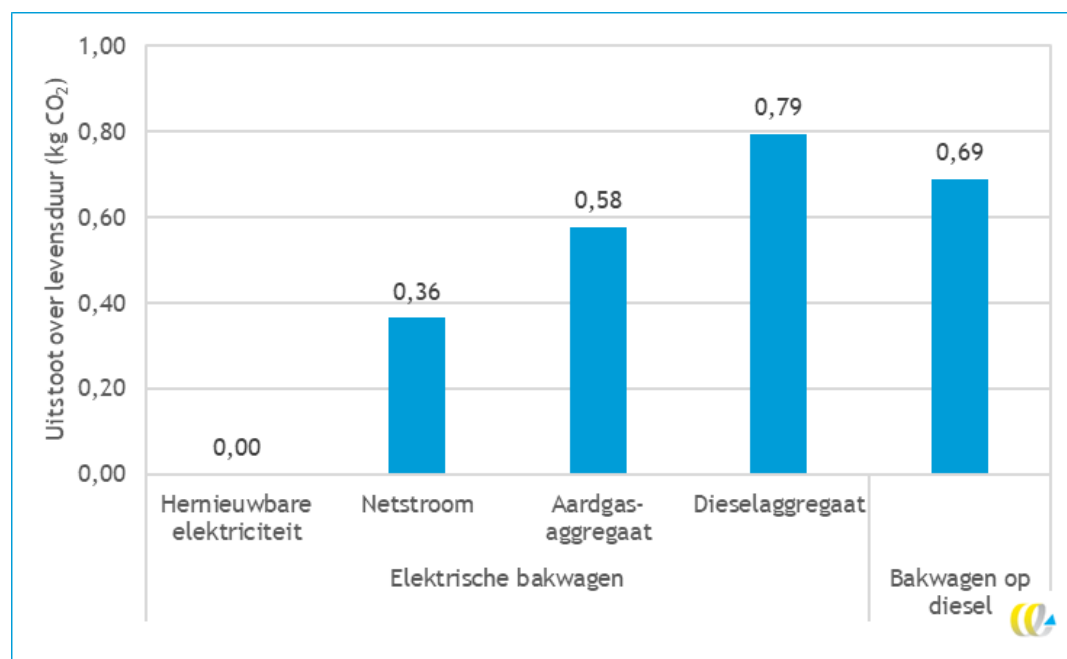
C Emissieberekening aggregaat

In deze bijlage gaan we verder in op de CO₂-emissies van een elektrisch voertuig dat opgeladen wordt met een aggregaat op fossiele brandstof. Deze emissies zetten we af tegen de CO₂-emissies van een dieselveertuig. We kijken eerst naar de emissies per gereden kilometer en vergelijken vervolgens de totale emissies over de levensduur.

Emissies per gereden kilometer

Allereerst beschouwen we de uitstoot per gereden kilometer van een bakwagen op diesel en een elektrische bakwagen die op verschillende manieren wordt opgeladen: uitsluitend op hernieuwbare elektriciteit, met elektriciteit van het net¹², met een aardgasaggregaat en met een dieselaggregaat. Het energiegebruik is afkomstig uit het STREAM-model van CE Delft (2021), de emissiefactoren zijn afkomstig van co2emissiefactoren.nl. Voor het aggregaat nemen we een efficiency van 40% aan. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 10.

Figuur 10 - Well-to-wheel CO₂-emissie per kilometer van een bakwagen op diesel en elektrische bakwagen



De elektrische bakwagen scoort beter wanneer deze wordt opgeladen met duurzame stroom of netstroom, maar slechter wanneer deze wordt opgeladen met een aggregaat.

¹² Hierbij hanteren we de gemiddelde elektriciteitsmix van 2021.

Hierbij willen we diverse nuanceringen plaatsen:

- Een voertuig dat 100% wordt geladen met een aggregaat is niet realistisch. Aangezien elektriciteit uit een aggregaat fors duurder is dan netstroom of zelf opgewekte elektriciteit, zal het verbruik van het aggregaat tot een minimum beperkt worden. Er zal zoveel mogelijk worden geladen met zelf opgewekte elektriciteit en de netaansluiting zal optimaal gebruikt worden om zo veel mogelijk elektriciteit toch uit het net te halen, eventueel met behulp van een accu.
- Het aggregaat is tijdelijk, totdat de netverzwaring gereed is. Daarna rijdt het voertuig zijn resterende levensduur op netstroom of zelf opgewekte hernieuwbare stroom.
- Netstroom wordt over de levensduur van het voertuig steeds schoner.

Emissies over de levensduur

We hebben het effect van de laatste twee ontwikkelingen uit de vorige paragraaf gemodelleerd om de totale uitstoot over de levensduur van de truck te bepalen.

We vergelijken daarbij twee situaties:

1. Er wordt nu een nieuwe elektrische bakwagen aangeschaft, die wordt initieel opgeladen met een aggregaat.
2. Er wordt nu een nieuwe bakwagen op diesel aangeschaft, die rijdt zijn volledige technische levensduur rond, in Nederland of elders ter wereld.

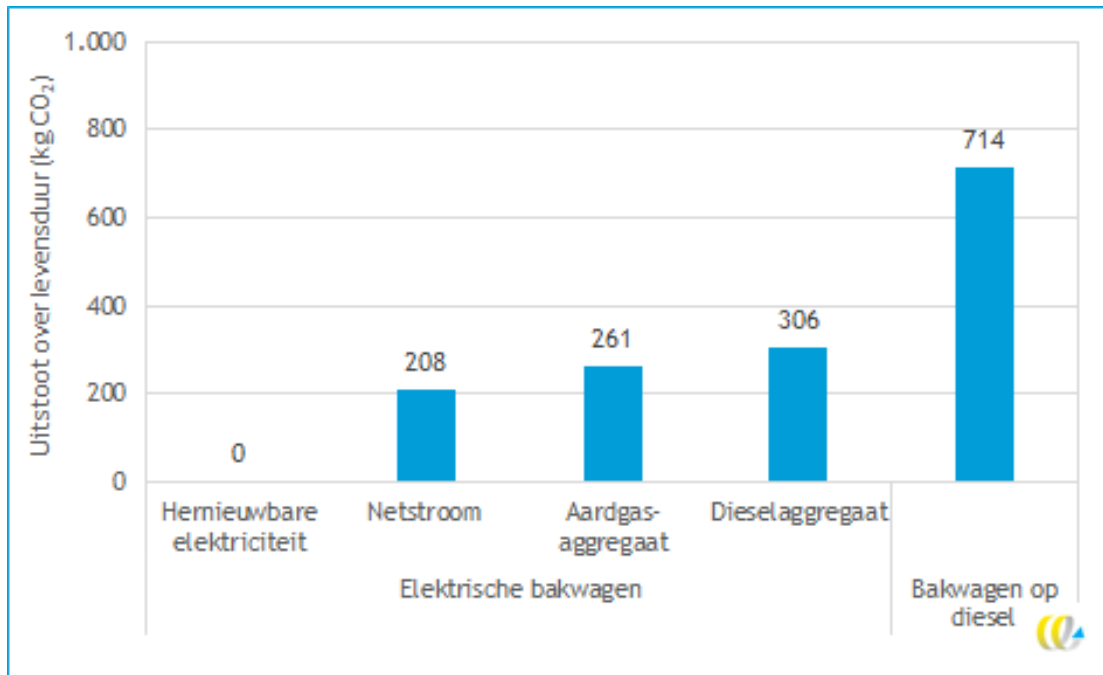
We gaan er daarbij vanuit dat een bakwagen 69.000 km/jaar rijdt¹³ en een technische levensduur heeft van 15 jaar, waarbij deze de eerste drie jaar met een aggregaat wordt opgeladen. Daarna wordt de bakwagen met netstroom geladen, die steeds schoner wordt doordat er meer duurzame elektriciteit wordt opgewekt¹⁴. De emissies voor het maken van het voertuig zelf zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. Uit literatuur blijkt dat de extra emissies voor het maken van de batterijen slechts een zeer beperkte invloed hebben op het resultaat (Hoekstra, 2019). Het resultaat van onze berekening is weergegeven in Figuur 11.

¹³ CBS, (2022c), gemiddelde voor 2020 van SBI H Vervoer en opslag, gemiddelde van laadvermogenklassen 7-18 ton en 18-40 ton.

¹⁴ We volgen hierbij de raming van de gemiddelde emissiefactor uit de Klimaat- en Energieverkenning 2021 van PBL (2021). De ketenemissies van elektriciteitsopwekking schatten we conservatief af door die vast te zetten op de huidige emissies, met de emissiefactor van [co2emissiefactoren.nl](https://www.co2emissiefactoren.nl) (58 g CO₂/kWh).



Figuur 11 - Well-to-wheel CO₂-emissie over de levensduur van de bakwagen



Het is duidelijk dat een elektrische bakwagen over de levensduur fors lagere emissies heeft, zelfs als deze de eerste drie jaar volledig met een aggregaat wordt opgeladen. De emissies van een bakwagen die initieel met een dieselaggregaat wordt opgeladen zijn 57% lager dan die van de bakwagen op diesel, dit scheelt ruim 400 ton CO₂ per voertuig gedurende de levensduur. Voor trekker-opleggers zal het verschil in tonnen CO₂ nog groter zijn omdat deze een hoger energieverbruik hebben en meer kilometers per jaar rijden, terwijl dit voor bestelbussen lager zal liggen. De relatieve besparing zal wel in dezelfde orde grootte liggen.

Conclusie

Concluderend is het voor de broeikasgasuitstoot dus aan te raden om zo snel mogelijk elektrische trucks op de weg te zetten, zelfs als dat betekent dat de voertuigen initieel met een vervuilende aggregaat geladen moeten worden. Dat neemt niet weg dat de andere mitigerende maatregelen geen extra CO₂-uitstoot veroorzaken en dus als eerste ingezet moeten worden. Daarnaast is het van doorslaggevend belang dat de aggregaat tijdelijk is en alleen wordt ingezet als dat echt nodig is.