



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Op stoom of zonder stroom?

Verkenning naar de impact van
netcongestie op beleidsdoelen
voor elektrische mobiliteit

Definitief – 2 april 2025

Het keuzemoment is nú: Sturen op laadinfrastructuur verkleint de impact van netcongestie

Waarom deze studie?

Inzicht in een handelingsperspectief voor netcongestie in relatie tot elektrische mobiliteit

- Als onderdeel van de klimaatdoelstellingen heeft Nederland doelen en ambities uitgesproken voor de ingroei van elektrische mobiliteit. Hiervoor is adequate laadinfrastructuur nodig.
- Congestie op het elektriciteitsnet remt de ontwikkeling van laadinfrastructuur: dit zet mogelijk ook de ingroei van elektrische mobiliteit en het bereiken van de sectordoelstellingen onder druk.
- Deze studie heeft als doel de impact van netcongestie op de beleidsdoelstellingen voor elektrische mobiliteit inzichtelijk te maken en daarbij een handelingsperspectief voor het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat te ontwikkelen.
- Gegeven de grote onzekerheden leggen de scenario's een basis voor de impactanalyse per modaliteit. Hierbij is gebruik gemaakt van bestaande onderzoeken, en kennis en inschatting van experts om de huidige en toekomstige ontwikkelingen zo goed mogelijk te duiden.
- Deze studie richt zich op elektrische personen-, bestel- en vrachtoertuigen.

Welk inzicht volgt daaruit?

Netschaarste remt vooral de ingroei van zwaardere voertuigen. Een rem op de ingroei van kleine voertuigen blijft beperkt.

- Data over verwachte netcapaciteit geven geen garanties voor een aansluiting met transportcapaciteit ten behoeve van laadinfrastructuur in de toekomst.
- Voor kleinere elektrische voertuigen (zoals personen- en bestelvoertuigen) geldt dat zij volop gebruik maken van een sterk bestaand netwerk voor kort en lang laden. Bovendien zijn nieuwe kleinverbruikersaansluitingen nog volop mogelijk voor bijvoorbeeld thuis- en publiek laden en kunnen kleine ondernemers uit de voeten met een bestaande aansluiting. Daarmee is het waarschijnlijk dat de doelstellingen voor elektrische personen- en bestelvoertuigen maar beperkt worden beïnvloed door netschaarste.
- Zware elektrische voertuigen – zoals vrachtoertuigen, bussen en bouw materieel – maken gebruik van hogere vermogens om te laden. Voor de bijbehorende aansluiting is op dit moment een wachtrij. Alleen bedrijven die nog resterende transportcapaciteit hebben binnen hun bestaande contract of in mitigerende maatregelen kunnen investeren, maken de overstap. Daarmee is het waarschijnlijk dat netschaarste de ingroei van zware voertuigen remt.

Wat kunnen we daaraan doen?

Regie nemen en onze inzichten blijven vergroten

- Mitigerende maatregelen kunnen de effecten van netschaarste verlichten. Het grootschalig implementeren van slim laden op private en publieke laadpunten voor lang parkeren is hierbij een harde no-regret maatregel.
- Voor alle modaliteiten loont het om in mitigerende maatregelen te investeren en partijen te activeren om dergelijke maatregelen te treffen. Gebruikers van zware voertuigen hebben hier vaak ondersteuning bij nodig.
- De ontwikkelingen rondom netcapaciteit en mitigerende maatregelen gaan snel. Dat maakt het nodig de impactanalyse die is uitgevoerd periodiek te herhalen.
- De impact van netcongestie op de doelen voor elektrische mobiliteit verkleint door het sturen op laadinfrastructuur. Bijvoorbeeld door te ontwikkelen op gerichte locaties laadinfrastructuur, te investeren in mitigerende maatregelen en vroegtijdig te werken aan transportvermogen voor laadinfrastructuur.

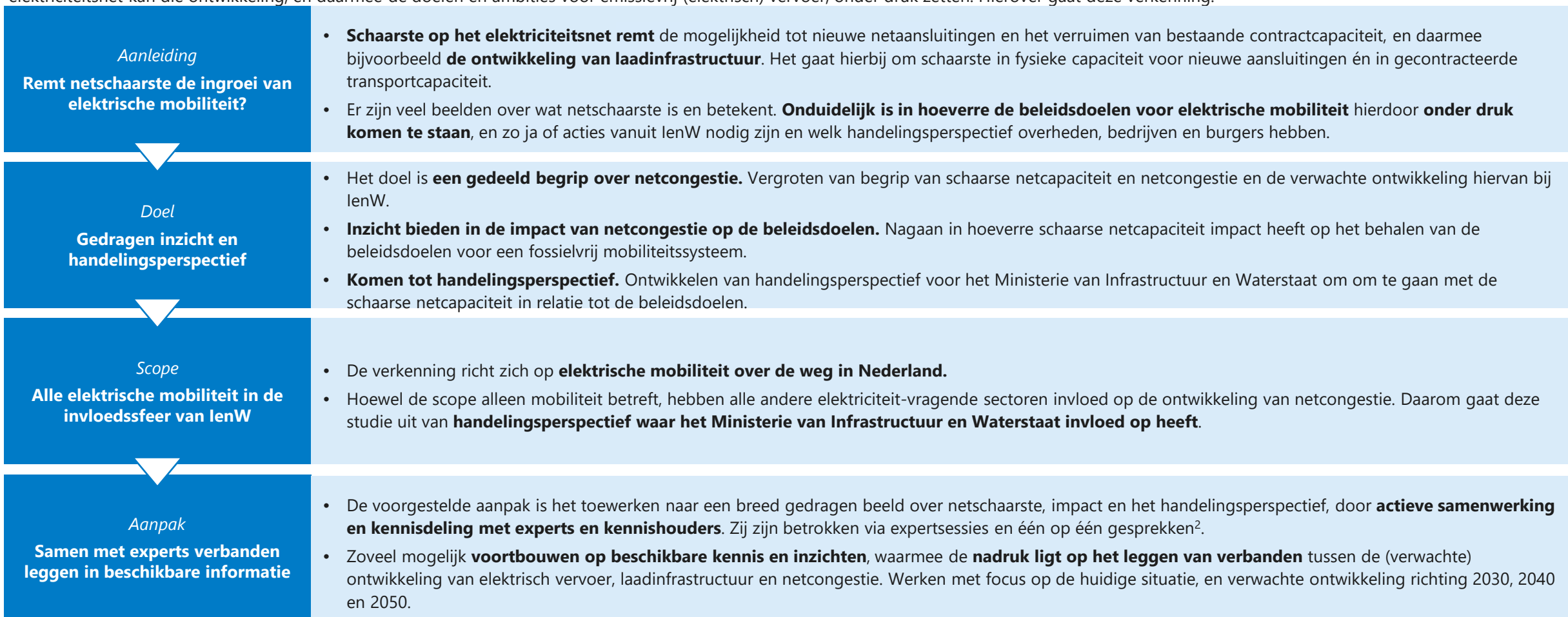
Overzicht kerndocument en verdieping

Kerndocument			
-	Samenvatting	Sturen op laadinfrastructuur verkleint de impact van netcongestie.	2
H1	Introductie	Inzicht krijgen in een handelingsperspectief om de impact van netcongestie op de beleidsdoelen voor elektrische mobiliteit te verkleinen.	4
H2	Situatieanalyse	Netschaarste remt de uitbreiding van laadinfrastructuur, en daarmee mogelijk de groei van elektrische mobiliteit.	5
H3	Analysemethode	Een impactanalyse op basis van vier toekomstscenario's op basis van de effectiviteit van mitigerende maatregelen om netcongestie tegen te gaan en het draagvlak voor elektrische mobiliteit te vergroten	9
H4	Resultaten	Netcongestie heeft voorlopig waarschijnlijk beperkt invloed op de ingroei van personen- en bestelvoertuigen. Netcongestie heeft waarschijnlijk veel invloed op de ingroei van zwaardere voertuigen, zoals bijvoorbeeld vrachtvoertuigen, bussen en bouwmaterieel.	12
H5	Conclusies en aanbevelingen	Netschaarste heeft waarschijnlijk invloed op de ingroei van elektrische mobiliteit. Het Rijk kan verschillende maatregelen treffen om dit effect zo goed mogelijk te mitigeren	14
Verdieping (bijlagen bij het kerndocument)			
A	Verdieping op kerndocument	Verdieping op thema's uit het kerndocument.	
B t/m H	Verdieping per modaliteit	Impactanalyse en handelingsperspectief voor personenvoertuigen, bestelvoertuigen en vrachtvoertuigen	

Met dank aan bijdragen van een grote groep experts is dit rapport opgesteld door Carmen Vermeer, Harm-Jan Idema, Lennart van Dijk en Pedram Pishahang namens het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Inzicht krijgen in een handelingsperspectief om de impact van netcongestie op de beleidsdoelen voor elektrische mobiliteit te verkleinen

Nederland wil klimaatneutraal zijn in 2050 met een uitstootreductie van 95% van broeikasgassen t.o.v. 1990. Hiervoor werkt de sector mobiliteit toe naar een klimaatneutraal en fossielvrij mobiliteitssysteem in 2050. De inzet is 'emissievrij aan de uitlaat' voor personenvervoer, goederenvervoer en bouw materieel¹. De huidige verwachting is dat batterij-elektrisch de meest kosteneffectieve 'zero-emissie' aandrijftechnologie zal zijn. Bovendien is het de meest volwassen 'zero-emissie' technologie op dit moment. Opschaling van deze technologie vraagt om adequate laadinfrastructuur. Schaarste op het elektriciteitsnet kan die ontwikkeling, en daarmee de doelen en ambities voor emissievrij (elektrisch) vervoer, onder druk zetten. Hierover gaat deze verkenning:



¹Klimaatnota 2023. ² Verdiepingsdocument A bevat een overzicht van de betrokken kennishouders en experts.

2. Situatieanalyse

Doelen en ambities voor uitstootvrije mobiliteit in Nederland in 2050

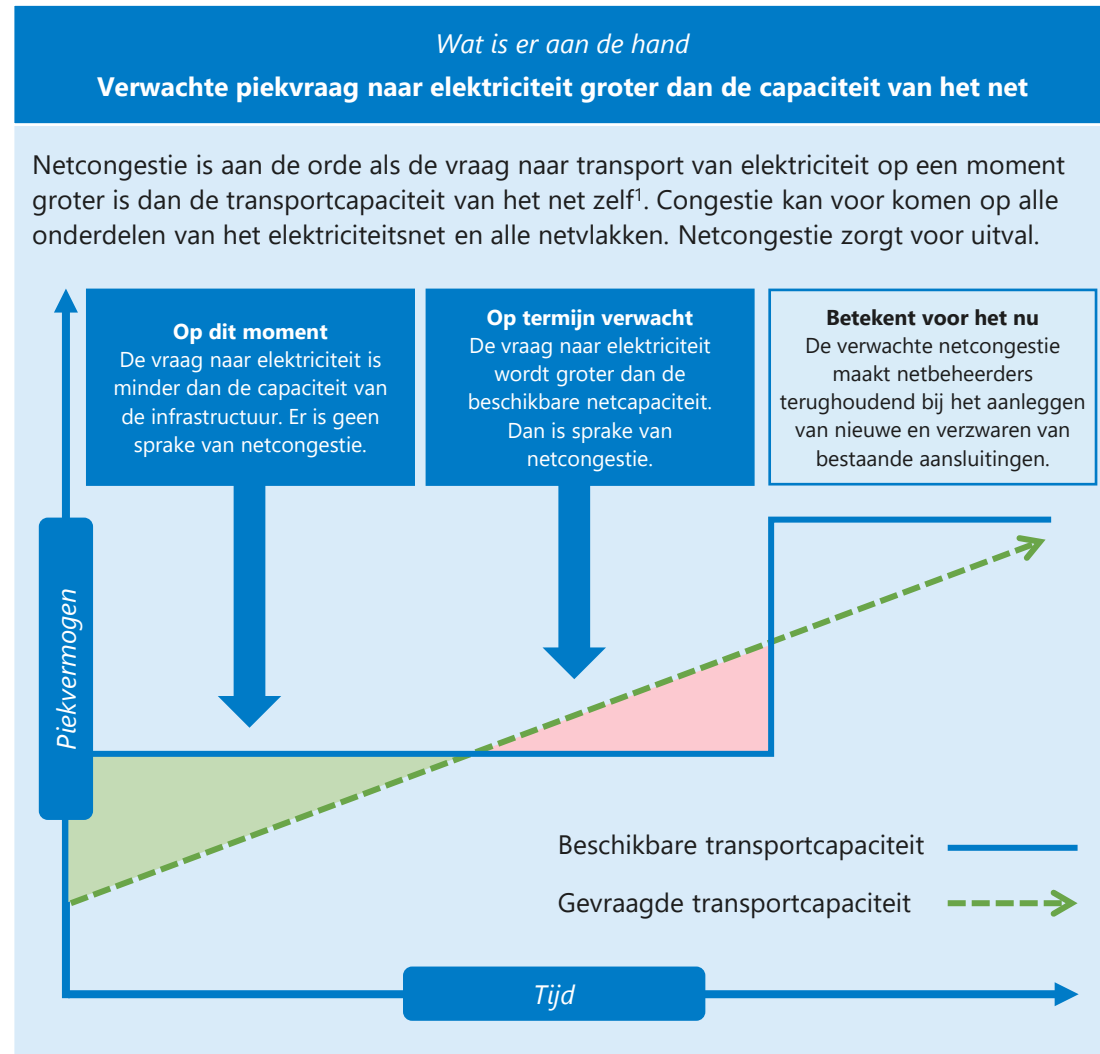
Elektrificatie is de pijler voor de ontwikkeling van uitstootvrije mobiliteit in Nederland richting 2050. Via internationale afspraken, het Klimaatakkoord (2019) en diverse sectorakkoorden zijn beleidsdoelen, ambities en afspraken gemaakt. De doelen en afspraken verschillen per modaliteit, waarbij veelal onderscheid wordt gemaakt tussen de beoogde CO2-reductie in verschillende zichtjaren en doelen c.q. ambities voor de ingroei van nieuwe emissievrije voertuigen. Onderstaand overzicht vat de doelstellingen en verwachte ontwikkeling van het aantal voertuigen samen. Hoewel cijfers voor veel modaliteiten nog niet bekend zijn voor 2050, nemen personen-, bestel- en vrachtoertuigen in 2035 ruim 90% van de verwachte elektriciteitsvraag van de mobiliteitssector in. Het is aannemelijk dat deze modaliteiten richting 2050 ook de voornaamste energievraag hebben.

Modaliteit	# Elektrische voertuigen in 2035 ^{1,2}	Elektriciteitsvraag in 2035 (TWh/jaar) ^{1,2}	Europese doelen ²	National doelen  en ambities ² 
Personenvoertuigen	4.516.434	13	100% nieuwverkoop emissievrij in 2035	38,5% emissievrij bij nieuwe publieke aanbestedingen vanaf 2026  100% nieuwverkoop emissievrij vanaf 2030 
Bestelvoertuigen	602.553	3,7	100% nieuwverkoop emissievrij in 2035	Zero-emissiezones vanaf 2025  100% emissievrij bij nieuwe publieke aanbestedingen vanaf 2026 
Vrachtoertuigen	60.177	5,4	45% emissiereductie nieuwe vrachtoertuigen in 2030, 65% emissiereductie in 2035 en 90% emissiereductie in 2040 t.o.v 2019	Zero emissiezones vanaf 2025  12,5% schoon bij nieuwe publieke aanbestedingen vanaf 2026 en 100% nieuwverkoop emissievrij vanaf 2040 
Doelgroepen- en taxivervoer	-	-	Zie personenvoertuigen en bestelvoertuigen.	Zero-emissiezones vanaf 2026  50% taxi's emissievrij vanaf 2025  100% emissievrij doelgroepenvervoer bij gemeentelijke aanbestedingen vanaf 2025 
OV-bussen	4.700	0,6	90% nieuwverkoop emissievrij in 2030 en 100% nieuwverkoop emissievrij in 2035	100% nieuwe OV-bussen emissievrij vanaf 2025, 32,5% emissievrij bij nieuwe publieke aanbestedingen vanaf 2026 en alle voertuigen emissievrij vanaf 2030 
Afval- en reinigingsvoertuigen	-	-	Zie vrachtoertuigen.	Zero-emissiezones vanaf 2025  12,5% van voertuigen aangeschaft door gemeenten schoon vanaf 2026 en 100% nieuwe instroom schoon vanaf 2030 
Mobiele werktuigen in de bouw	126.812	1	n.v.t.	60% Nox-reductie in de bouw in 2030 t.o.v. 2018, 0.4 Mton CO2-reductie in 2030 t.o.v. 2019 en 75% minder gezondheidsschade in 2030 t.o.v. 2016 
Touringcars	-	-	Zie vrachtoertuigen.	Zero-emissie zones nieuwe touringcars vanaf 2027 en zero-emissie zones alle touringcars vanaf 2030  100% nieuwverkoop emissievrij vanaf 2040 

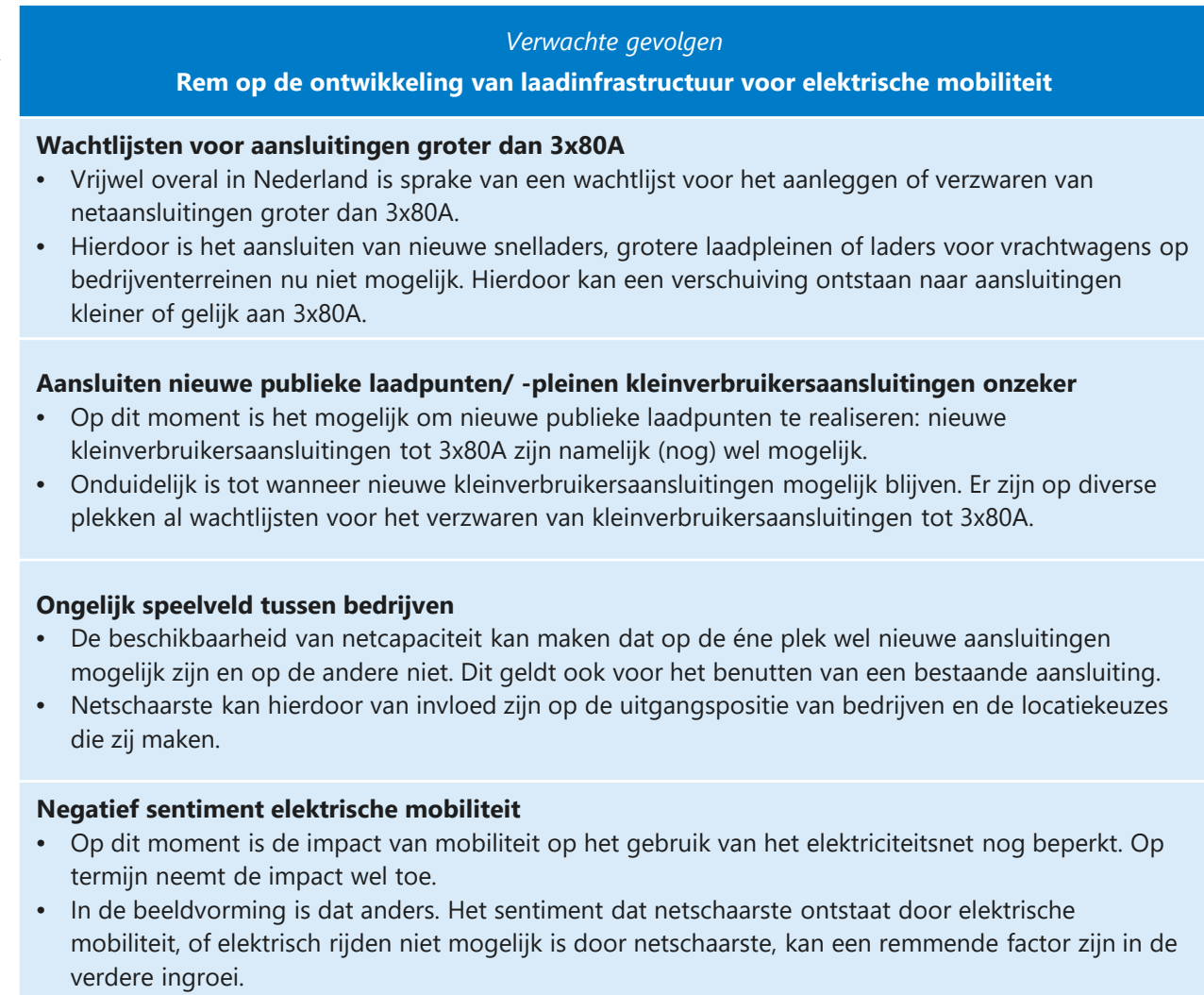
¹ Aantallen voertuigen en de energievraag op basis van ElaadNL Outlook Logistiek 2025. Deze aantallen nemen geen correctie voor de impact van netcongestie mee en zijn het uitgangspunt voor netbeheerders bij het maken van investeringsplannen.

² Toelichting op bronnen en verdieping op Europese en nationale doelen en ambities, aantallen voertuigen en energievraag voor de huidige situatie, 2030 en 2040 in Verdiepingsdocument A.

Schaarste op het elektriciteitsnet remt nieuwe netaansluitingen en hiermee ontwikkeling laadinfrastructuur



¹ Definitie conform Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN)



2. Situatieanalyse

Laden met laag vermogen volop mogelijk, laden met hoger vermogen staat onder druk

Laadpunten sluiten aan op verschillende type aansluitingen op het elektriciteitsnet. Onderstaande overzicht laat het type oplossingen per modaliteit zien met de type aansluitingen. Op basis van de huidige situatie op het elektriciteitsnet geldt dat individuele laadpunten en kleine laadpleinen voor personen- en bestelvoertuigen mogelijk zijn. Laden voor bijvoorbeeld vrachtovervoer en bouw materieel en snelladen staat onder druk met de huidige netschaarste.

		Laden met laag vermogen		Laden met hoog vermogen		
Modaliteit ▼	Netaansluiting ►	T/m 3x25A max 17kW	3x35A t/m 3x80A max 55kW	3x80A t/m 175kVA max 4x50kW	175 kVA t/m 1,75 MVA max 6x300kW	>1,75 MVA max 6x1MW
Lichte voertuigen	Personenvoertuigen	Laadpunten lang laden	Laadpleinen lang laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden	
	Bestelvoertuigen	Laadpunten lang laden	Laadpleinen lang laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden	
	Doelgroepen- en taxivervoer	Laadpunten lang laden	Laadpleinen lang laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden	
Zware voertuigen	Afval- en reinigingsvoertuigen		Laadpunten lang laden	Laadplein lang laden / enkele laadpunten kort laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden
	Vrachtovertuigen		Laadpunten lang laden	Laadplein lang laden / enkele laadpunten kort laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden
	Bouwmaterieel		Kleine bouwplaats	Laadhub / bouwplaats/ depot	Grote bouwplaats en kleine laadlocatie kort laden	Grote laadlocaties kort laden
	OV-bussen		Laadpunten lang laden	Laadplein lang laden / enkele laadpunten kort laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden
	Autobussen		Laadpunten lang laden	Laadplein lang laden / enkele laadpunten kort laden	Kleine laadlocaties kort laden	Grote laadlocaties kort laden
		Aansluiten nieuwe laadpunten (op dit moment) geen probleem.			Aansluiten nieuwe laadpunten op dit moment beperkt tot netaansluitingen waar nog transportcapaciteit beschikbaar is. Mitigerende maatregelen bieden situationeel mogelijkheden om knelpunten op te lossen.	

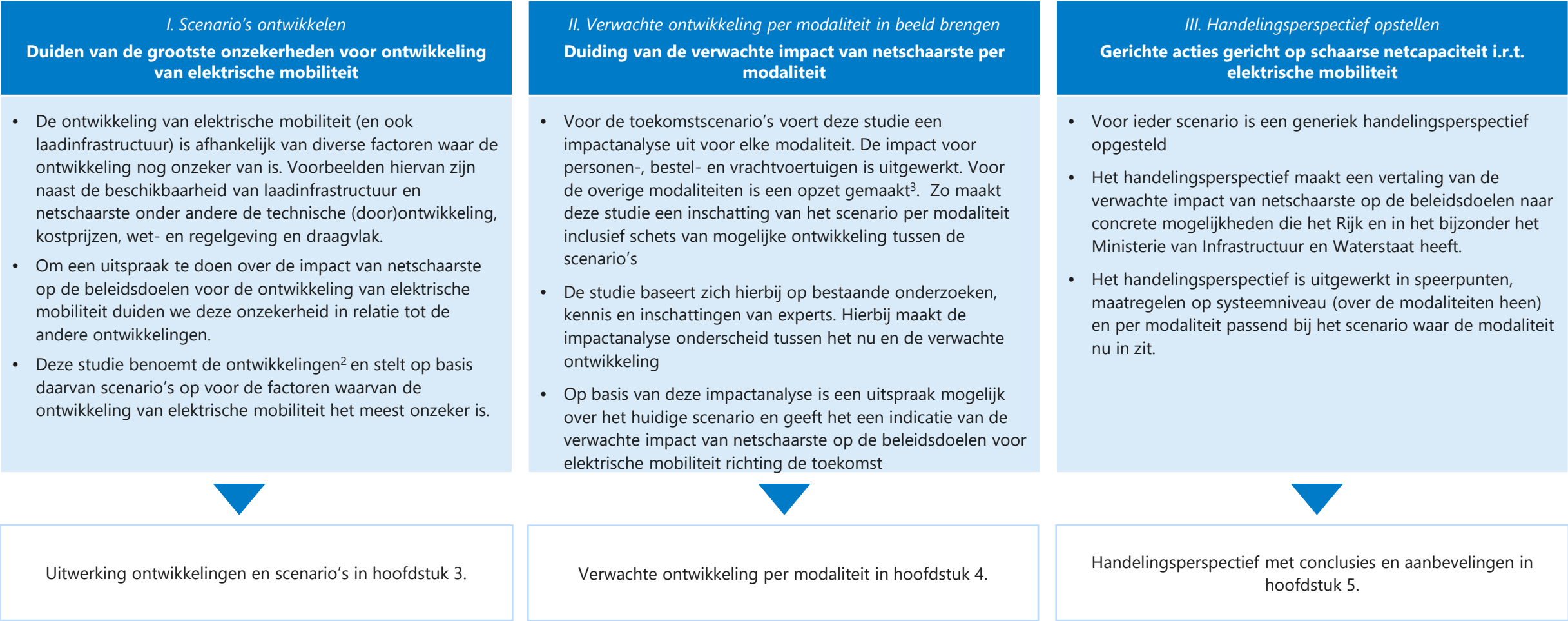
Systeemoplossingen bieden een structurele uitkomst, mitigerende maatregelen kunnen verlichting bieden

Systeemoplossingen voor het landelijke elektriciteitsnet worden uitgewerkt in het Landelijk Actieprogramma Netcongestie. Mitigerende maatregelen zijn (al dan niet tijdelijke) lokale oplossingen om met de schaarse netcapaciteit om te gaan. De effectiviteit en kans van slagen verschilt per modaliteit. De inzet van mitigerende maatregelen kan verlichting brengen op het moment dat sprake is van netschaarste. Mitigerende maatregelen bieden op korte termijn een oplossing voor netschaarste. De belangrijkste opties, met onderscheid tussen systeem- en lokale oplossingen, zijn:

Systeemoplossingen		Lokale oplossingen	
Sneller bouwen	Zorgen dat de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet sneller wordt vergroot dan tot nu toe gepland door middel van netuitbreidingen. Hierdoor ontstaat eerder meer capaciteit.	No-regret	Slim laden: het aansturen van een laadsessie zodat het laden buiten de drukke momenten op het elektriciteitsnet plaatsvindt. Lokaal elektriciteit opwekken en direct gebruiken voor laden: vergroten van de lokale productie (bijv. uit zon op dak) zodat meer elektriciteit lokaal beschikbaar komt om elektrische voertuigen te laden.
Afstemmen opwek en afname	Op specifieke plekken in het elektriciteitsnet zorgen voor het afstemmen van lokale opwek en afname (bijv. wind, gas, opslag, Vehicle-to-Grid) waardoor de piekvraag geacommodeerd wordt. Lokale transportcapaciteit dient dan wel voldoende te zijn.	Flexibel laden	Aanpassen ritten- en laadschema: het zodanig plannen van de inzet van voertuigen zodat het laden buiten de piekmomenten op het elektriciteitsnet kan plaatsvinden. Alternatieve transportrechten: gebruik van contractvormen van netbeheerders die elektriciteitsgebruik buiten piekmomenten stimuleren.
Piekvraag verminderen	Via sturing zorgen dat de piekvraag wordt verminderd en daarmee overschrijding van de beschikbare capaciteit op tijdstippen met hoge vraag wordt voorkomen. Bijvoorbeeld door afspraken met bedrijven, netbewust laden en peak shaving met batterijen. Dit is een optelsom van lokale oplossingen.	Lokaal samenwerken	Laadpleinen: combineren van meerdere laadpunten op één locatie die gebruik maakt van de collectieve resterende transportcapaciteit. Energiehubs: afstemming van het energiegebruik in een afgebakend gebied, bijvoorbeeld op een bedrijventerrein, om de bestaande netcapaciteit optimaal te benutten. Dit is vaak in combinatie met alternatieve transportrechten.
Groei verminderen	Iedereen kan bijdragen door zijn elektriciteitsbehoefte omlaag te brengen met bijvoorbeeld zuinigere apparatuur of anders reizen. Daarnaast kan de overheid beleid bijstellen om de verwachte groei in elektriciteitsvraag af te remmen. Hierdoor daalt ook de verwachte piekvraag en kans op netcongestie.	Opslag	Batterij: tijdelijk opslaan van energie om te gebruiken als niet voldoende transportcapaciteit beschikbaar is. Aggregaat: gebruik van brandstoffen om via een brandstofmotor tijdelijk elektriciteit te produceren als onvoldoende transportcapaciteit beschikbaar is.

Scenarioanalyse om impact van netcongestie op elektrische mobiliteit te duiden

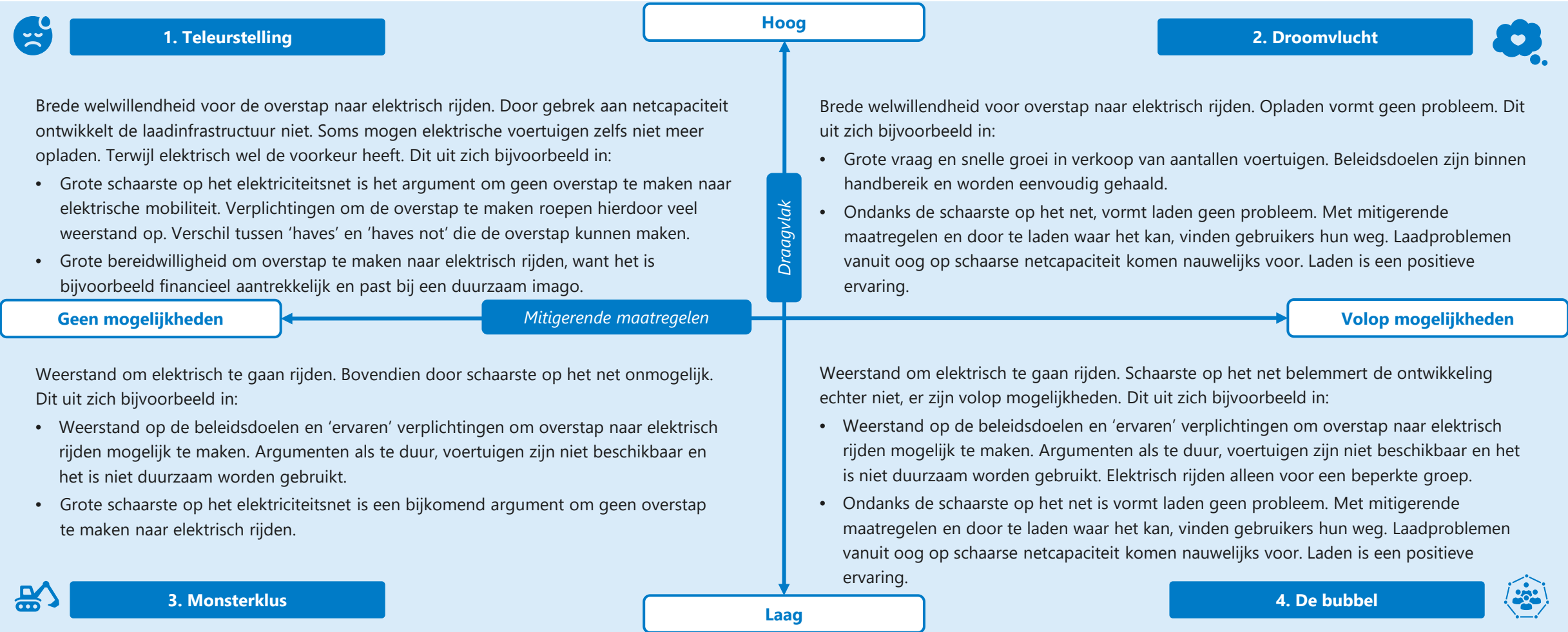
Door de schaarste op het elektriciteitsnet staat het aanleggen en verzwaren van netaansluitingen onder druk. Dit kan de ontwikkeling van laadinfrastructuur remmen. Daarmee komt mogelijk het bereiken van de beleidsdoelen voor elektrische mobiliteit onder druk te staan. De daadwerkelijke impact van netschaarste op die beleidsdoelen is echter nog erg onzeker. Om hier een uitspraak over te doen werkt dit onderzoek met de volgende analysemethode¹:



¹ De analysemethode baseert zich op scenarioplanning die wordt gebruikt voor het ontwikkelen van toekomstscenario's voor een onbekende toekomst die niet voorspelbaar is.
² De ontwikkelingen zijn beschreven in Verdiepingsdocument A
³ Zie Verdiepingsdocument E

Vier toekomstscenario's: van monsterklus tot droomvlucht voor elektrisch mobiliteit

De kansrijkheid van mitigerende maatregelen en mate van draagvlak voor elektrisch vervoer zijn de bepalende factoren voor de ontwikkeling van elektrische mobiliteit in relatie tot netcongestie. Hieruit volgen vier scenario's. De scenario's lopen uiteen van beperkte tot geen ontwikkelingen door beperkt draagvlak en geen ruimte op het net, tot een zeer sterke ontwikkeling door een hoog draagvlak en een groot effect van mitigerende maatregelen. Per modaliteit kunnen de scenario's verschillend uitpakken.



4. Resultaten

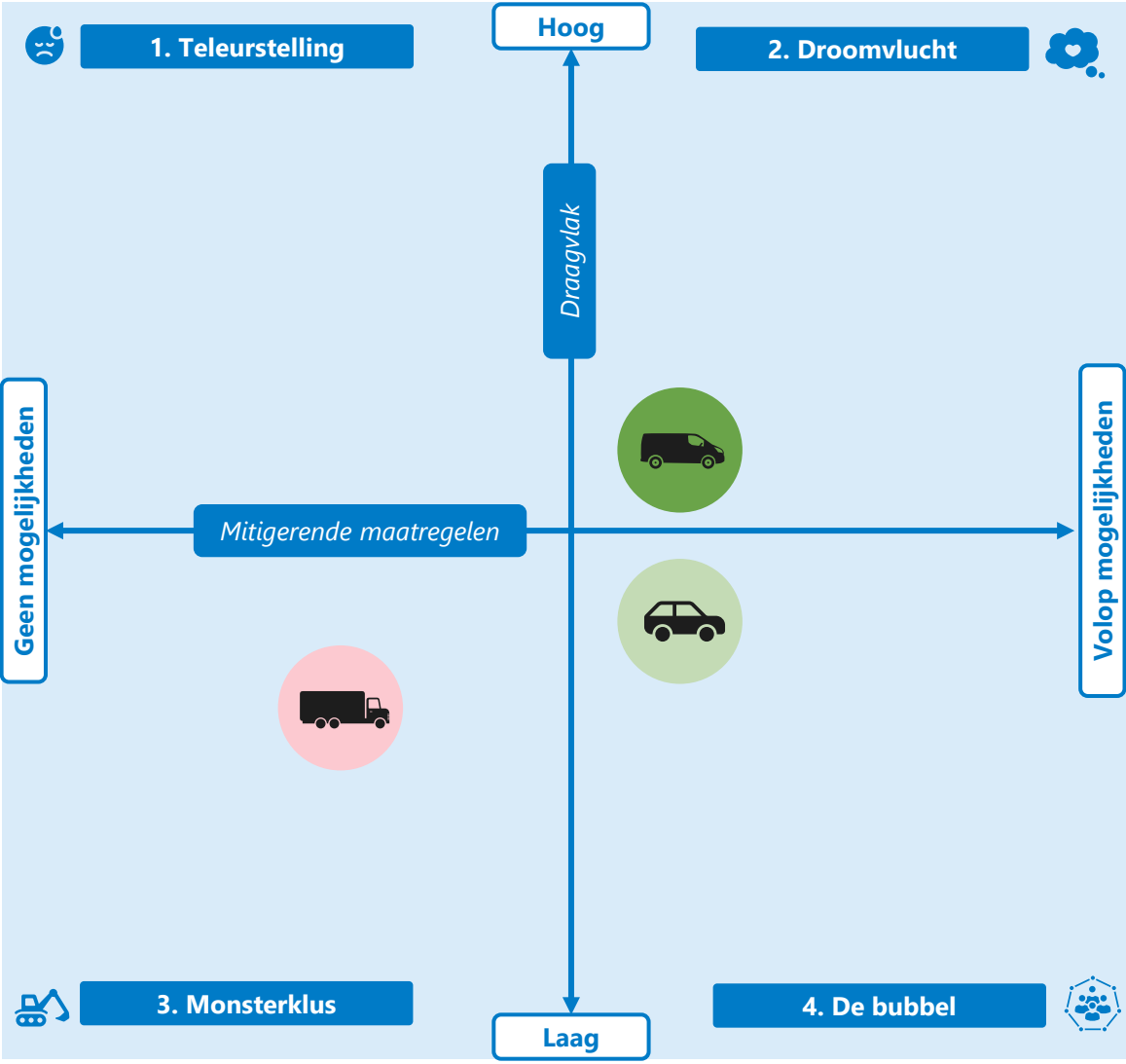
Voor lichte voertuigen vormt netcongestie geen belemmering, voor zware voertuigen wel

Op basis van een impactanalyse (zie Verdiepingsdocument B) zijn personen-, bestel- en vrachtoertuigen in de scenario's gepositioneerd.

Het draagvlak voor elektrische **persoonvoertuigen** is voornamelijk afhankelijk van prijsprikkels en technische ontwikkelingen. Drempels op dit moment voor de aanschaf zijn o.a. betaalbaarheid, actieradius en beschikbaarheid van laadinfrastructuur. Deze nemen naar verwachting steeds verder af. Persoonvoertuigen kunnen gebruik maken van een sterk bestaand en landelijk dekkende laadnetwerk van publieke, semipubliek en private laadpunten. Verdere verdichting van het laadnetwerk is vaak nog mogelijk, omdat dit vooral om nieuwe kleinverbruikersaansluitingen gaat waar op dit moment (nog) geen wachtlijsten voor zijn. Mitigerende maatregelen als 'Slim Laden' blijven nodig om het net optimaal te benutten. Netcongestie heeft voorlopig beperkt invloed op het behalen van de beleidsdoelstellingen voor persoonvoertuigen.

De gebruikskosten van elektrische **bestelvoertuigen** zijn vaak al lager dan fossiel aangedreven bestelbussen en ook de aanschafprijs is competitief. Het draagvlak wordt verder versterkt door normalisatie van elektrisch vervoer binnen de sector. De verwachting is verder dat 90-95% van bestelbussen regulier zal laden in de wijk of bij bedrijven zelf. Veel bedrijven beschikken over netaansluitingen waar laadinfrastructuur nog op inpasbaar is. De mate waarin dit mogelijk is, verschilt per bedrijf en is sterk afhankelijk van de omvang van het wagenpark. Als alternatief is inzet op mitigerende maatregelen, zoals gebruik van batterijen, slim laden en gedeelde laadoplossingen voor bedrijven, nog mogelijk. Het behalen van de beleidsdoelstelling is beperkt afhankelijk van netcongestie en de mitigerende maatregelen.

Het draagvlak voor elektrische **vrachtoertuigen** groeit, maar is nog niet groot door (verwachte) laadbelemmeringen en hoge aanschafkosten. Een deel van de bedrijven beschikt over een netaansluiting waar laadinfrastructuur nog op inpasbaar is. Uitbreiding van bestaande netaansluitingen is op dit moment beperkt mogelijk en remt de realisatie van laadinfra op eigen terrein. Ook mitigerende maatregelen zijn nu nog niet op grote schaal toepasbaar. De publieke laadinfrastructuur voor zware voertuigen is nog beperkt ontwikkeld. Hiervoor zijn nieuwe grote netaansluitingen nodig, wat op dit moment beperkt mogelijk is. De ingroei wordt daarom geremd door netcongestie en beperkte mogelijkheden van mitigerende maatregelen. Het behalen van de beleidsdoelstellingen staat onder druk.



Publieke regie als kenmerkend handelingsperspectief bij netcongestie

Het handelingsperspectief bevat voor elk scenario maatregelen die het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat kan treffen. Het handelingsperspectief omvat ook maatregelen die in elk scenario bevorderlijk zijn, dit zijn 'no-regret' maatregelen.

 1. Teleurstelling	 2. Droomvlucht	 3. Monsterklus	 4. De bubbel
❗ Stimuleren optimaal gebruik bestaand laadnetwerk. ❗ Slim en netbewust laden regelen. ❗ Gebruik van de bewezen mitigerende maatregelen stimuleren, zoals slim en netbewust laden en gebruik groene stroom van bestaande zonnepanelen. ❗ 'Stopcontact op Land' breed uitrollen. • Onder Rijksregie alternatieve laadplekken aanbieden, via o.a. de uitrol van laadinfrastructuur op strategische laadlocaties ontwikkelen zodat een basis laadnetwerk beschikbaar komt. • Financiële en procesondersteuning van mitigerende maatregelen faciliteren. • Mobiliteit onderdeel maken van keuzes over het elektriciteitsnet in de toekomst. • Verminderen van de 'elektrische verplichting' door doelen bij te stellen.	❗ Stimuleren optimaal gebruik bestaand laadnetwerk. ❗ Slim en netbewust laden regelen. ❗ Gebruik van de bewezen mitigerende maatregelen stimuleren, zoals slim en netbewust laden en gebruik groene stroom van bestaande zonnepanelen. ❗ Stopcontact op Land breed uitrollen. • Voorbereid zijn op groei: oog voor de toekomst en opschaling. • Over dimensionering van het laadnetwerk voorkomen om andere weerstanden te voorkomen.	❗ Stimuleren optimaal gebruik bestaand laadnetwerk. ❗ Slim en netbewust laden regelen. ❗ Gebruik van de bewezen mitigerende maatregelen stimuleren, zoals slim en netbewust laden en gebruik groene stroom van bestaande zonnepanelen. ❗ Stopcontact op Land breed uitrollen. • Onder Rijksregie alternatieve laadplekken aanbieden, via o.a. uitrol van laadinfrastructuur op strategische laadlocaties ontwikkelen tbv een basis laadnetwerk • Mobiliteit onderdeel maken van keuzes over het elektriciteitsnet in de toekomst • Alternatieve oplossingen voor zero emissie mobiliteit onderzoeken en inzetten. • Verminderen van de "elektrische verplichting" door doelen bij te stellen. • Aanbieden van financiële ondersteuning van batterijopslag i.c.m laadinfrastructuur (SPriLa) • Ondernemers ondersteunen door het delen van best practices.	❗ Stimuleren optimaal gebruik bestaand laadnetwerk. ❗ Slim en netbewust laden regelen. ❗ Gebruik van de bewezen mitigerende maatregelen stimuleren, zoals slim en netbewust laden en gebruik groene stroom van bestaande zonnepanelen. ❗ Stopcontact op Land breed uitrollen. • Inzet op vergroten van het maatschappelijke draagvlak voor elektrisch rijden.

❗ No-regret maatregel

5. Conclusies en aanbevelingen

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat kan regie nemen

Hieronder staan mogelijke oplossingsrichtingen die bijdragen aan het verminderen van de impact van netcongestie op de beleidsdoelen voor elektrische mobiliteit. Aanvullende oplossingsrichtingen zijn uitgewerkt in het verdiepingsdocument.

Slim laden regelen <i>no-regret voor alle scenario's, huidige voortgang is onvoldoende</i>	Actief sturen op de laadmix <i>Door gebruik bestaande locaties en minder urgentie voor nieuwe infrastructuur</i>	Publieke laadoplossingen voor logistiek mogelijk maken <i>Publieke regie op landelijk basisnetwerk</i>	Sectorale en integrale congestiedeal <i>Afspraken voor gebruik elektriciteitsnet</i>	Feitelijk beeld van de opgave <i>Meer inzicht en een feitelijk beeld van de sector</i>
1. Urgentie creëren bij alle partijen over de noodzaak voor afspraken over netbewust laden. 2. Gesprek organiseren tussen IenW, MKGG, Stedin, Liander, Enexis, NAL en eventueel IPO/VNG. 3. IBO elektriciteitskosten gebruiken om besluitvorming over slim laden te versnellen. 4. Afspraken vastleggen in akkoord 'Slim laden' tussen overheid, netbeheerders en marktpartijen.	1. Uitwerken van laadpotentie op verschillende locaties, bij bedrijven, bij publiek (toegankelijke) locaties en bij particulieren. 2. Instrumentarium ontwikkelen om te sturen op een laadmix die toeziet op maximaal gebruik van het bestaande laadnetwerk én belang van gebruik elektriciteitsnet borgt. 3. Zorgen voor implementatie instrumentarium onder regie van het Rijk, in samenwerking met NAL-regio's en sector.	1. Publiek eigenaarschap en regie nemen op ontwikkeling van landelijk dekkend netwerk voor zware voertuigen (zoals vrachtoertuigen, mobiele werktuigen en bussen). 2. Vergt samenwerking en nadere afspraken tussen Rijk en NAL-regio's die voortbouwen op de Samenwerkingsovereenkomst Regionale Aanpak Laadinfrastructuur II. NAL-werkgroep(en) en vliegende brigade kunnen hierin ondersteunen.	1. Maken van sectorafspraken voor zwaar vervoer tussen overheid, netbeheerders en de logistieke sector. Focus ligt op het geven van duidelijkheid aan partijen op de mogelijkheden om te laden, binnen de kaders van de beschikbare transportcapaciteit. 2. Maken van afspraken tussen aanbestedende diensten (overheden en semi-overheden) over de elektrificatie van het wagenpark, en de inpassing van laadinfrastructuur op het net. 3. Nemen van een initiatief voor sector overstijgende afspraken voor het gebruik van transportvermogen. Een integrale sectordeal voor sectoren als mobiliteit, gebouwde omgeving en industrie.	1. Verbeteren van modellen over de impact van netcongestie op beleidsdoelstellingen in de Klimaat- en Energieverkenning. 2. Inzet op gedeelde aannames en modellen voor onder andere prognoses 3. Opstellen en bijhouden van onderzoeksvragen die bijdragen aan het vergroten van het inzicht in netcongestie i.r.t. elektrische mobiliteit samen met de NAL-werkgroep Logistiek. Een eerste verzameling is opgenomen in Verdiepingsdocument F. 4. Integratie van deze onderzoeken in LAN slimmer inzicht.



Verdiepingsdocument



Betrokken experts en werkwijze

- Voor het ministerie van IenW is het van belang dat de uitkomsten van deze scenariostudie breed gedragen zijn. Tevens heeft zij zelf niet de expertise om een analyse te maken van de huidige en toekomstige situatie zonder betrokkenheid van kennishouders en experts
- In 2024 zijn verschillende experts in drie bijeenkomsten gevraagd om bij te dragen aan de inhoud van deze scenariostudie
- Zij hebben bijgedragen aan zowel de vorm als de inhoud
- Uiteindelijk is IenW penvoerder van deze scenariostudie en verantwoordelijk voor de uitkomsten en gemaakte keuzes in het voorliggende eindrapport
- De geraadpleegde experts zijn:
 - CE Delft, Lucas van Cappellen en Matthijs Otten
 - Netbeheer Nederland, Rob Martens
 - Ministerie van Klimaat en Groene Groei, Robert van Heel en Micha Rots
 - Nederlandse Vereniging voor Duurzame Energie, Hilbert Michel
 - ElaadNL, Rutger de Croon
 - Nationale Agenda Laadinfrastructuur Werkgroep Logistiek, Robert van den Hoed
 - Nationale Agenda Laadinfrastructuur Vliegende Brigade, Jesper van der Velden
 - Autoriteit Consument en Markt, Dennis Holtrop en Chris Kwikkers
 - TNO, Maarten Verbeek
 - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rob Mouris

Duiding netcongestie

Om een beter begrip te krijgen van netcongestie en schaarste op het elektriciteitsnet, eerst wat meer inzicht in de opbouw van het elektriciteitsnet.

Opbouw van het elektriciteitsnet

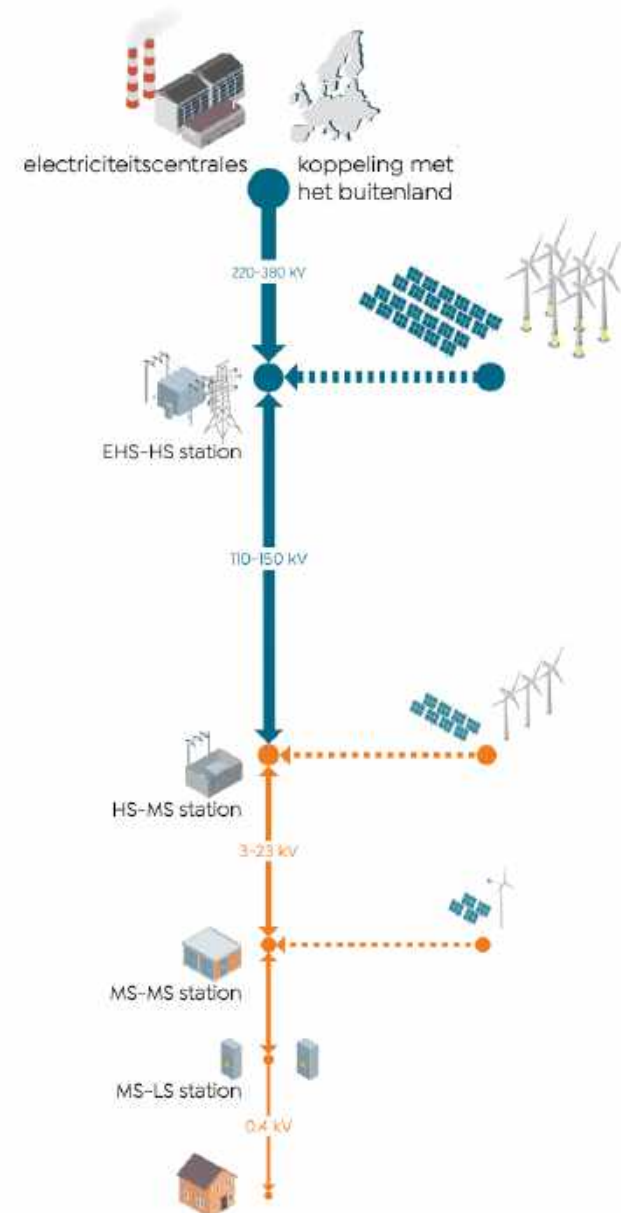
Het Nederlandse elektriciteitsnet bestaat uit 3 niveaus: het **hoogspanningsnet** transporteert elektriciteit (380 tot 110 kV) vanuit energiecentrales naar een onderstation (HS/MS station). Vanaf het onderstation gaat elektriciteit via het **middenspanningsnet** (3-23 kV) via regel- en verdeelstations (MS/MS of MS-T) naar transformatorstations (MS/LS of MS-D station). Transformatorstations zetten de elektriciteit vervolgens om naar laagspanning. Het **laagspanningsnet** (400 Volt) transporteert elektriciteit vervolgens naar (bijvoorbeeld) woonwijken. Afhankelijk van de omvang de netaansluitingen zijn afnemers op verschillende niveaus op het elektriciteitsnet aangesloten.

Netcapaciteit

Alle onderdelen van het elektriciteitsnet, onderstations, verdeelstations, transformatoren en kabels, hebben een maximale capaciteit aan elektriciteit die op een moment “verplaatst” kan worden. “Verplaatsen” gaat zowel over afname als invoeding van elektriciteit. Dit is de maximaal beschikbare netcapaciteit.

Bij de dimensionering van de netinfrastructuur is de gelijktijdigheid van belang. Niet elke netaansluiting kent eenzelfde gebruikersprofiel en wordt op hetzelfde moment maximaal gebruikt. Daarmee is de gelijktijdige vermogensbehoefte over meerdere aansluitingen lager dan het totaal van individuele piekvermogens. Het totaal aan gecontracteerd vermogen op het net kan daarmee hoger zijn dan het vermogen dat fysiek door het net geleverd kan worden. Door toenemende mate van gelijktijdigheid kan de druk op de bestaande netten dus toenemen.

Illustratie gelijktijdigheid



Duiding netcongestie

Netcongestie

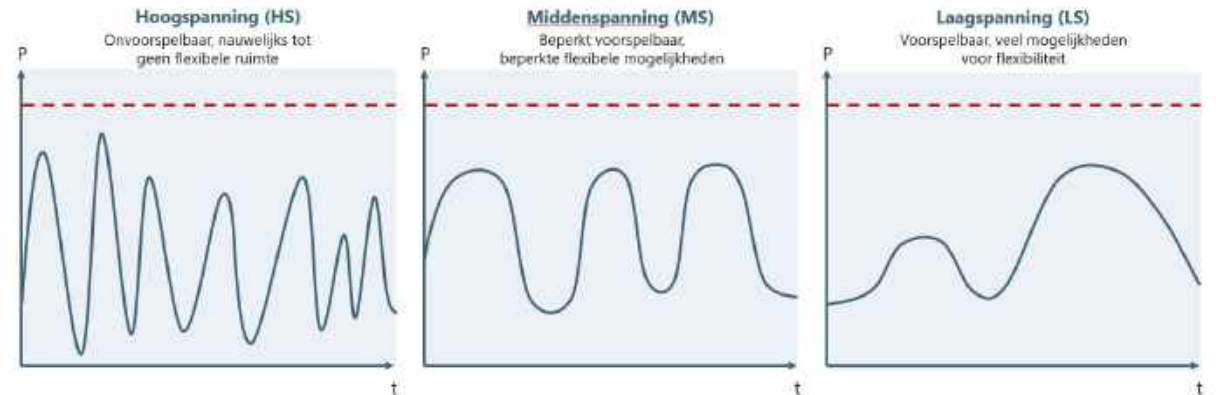
Wanneer is sprake van netcongestie?

Er is sprake van netcongestie als de vraag naar transport van elektriciteit op een moment groter is dan de transportcapaciteit van het net. Congestie kan voorkomen op alle onderdelen van het elektriciteitsnet (verdeelstations, transformatorstations, kabels) en daarmee op alle niveaus (laagspanning, middenspanning en hoogspanning). Om overbelasting (overspanning, storingen) te voorkomen, willen netbeheerders netcongestie voorkomen. Dit doen ze bijvoorbeeld nu door geen nieuwe of zwaardere aansluitingen, inclusief gecontracteerd transportcapaciteit, toe te staan, maar bij aanvragers aan te geven wanneer ze in de toekomst een netaansluiting kunnen verwachten. En door omvormers van zonnepanelen tijdelijk uit te schakelen als er te veel stroom wordt geleverd. Technisch gezien is het beter om te spreken van *schaarste* op het net, of *verwachte netcongestie*, maar deze schaarste wordt in het algemeen netcongestie genoemd.

Op dit moment is er op verschillende locaties in Nederland sprake van verwachte congestie doordat op termijn de vraag naar transport van elektriciteit groter is dan de op dit moment beschikbare transportcapaciteit. Om deze toenemende vraag te accommoderen in het elektriciteitsnet zijn netuitbreidingen (ook wel: netverzwaringen) nodig. Zodra het niet zeker is dat er tijdig voldoende netuitbreiding plaatsvindt is sprake van verwachte netcongestie.

Verschillen tussen netvlakken

Het "belastingprofiel" (afwisseling tussen momenten van veel en weinig capaciteitsvraag) van het elektriciteitsnet varieert per netvlak. Inzicht en voorspelbaarheid van de profielen varieert per netvlak en ook per regio en netvlak in Nederland. Dit inzicht is nog volop in ontwikkeling. Het profiel op het hoogspanningsnet is het minst inzichtelijk waardoor voorspelbaarheid onzeker is evenals de vrije ruimte. Het profiel van het laagspanningsnet is het meest voorspelbaar (tijdstippen waarop huishoudens veel elektriciteit gebruiken). Het spreiden van elektriciteitsvraag, ook wel het opvullen van de vrije ruimte, leidt tot een vlakker profiel. Echter de profielen op midden- en laagspanning kunnen niet zondermeer opgevuld worden, omdat dit de belasting van het hoogspanningsnet kan vergroten, waarbij onbekend is of op die momenten ook voldoende ruimte is. De impact van het spreiden van elektriciteitsvraag op de (verwachte) netcongestie varieert dan ook per gebied en niveau in het elektriciteitsnet.



Mitigerende maatregelen

Lokale oplossingsrichtingen

Particulieren, overheden of bedrijven die geconfronteerd worden met netcongestie kunnen zelf diverse maatregelen treffen. Met daarbij onderscheid tussen individuele en collectieve oplossingen. Individuele oplossingen kan een bedrijf zelf achter de netaansluiting realiseren. Bij een collectieve oplossing wordt een netaansluiting gedeeld met andere partijen en is dus samenwerking noodzakelijk. Voor al deze oplossingen geldt dat extra inspanningen gevraagd worden van een particulier, overheid of bedrijf waardoor de kosten van laden toenemen.

No-regret

Slim Laden

Het geautomatiseerd aansturen van een laadsessie van één of meerdere elektrische voertuigen. Het aansturen kan in tijd (moment van laden), vermogen (laadsnelheid) en/of stroomrichting (opladen of ontladen). Het doel hiervan is een optimalisatie van vraag en aanbod van energie, waarbij rekening wordt gehouden met de grenzen van het energiesysteem. Deze optimalisatie is ook gericht op voordelen voor de eindgebruiker in termen van kosten en/of klimaat. Deze aansturing zorgt dus voor het verminderen van pieken in de energievraag.

Lokale opwek (aanbod) in relatie tot verbruik

Het lokaal opwekken van energie met behulp van zonne-energie of windenergie. Dit kan bijvoorbeeld lokaal op het bedrijventerrein zelf, of op de daken van het huis van een particulier. Hieronder valt ook het opwekken van duurzame energie in de lokale omgeving van de eindgebruiker. De afstand die de stroom hoeft af te leggen is dan maar kort.

Flexibel laden

Aanpassen ritten- en laadschema

Dit betreft een maatregel die voornamelijk de bedrijfsvoering van een bedrijf raakt. Het gaat hier om het aanpassen van de ritten die bijvoorbeeld vrachtvoertuigen maken. In plaats van tegelijkertijd meerdere voertuigen aan laadpunten te koppelen, wisselen de voertuigen elkaar af. Hierdoor neemt de piekbelasting van het net af. Dit vraagt dus om een aanpassing van het schema waarop voertuigen hun diensten draaien.

Alternatieve Transportrechten

Alternatieve transportrechten zijn het juridisch kader voor het toepassen van energiesturing en daarmee het laden van voertuigen binnen de grenzen van het net. Hierbinnen vallen meerdere contractvormen waarbij het recht op het transport van stroom wordt aangepast naar de capaciteit van het net.

De huidige contractvormen zijn het tijdsduurgebonden contract, het tijdsblokgebonden contract, het Capaciteitsbeperkend contract, Een Groepstransportovereenkomst (zie Laadplein) en Cable Pooling. Bij een tijdsduurgebonden contract heeft de aangeslotene recht op transport gedurende een vastgesteld aantal uur per jaar. Een andere vorm is het tijdsblokgebonden contract. Hierbij levert de netbeheerder slechts op specifieke momenten transportcapaciteit aan een aangeslotene, in ruil hiervoor betaalt de aangeslotene een lager tarief. Bij een capaciteitsbeperkend contract heeft een aangeslotene in principe 24/7 het recht om gebruik te maken van de verleende capaciteit, maar wordt er overeengekomen dat de aangeslotene dat tegen een vergoeding op specifieke momenten niet doet. Bij cable pooling maken meerdere installaties gebruik van één aansluiting. Hierbij wordt stroom vanuit meerdere installaties teruggeleverd aan het net via één kabel. Dit is eigenlijk alleen van toepassing bij duurzame opwek.

Mitigerende maatregelen

Lokale oplossingsrichtingen

Lokaal samenwerken

Laadplein

Op een laadplein staan meerdere laadpunten bij elkaar. Hier wordt gebruikgemaakt van een groepstransportovereenkomst (GroepsTO). De GroepsTO houdt in dat een bestaande of nieuwe netaansluiting gedeeld wordt door twee of meer gebruikers. Het kan gaan om opwek, afname of een combinatie daarvan. Omdat gebruikers een netaansluiting delen zijn aanvullende overeenkomsten en afspraken nodig.

Energiehubs

Een energiehub is een manier van samenwerken. Het is dus geen juridische contractvorm. De energiehub als zodanig wordt gefaciliteerd door de eerder genoemde Groepstransportovereenkomst. De samenwerkingsvorm van energiehubs zijn in ontwikkeling bij de netbeheerders, en hierbij maken meerdere aangeslotenen gebruik van de beschikbare capaciteit van de gezamenlijke aansluitingen. Zo kunnen de aangeslotenen gebruikmaken van de vrije ruimte die nabijgelegen aangesloten bedrijven op bepaalde momenten van de dag hebben. De samenwerkende bedrijven behouden wel hun eigen aansluiting bij de netbeheerder, maar zij verdelen dus het gecontracteerde vermogen dat ze van de netbeheerder krijgen. Dit vraagt om goede onderlinge afspraken tussen de bedrijven.

Opslag

Batterij

Een lokale batterij die eigendom is van een particulier of bedrijf. Deze batterij biedt een extra aanbod aan elektriciteit. Dit alternatieve aanbod kan worden ingezet op momenten dat er sprake is van piekbelasting op het net of op momenten dat er juist te weinig stroom geleverd kan worden vanuit het net. Een batterij wordt op dalmomenten – d.w.z. op momenten dat er geen tot minder stroom nodig is vanuit het huishouden of het bedrijf – opgeladen, zodat deze op piekmomenten juist ingezet kan worden. De toepasbaarheid is altijd afhankelijk van de lokale congestiesituatie.

Aggregaat

Het sluitstuk van mitigerende maatregelen is een aggregaat. Een aggregaat zet brandstoffen om in stroom. De brandstoffen zijn op dit moment veelal fossiel, maar dit kunnen ook duurzame brandstoffen zijn. Een aggregaat wordt meestal kort ingezet op momenten dat het net te weinig stroom kan leveren. Er gaat ook veel energie verloren bij deze vorm van energie-opwek, dus vandaar dat een aggregaat vaak maar kort draait.

Alternatieve oplossingsrichtingen in geval van netcongestie

Alternatieve oplossingsrichtingen voor overheden, bedrijven of particulieren zijn bijvoorbeeld het uitwijken naar een andere locatie waar vermogen beschikbaar is, inzet op een andere laadmix, inzetten op andere vormen van mobiliteit zoals deelmobiliteit, een keuze voor een andere energiedrager of het uitstellen van de transitie naar zero emissie mobiliteit.

De beleidsdoelstellingen en bestaande outlooks van modaliteiten

Op Europees en nationaal niveau

Nederland moet in 2050 de uitstoot van broeikasgassen met 95% gereduceerd hebben ten opzichte van 1990, terwijl voor 2030 een tussentijds streefdoel is gesteld van 49% broeikasgasreductie. Om dit te bereiken is voor een aantal modaliteiten een beleidsdoel afgesproken, zoals opgenomen in het Klimaatakkoord, afgesloten convenanten en internationale afspraken. Van de internationale afspraken heeft het Europees bronbeleid de meeste invloed op de groei van het aantal elektrische voertuigen. Voor andere modaliteiten geldt een ambitie of een beleidsmaatregel ter bereiking van het beleidsdoel. Al deze doelen en ambities zijn gericht op het behalen van het hoofddoel: klimaatneutraal in 2050. Voor doelgroepen- en taxivervoer evenals afval- en reinigingsvoertuigen en touringcars geldt dat doelstelling voor deze sector geformuleerd zijn, maar deze modaliteiten in prognoses onder andere modaliteiten worden meegenomen op basis van de voertuigcategorie (M1, M3, N1, N2 of N3). Daarom zijn de aantallen en energievraag voor deze modaliteiten leeg gelaten. Al deze modaliteiten hebben een laadbehoefte. Het voorzien in laadbehoefte en het creëren van laadzekerheid is het doel. De wijze waarop dat ingevuld wordt, is daarom bewust niet in aantal laadpunten per modaliteit uitgedrukt.

Bronnen voor doelstellingen per modaliteit

Personenauto's

- [EU Fit for 55, Wijziging regeling bevordering schone wegvoertuigen, Klimaatakkoord C2.2](#)

Bestelvoertuigen

- [EU Fit for 55, Wijziging regeling bevordering schone wegvoertuigen, Klimaatakkoord C2.1](#)

Vrachtvoertuigen

- [Wijziging verordening \(EU\) 2019/1242, Kamerbrief verduurzaming vrachtwagens, Wijziging regeling bevordering schone wegvoertuigen, Klimaatakkoord C2.1](#)

Doelgroepen- en taxivervoer

- [EU Fit for 55, Klimaatakkoord C2.3, Bestuursakkoord Zero-Emissie Doelgroepenvervoer, Zero-emissie taxi routekaart](#)

OV- en autobussen

- [Wijziging verordening \(EU\) 2019/1242, Klimaatakkoord C2.3, Wijziging regeling bevordering schone wegvoertuigen, Klimaatakkoord C2.3](#)

Afval- en reinigingsvoertuigen

- [Wijziging verordening \(EU\) 2019/1242, Wijziging regeling bevordering schone wegvoertuigen](#)
- [Convenant Duurzame Voertuigen en Brandstoffen in de Reinigingsbranche, Klimaatakkoord C2.1](#)

Bouwmaterieel

- [Convenant Schoon en Emissieloos Bouwen](#)

Touringcars

- [Afsprakenkader Emissieloos Touringcarvervoer](#)

Bestaande outlooks (ElaadNL, 2024)

Modaliteit	Huidig markt-aandeel elektrisch	Prognose aantal & markt-aandeel elektrisch		Prognose e-vraag (TWh per jaar)	
	2024*	2035	2050	2035	2050
Personenauto's	6%	4.516.434 (47%)	10.004.110 (100%)	13	26
OV-bussen	36%	4.700 (95%)	-	0,6	-
Bestelauto's	3,1%	602.553 (54%)	1.196.449 (100%)	3,7	7,3
Trucks	0,7%	60.177 (36%)	147.362 (85%)	4,5	11,1
Binnenvaart - containervaart	<0,1%	97 (51%)	-	0,1	-
Mobiele werktuigen in de bouw	Onbekend	126.812 (80%)	158.900 (100%)	1	2,3

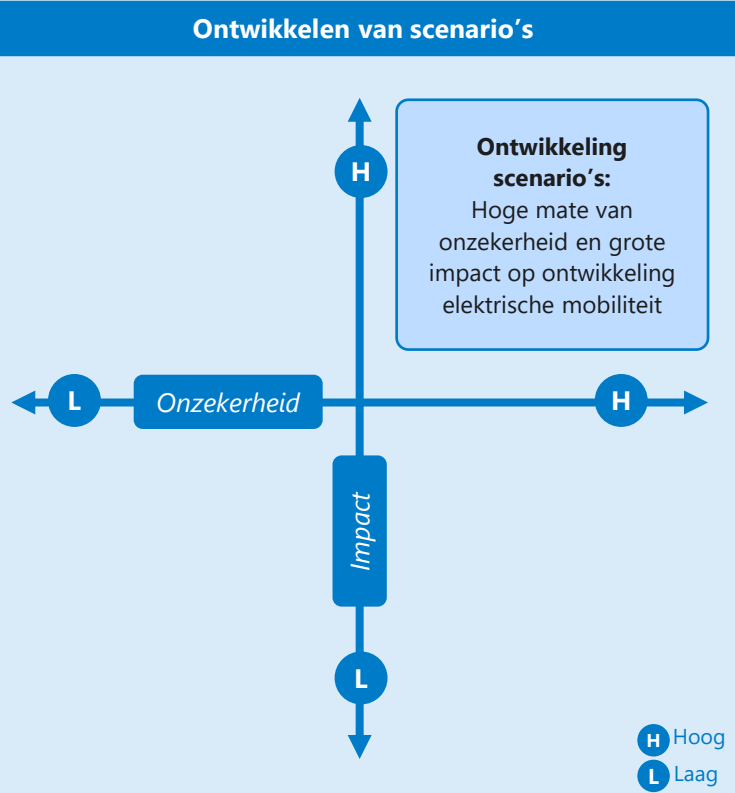
* Cijfers t/m december 2024 (RVO Dashboard Elektrisch Vervoer)

Bron: Verwachting onderzoekers ElaadNL: 'Bijna alle trucks en bestelwagens elektrisch in 2050' • ElaadNL

Het ontwikkelen van de scenario's

Om tot toekomstscenario's voor elektrische mobiliteit te komen zijn verschillende ontwikkelingen in beeld gebracht. De ontwikkelingen met de grootste verwachte impact en hoogste mate van onzekerheid zijn de basis voor de toekomstscenario's voor elektrische mobiliteit. Hierbij gaat het om ontwikkelingen waar het Rijk – en in het bijzonder het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat met de bijbehorende bewindspersonen – geen directe invloed heeft. De scenario's gaan daarmee over wat buiten de invloedssfeer ligt en waarop acteren nodig is. Hieruit komen twee drivers voor de assen van de scenario's naar voren:

- **Verwachte effect van mitigerende maatregelen voor het omgaan met netschaarste:** betreft het effect van mitigerende maatregelen om op plekken met netschaarste nieuwe laadinfrastructuur te kunnen ontwikkelen. Bepalende factoren zijn onder andere de kans op succes van mitigerende maatregelen, verwachte ontwikkeling in de toekomst en de mogelijkheden die daaruit ontstaat om (nieuwe) aansluitingen te krijgen met voldoende transportcapaciteit.
- **Draagvlak voor elektrische mobiliteit:** betreft de brede maatschappelijke bereidwilligheid om te kiezen voor elektrische mobiliteit. Bepalende factoren hiervoor zijn onder financieel, technisch, sociaal en juridisch georiënteerd.



#	Ontwikkeling	Onzekerheid	Impact
1	Komende 10 tot 15 jaar is netcapaciteit beperkt	L	H
2	Uitbouwen van netcapaciteit heeft lange doorlooptijd	L	H
3	Elektrisch rijden wordt voor iedereen financieel aantrekkelijk	L	H
4	Op regionaal niveau ontstaan verschillen in beschikbare netcapaciteit en mogelijkheden voor laadinfrastructuur	L	H
5	Energiesysteem wordt leidend voor de locaties waar ontwikkeling van laadinfrastructuur mogelijk is	L	H
6	Toekomstig laadgedrag verandert t.o.v. huidig laadgedrag	L	H
7	Toenemende Europese, nationale en regionale verplichtingen voor elektrificatie	L	H
8	Ontwikkeling in draagvlak voor elektrische mobiliteit	H	H
9	Mate van impact van mitigerende maatregelen voor netcapaciteit	H	H
10	Mate van organisatiegraad op bedrijventerreinen is beperkt	L	L
11	Elektrisch vervoer zien als oplossing voor beperkte netcapaciteit	L	L
12	Gebrekkig inzicht in toekomstige netcapaciteit voor mobiliteit	L	H
13	Geen "gereserveerde" ruimte voor elektrisch vervoer op het elektriciteitsnet	L	H
14	Politieke keuzes over netverzwaring en prioritering van beschikbare netcapaciteit	H	H

De methode van de scenario's

Opbouw scenario's en invulling van de modaliteiten

De assen van de scenario's bestaan uit: draagvlak voor elektrische mobiliteit en de impact van mitigerende maatregelen. Deze assen leiden tot vier onderscheidende kwadranten: vier scenario's.

1. Draagvlak voor elektrische mobiliteit is hoog, impact van mitigerende maatregelen is hoog. Dit scenario noemen we **de droomvlucht**. De doelstellingen voor elektrische mobiliteit kunnen behaald worden.
2. Draagvlak voor elektrische mobiliteit is laag, impact van mitigerende maatregelen is hoog. Dit scenario noemen we **de bubbel**. Slechts een deel van de doelstellingen voor elektrische mobiliteit zullen behaald worden, door toedoen van factoren in de mobiliteitssector.
3. Draagvlak voor elektrische mobiliteit is hoog, impact van mitigerende maatregelen is laag. Dit scenario noemen we **de teleurstelling**. De doelstellingen worden deels behaald, maar de potentie van de transitie in mobiliteit wordt niet ingevuld door netcongestie en de mogelijkheid om dat te mitigeren.
4. Draagvlak voor elektrische mobiliteit is laag, impact van mitigerende maatregelen is laag. Dit scenario noemen we **de monsterklus**. De doelstellingen worden zeker niet gehaald.

Iedere modaliteit wordt voor de huidige situatie geplotted in het kwadrant. Een schets van verwachte ontwikkelingen is gemaakt op basis van kennis van nu. Voor iedere modaliteit is in het verdiepingsdocument een uitwerking gemaakt om de positie op de horizontale as te bepalen. Dat gebeurt voor de huidige situatie en de toekomst op basis van:

- Het type laadvoorzieningen inclusief de wijze (aansluitcategorie en netvlak) waarop dit type laadvoorziening aansluit op het net.
- Per type laadvoorziening is een kwalitatieve expertinschatting gemaakt van de mogelijkheid om de benodigde netaansluiting met capaciteit te verkrijgen in de huidige situatie. Dit is geclassificeerd middels een groen, geel, oranje rood markeringsysteem.
- Vervolgens is de kansrijkheid van mitigerende maatregelen nu en in de toekomst, ook middels een expertinschatting toegevoegd.
- De combinatie van de mogelijkheid tot het verkrijgen van een netaansluiting met de benodigde capaciteit en de kansrijkheid van mitigerende maatregelen geeft per type laadvoorziening inzicht in waar laadvoorziening zich op de horizontale as bevindt. Voor de uitvoerbaarheid van de scenariostudie is gekozen om op basis van de verhouding van de type laadvoorzieningen in de laadmix, één conclusie per modaliteit te trekken.

Voor de positiebepaling van de verticale as, worden variabelen gewogen in vier categorieën: financieel, technisch, sociaal en juridisch¹²³. Voor alle variabelen wordt voor de huidige situatie en verwachte ontwikkeling een inschatting gegeven. Deze beschrijving wordt toegevoegd aan de verdieping per modaliteit. Samen bepalen deze uitkomsten de positie van de modaliteit op de verticale as

Financiële Variabelen

- Totale eigendomskosten (TCO): de totale kosten van het bezit van een elektrische auto in vergelijking met conventionele voertuigen is een cruciale factor.
- Aankoopprijs: De initiële kosten van elektrische voertuigen in vergelijking met conventionele auto's.
- Overheidsincentives: Subsidies, belastingvoordelen of andere financiële prikkels om de adoptie van elektrische mobiliteit te bevorderen.

Technische Variabelen

- Batterijbereik: de afstand die een elektrisch voertuig kan afleggen op een volle lading
- Opladinfrastructuur: de beschikbaarheid en verspreiding van oplaadstations, inclusief publieke, werkplek- en thuislaadopties.
- Oplaadsnelheid: de tijd die nodig is om een elektrische auto op te laden, inclusief snelladers.
- Verbeteringen batterijtechnologie: vooruitgang in batterijcapaciteit, levensduur en efficiëntie.
- Voertuigprestaties: versnelling, topsnelheid en algehele rijervaring van elektrische voertuigen

Sociale Variabelen

- Milieubewustzijn: publieke kennis over de milieuvoordelen van elektrische voertuigen, waaronder verminderde CO₂-uitstoot.
- Consumentenvoorkeuren: Veranderende houding ten opzichte van elektrische voertuigen en duurzame mobiliteit.
- Bewustzijn en educatie: Publieke kennis over elektrische voertuigen en hun voordelen.

Juridische en Regelgevende Variabelen

- Opladstandaarden: standaardisatie van oplaadinfrastructuur en protocollen.
- Beleid voor netintegratie: regelgeving die de integratie van elektrische voertuigen met het elektriciteitsnet ondersteunt, inclusief slim opladen en V2G-technologieën.
- Bouwvoorschriften: regelgeving die vereist dat nieuwe gebouwen laadinfrastructuur opnemen.

Ontwikkelingen voor bepaling van scenario-assen

Om te komen tot scenario's zijn de voornaamste ontwikkelingen die volgen vanuit bestaande onderzoeken, experts en belanghebbenden in beeld gebracht. In deze bijlage worden deze ontwikkelingen verder toegelicht.

1. Komende 10 tot 15 jaar is netcapaciteit beperkt

Lage onzekerheid, hoge impact

Er wordt steeds meer elektriciteit gebruikt en teruggeleverd, terwijl het huidige elektriciteitsnet hier niet op is berekend. Hierdoor raakt het net steeds voller door de energietransitie, waardoor er inmiddels meer dan 9000 bedrijven wachten voor een aansluiting op het net¹. De [capaciteitskaart van Netbeheer Nederland](#) laat zien dat er landelijk sprake is van netcongestie. Zoals het er nu voor staat, is met zekerheid te zeggen dat er de komende 10 jaar sprake zal zijn van beperkte netcapaciteit.² Tegelijkertijd is de impact groot – voor de elektrificatie van het Nederlandse wagenpark is het bijvoorbeeld essentieel dat laadinfrastructuur tijdig aangesloten wordt.

2. Uitbouwen van netcapaciteit heeft lange doorlooptijd

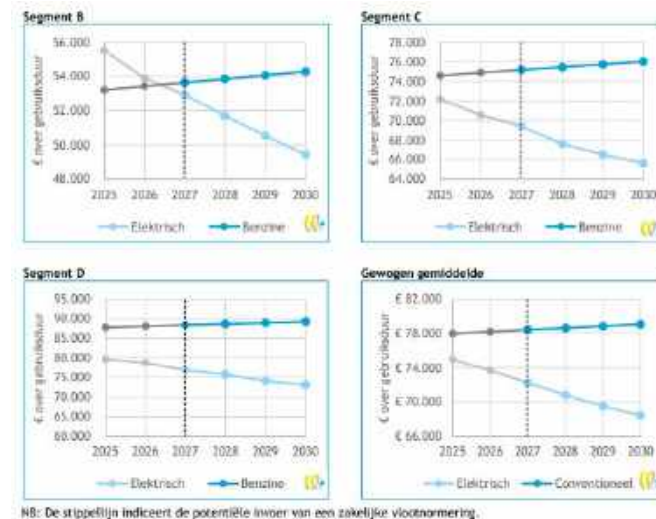
Lage onzekerheid, hoge impact

Het aanleggen van een nieuwe elektriciteitslijn is een langdurig proces, van planvorming en vergunningsaanvragen tot de daadwerkelijke bouw.⁴ TenneT verwacht bijvoorbeeld een doorlooptijd van 10+ jaar bij verschillende uitbreidingen op het hoogspanningsnet in Limburg, Noord-Brabant en Noord-Holland.⁵⁶ Deze ontwikkeling is ook te zien in de bovengenoemde capaciteitskaart.

3. Elektrisch rijden wordt voor iedereen financieel aantrekkelijk

Lage onzekerheid, hoge impact

Uit onderzoek van CE Delft blijkt dat de totale kosten van elektrische auto's (d.w.z. aanschaf- en gebruikskosten) al vanaf 2025 gunstiger zijn dan die van een fossiel aangedreven auto voor werkgevers. Ook is de verwachting dat de aanschafprijs van elektrische auto's vanaf 2030 niet hoger zal zijn dan fossiel aangedreven auto's. Hierdoor is het aannemelijk dat elektrisch rijden steeds aantrekkelijker wordt voor het brede publiek. De impact hiervan is groot: indien het aandeel elektrische auto's stijgt naar 66% in 2030 door de invoering van een nul-emissievlootnormering, zal dit al een jaarlijkse CO2-reductie van ~0,7 Mton opleveren⁷. Tegelijkertijd betekent een dergelijke toename dat er veel nieuwe laadinfrastructuur aangelegd moet worden. In de NAL is immers afgesproken dat er in 2030 1,7 miljoen laadpunten in Nederland verwacht worden, terwijl er eind mei 2024 nog 56.000 laadpunten stonden in Nederland⁸. I.c.m. het netcongestieproblematiek brengt dit grote uitdagingen met zich mee.



Figuur A2. totale kosten van eigendom voor zakelijke personenauto's (elektrisch vs. fossiel) over een gebruiksduur van 5 jaar.⁹

4. Op regionaal niveau ontstaan verschillen in beschikbare netcapaciteit en mogelijkheden om laadinfrastructuur uit te breiden

Lage onzekerheid, hoge impact

De capaciteitskaart laat zien dat er nu al grote regionale verschillen zijn in beschikbare netcapaciteit. Zo stonden er eind september 2024 meer dan negenhonderd aanvragen op de wachtlijst voor elektriciteitsafname in Utrecht op het laagspanningsnet, terwijl er minder dan zestig wachtenden waren in Zuid-Holland⁴. Door deze regionale verschillen ontstaan er grote verschillen tussen regio's bij de uitbreiding van laadinfrastructuur en is de impact groot.

¹<https://www.kenter.nu/nieuws/netcongestie-inzicht-in-de-wachtlijsten/>

²<https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-presenteert-pakket-aan-maatregelen-tegen-netcongestie>

³<https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>

⁴https://netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Corporate_Brochures/Brochure_Hoogspanninglijnen_2017.pdf

⁵<https://www.tennet.eu/nl/projecten/provincies/limburg/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven>

⁶<https://www.tennet.eu/nl/projecten/provincies/noord-holland/380-kv-noord-holland-noord>

⁷https://www.nvde.nl/wp-content/uploads/2024/06/CE_Delft_230456_Betaalbaarheid_elektrische_zakelijke_vloot_Def.pdf

⁸<https://nos.nl/artikel/2339921-plan-voor-honderdduizenden-extra-laadpalen-overheid-legt-30-miljoen-neer>

⁹https://www.nvde.nl/wp-content/uploads/2024/06/CE_Delft_230456_Betaalbaarheid_elektrische_zakelijke_vloot_Def.pdf

¹⁰<https://www.stedin.net/zakelijk/energietransitie/beschikbare-netcapaciteit/wachtlijst>

Ontwikkelingen voor bepaling van scenario-assen

5. Energiesysteem wordt leidend voor de locaties waar ontwikkeling van laadinfrastructuur mogelijk is

Lage onzekerheid, hoge impact

Door de beperkingen in het net is het in sommige gebieden niet mogelijk om voor 2030 voldoende laadinfrastructuur te ontwikkelen. Aangezien netcongestie volgens het ACM tenminste de komende 10 jaar wijdverspreid zal aanhouden, vormt dit in potentie een grote belemmering voor de transitie naar elektrisch vervoer¹.

6. Toekomstig laadgedrag verandert t.o.v. de huidige situatie

Lage onzekerheid, hoge impact

Een toename aan elektrische auto's en mitigerende maatregelen zoals slim laden en tijdblok-gebonden contracten zullen ongetwijfeld het toekomstige laadgedrag veranderen t.o.v. de huidige situatie. In figuur A3 is een weergave gegeven van de laadprofiel van 100 elektrische voertuigen door de dag heen – hierin is te zien hoe groot het verschil in gevraagde netcapaciteit is bij regulier laden versus slim [netbewust] laden².

7. Toenemende Europese, nationale en regionale verplichtingen voor elektrificatie

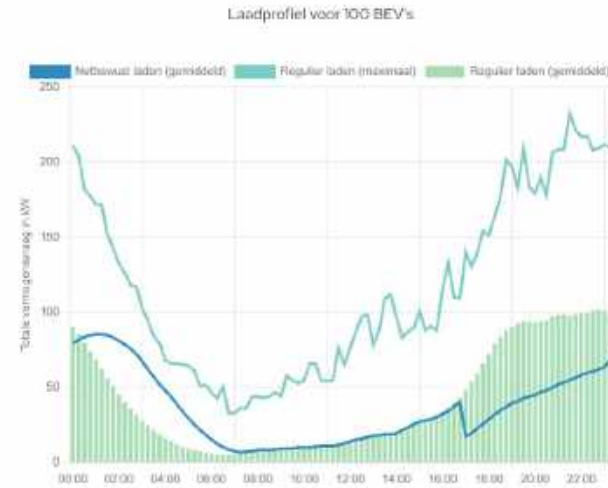
Lage onzekerheid, hoge impact

Er is duidelijke Europese wetgeving om de klimaatdoelen te behalen, zoals de Green Deal en de doelstellingen voor emissievrije personenauto's vanaf 2035^{3,4}. Ook op nationaal en regionaal niveau is er een toenemende hoeveelheid vastgestelde verplichtingen.

8. Ontwikkeling in draagvlak voor elektrische mobiliteit

Hoge onzekerheid, hoge impact

Uit onderzoek van de Nationale Nederlanden blijkt dat misvattingen en vooroordelen de transitie naar duurzaam vervoer stagneren⁵. Zo zijn veel mensen en bedrijven niet bekend met toekomstige wetgeving rondom duurzaamheid en zijn er hardnekkige misvattingen rondom de totale kosten van eigendom; bijna driekwart van de respondenten gelooft ten onrechte dat het maandelijkse onderhoud van EV's duurder is dan bij fossiele auto's. Dit heeft grote gevolgen voor de mate waarin elektrificatie succesvol zal zijn voor het behalen van de klimaatdoelen. Het heeft ook grote gevolgen voor de netcapaciteit: als er wel veel draagvlak is voor elektrisch vervoer betekent dit een hogere urgentie voor de implementatie van laadinfrastructuur e.d..



Figuur A3. Laadprofiel 100 BEV's door de dag heen¹.

¹<https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-presenteert-pakket-aan-maatregelen-tegen-netcongestie>

²<https://elaad.nl/update-elaad-outlook-personenautos-versnelling-groei-elektrische-autos-na-2030-verwacht/>
<https://elaad.nl/update-elaad-outlook-personenautos-versnelling-groei-elektrische-autos-na-2030-verwacht/>

³ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_en

⁴ <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20221019STO44572/eu-ban-on-sale-of-new-petrol-and-diesel-cars-from-2035-explained>

⁵ <https://www.nn.nl/nieuws/misvattingen-en-kennisgebrek-stagneren-transitie-duurzaam-vervoer/>

Ontwikkelingen voor bepaling van scenario-assen

9. Mate van impact van mitigerende maatregelen voor netcapaciteit

Hoge onzekerheid, hoge impact

De mate waarin mitigerende maatregelen een impact hebben op netcongestie heeft een grote invloed op de mate waarin het mogelijk is om de klimaatdoelen te behalen d.m.v. elektrificatie. Echter zijn veel mitigerende maatregelen (zoals ongegarandeerde netaansluitingen en energiehubbs) nog niet volledig uitgewerkt en is er veel onzekerheid over het effect van verschillende mitigerende maatregelen. Ook zijn er mitigerende maatregelen waarvan niet bekend is of ze een effect zullen hebben, zoals lokale opwek, cablepooling met afnemers, lokale congestiemarkten, etc¹.

10. Mate van organisatiegraad op bedrijventerreinen is beperkt

Lage onzekerheid, lage impact

De organisatiegraad van bedrijventerreinen is alleen van belang bij de mitigerende maatregel "laadpleinen" en bij het maken van groepsovereenkomsten, waardoor de impact redelijk beperkt is.

11. Elektrisch vervoer zien als oplossing voor beperkte netcapaciteit

Lage onzekerheid, lage impact

Uit onderzoek van de Rabobank blijkt dat V2G-EV's [Vehicle-to-Grid EV's] de potentie hebben om de netcongestie te verlichten², maar gezien de beperkte schaal waarop dit toe te passen is en de prikkels die nodig zijn om EV's lang genoeg geparkeerd te houden op piekmomenten is de impact van elektrisch vervoer als oplossing voor de beperkte netcapaciteit niet al te groot.

12. Gebrekkig inzicht in beschikbare netcapaciteit voor mobiliteit

Lage onzekerheid, hoge impact

Omdat netcongestie op alle netvlakken optreedt, is het moeilijk om inzichtelijk te maken waar precies hoeveel capaciteit beschikbaar is. Er zijn wel netcapaciteitskaarten (o.a. van Netbeheer Nederland, TenneT en ViVET) waarop een indicatie te zien is van de beschikbare netcapaciteit op landelijk en regionaal niveau, maar er zijn geen kaarten die vooruit kijken naar de beschikbare netcapaciteit in een aantal jaar³. De impact is groot: hierdoor is het moeilijker om te bepalen wat al dan niet kansrijke locaties zijn voor de ontwikkeling van laadinfrastructuur in de toekomst.

13. Geen "gereserveerde" ruimte voor elektrisch vervoer op het elektriciteitsnet

Lage onzekerheid, lage impact

Per oktober 2024 geldt dat transportverzoeken van partijen die een groot algemeen belang dienen prioriteit krijgen bij de toekenning van transportcapaciteit. Hier vallen de volgende partijen onder: (1) "congestie-verzachters" die voor meer ruimte op het net zorgen, (2) veiligheid (defensie, politie, acute zorg) en (3) basisbehoeften (drinkwater, woningbouw, onderwijs). Er is dus geen ruimte expliciet gereserveerd voor elektrisch vervoer op het elektriciteitsnet⁴.

14. Politieke keuzes over netverzwaring en prioritering van beschikbare netcapaciteit

Hoge onzekerheid, Hoge impact

De mate waarin en manier waarop het net wordt verzwakt en de prioritering van de beschikbare netcapaciteit is een politieke keuze, waardoor niet met zekerheid te stellen is hoe dit zal veranderen in de komende jaren. Echter zou de politieke keuze om bijvoorbeeld meer/minder te investeren in netverzwaring of om al dan niet elektrisch vervoer te prioriteren grote gevolgen kunnen hebben op het behalen van de klimaatdoelen.

¹<https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/ondersteuning+gemeenten/documenten+en+links/documenten+in+bibliotheek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=2301858#:~:text=Mitigerende%20maatregelen%20zijn%20oplossingen%20die,als%20er%20net%2D%20congestie%20is.>

²<https://www.solar365.nl/nieuws/gebrek-aan-economische-prikkels-en-beleid-staan-een-systeem-van-batterijen-op-wielen-nog-in-de-weg-66a5b1b3.html>

³<https://www.netbeheernederland.nl/artikelen/nieuws/inzicht-capaciteit-van-het-net>

⁴<https://www.acm.nl/nl/publicaties/codebesluit-prioriteringsruimte-bij-transportverzoeken>

Resultaten personenvoertuigen

Beleidsdoelen en -ambities

Op Europees niveau is het doel dat 100% van de nieuw verkochte personenvoertuigen in 2035 emissievrij is. Nederland loopt hierin voorop en streeft ernaar dat al in 2030 100% van de nieuwverkoop emissievrij is¹. Er rijden nu meer dan 436.000 batterij-elektrische personenauto's in Nederland (ca. 4,9% van alle personenvoertuigen). De verwachting is dat dit aantal groeit naar ruim 4,5 miljoen in 2035 en ruim 10 miljoen in 2050. Ook de laadinfra groeit mee. In februari 2025 waren er ruim 185.000 (semi)publieke laadpunten en ruim 5600 snellaadpunten. Daarnaast zijn er naar schatting 689.000 private laadpunten geïnstalleerd in Nederland. Dit is een schatting omdat private laadpunten op dit moment nog niet geregistreerd worden in Nederland. Dit is wel wenselijk omdat de meeste gebruikers momenteel thuis of op het werk laden. Naar verwachting zijn er in 2050 4,3 miljoen laadpunten nodig voor het opladen van 10 miljoen batterij-elektrische personenauto's. De laadmix bestaat voor een groot deel uit reguliere/ lang parkeren laadpunten thuis (2,1 miljoen) en semi-publiek (1,4 miljoen): ruim 3,5 miljoen. Aanvullend zijn er ca. 741.000 langparkeer laadpunten bij werklocaties nodig en ca. 33.000 snelladers (kort parkeren). Langzaam laden (thuis, semi-publiek of op het werk) betreft laadpunten met een vermogen van 11 kW per laadpunt. Het vermogen van snellaadpunten ontwikkelt zich: 5 jaar geleden werd 50 kW gezien als snelladen. Inmiddels worden deze laders steeds meer vervangen door 100 – 250 kW laders.

Scenario-as 1: Impact mitigerende maatregelen

Huidige situatie

De netaansluiting

Laadvoorzieningen gericht op lang laden van personenvoertuigen kunnen toe met een kleinverbruikaansluiting. Nieuwe aansluitingen en uitbreiding van bestaande aansluitingen tot 3x80A zijn tot op heden nog mogelijk. Voor snelladen (kort laden) zijn wel zwaardere aansluitingen nodig, waar op dit moment beperkingen kunnen gelden door netcongestie. Per type laadvoorziening geldt de volgende situatie:

1. *Thuislaadpunten*. Een thuislaadpunt wordt aangesloten op een bestaande kleinverbruikaansluiting. Afhankelijk van de situatie kan een verzwaring naar een 3-fase aansluiting nodig zijn. Dit betreft nog steeds een kleinverbruikaansluiting. Hier zijn geen wachtlijsten voor. Wachtrijen zijn in de nabije toekomst wel mogelijk in congestiegebieden

2. *Collectieve thuislaadpunten*. Dit betreffen laadpunten in een collectieve parkeergarage of parkeerpleinen bijvoorbeeld van een vereniging voor eigenaars in een appartementencomplex. In veel gevallen zal het mogelijk zijn de beschikbare ruimte op de bestaande aansluiting te benutten door het inzetten van load balancing.
3. *Tot 10 werklaadpunten*. Ook hier wordt de beschikbare ruimte op de bestaande kleinverbruik aansluiting benut met load balancing en wordt daarom geen knelpunt voorzien.
4. *> 10 werklaadpunten*. Wanneer er meer dan 10 laadpunten nodig zijn op een werklocatie is een grootverbruikaansluiting nodig. Een dergelijke netaansluiting is vaak al aanwezig. Afhankelijk van het bestaande energiegebruik kan sprake van knelpunten zijn, die tegen extra kosten via mitigerende maatregelen op te lossen zijn.
5. *Publieke laadpunten* worden aangesloten op het laagspanningsnet inclusief capaciteit. Hier zijn geen wachtrijen voor. Wachtrijen zijn in de nabije toekomst wel mogelijk in congestiegebieden. Door Slim Laden is de geleverde capaciteit wisselend, maar daar merken eindgebruikers momenteel weinig van.
6. *Publieke laadpleinen*. Ook publieke laadpleinen worden aangesloten op het laagspanningsnet inclusief capaciteit, voorzien van load balancing.
7. *Stedelijk snelladen*. Voor stedelijke snellaad locaties met bestaande netaansluitingen is ontwikkeling van een laadlocaties mogelijk, eventueel in combinatie met mitigerende maatregelen. Uitgangspunt is dat het aantal laders en laadvermogen relatief beperkt blijft. In het geval een nieuwe netaansluiting nodig dan is de ontwikkeling van een stedelijke snellaadlocatie op korte termijn niet mogelijk door de wachtlijst voor grootverbruikersaansluitingen.
8. *Snelladen corridor*. Op veel corridorlocaties – zoals verzorgingsplaatsen – zijn al netaansluitingen aanwezig voor laadvoorzieningen voor personenauto's. Toekomstbestendige uitbreidingen van die aansluitingen is wel een knelpunt.
9. *Snelladen werk*. Het benodigde laadvermogen voor de snellader en de bestaande netaansluiting bij een werklocatie is bepalend voor de mogelijkheden om een de laadvoorziening te realiseren. Mitigerende maatregelen zijn naar verwachting mogelijk om een deel van de piekvraag te beperken. Het is daarmee sterk situatieafhankelijk of knelpunten ontstaan.

¹Klimaatakkoord

²ElaadNL Outlook 2024 Personenauto's

³ElaadNL Outlook 2024 Personenauto's

Resultaten personenvoertuigen

Mitigerende maatregelen		Toepassing		Kansrijkheid	
		Nu	Verwachte ontwikkeling	Nu	Later
no-regret	Slim Laden	Slim laden is toepasbaar en een belangrijke eerste stap om netcongestie te voorkomen. Slim laden op basis van netcapaciteit én op basis van dynamische stroomprijzen worden allebei in 2024 door ongeveer 20% van de EV-rijders gebruikt volgens het Laadonderzoek 2024 van de RvO en de VER. ¹⁸ Dit omvat zowel thuis als op werk slim laden. Nog eens 30% geeft aan bereid te zijn om dit te gebruiken. Slim laden wordt steeds meer uitgerold en gestimuleerd vanuit het Actieplan Slim Laden voor Iedereen 2022-2025. Hier ligt een duidelijke kans om netcongestie te verminderen.	Aangezien slim laden nu al plaatsvindt en een no-regret optie is, is te verwachten dat slim laden alleen maar zal toenemen in de toekomst. Wel is hiervoor de beschikbaarheid van slimme laadpalen een belangrijke factor. Ook biedt het een mogelijkheid, of zelfs randvoorwaarde, voor toekomstige ontwikkelingen, zoals vehicle-to-grid laden, die op hun beurt weer bijdragen aan de flexibiliteit van het energiesysteem.	+	++
	Lokale opwek in relatie tot verbruik	Lokale opwek van elektriciteit op basis van voornamelijk zonne-energie wordt al door meer dan de helft van de EV-rijders gebruikt volgens het Laadonderzoek 2024. ¹⁹ Deze mitigerende maatregel wordt dus al toegepast op thuislaadpunten. Voor snelladen of laden op semipubliek terrein is deze optie mogelijk, maar daarvoor is vaak een combinatie met opslag nodig zodat beslag op het net geminimaliseerd wordt. Ook is opslag m.b.v. batterijen bij thuisladen soms nodig omdat er 's nachts geen zon is om stroom mee op te wekken. Opslag middels batterijen is op dit moment nog beperkt toegepast.	Wanneer batterijen breder beschikbaar zijn, kan de zonne-energie lokaal worden opgeslagen. Hierdoor wordt deze manier van laden ook breder toepasbaar en kansrijker.	-/+	-/+
Gepland Laden	Aanpassen ritten / laadschema	Voor particulieren is deze maatregel niet van toepassing. In de zakelijke vloot bijvoorbeeld bij grote wagenparken van personenvoertuigen is deze mitigerende maatregel wel toepasbaar afhankelijk van de wijze van inzet van de voertuigen.,	Voor particulieren is deze maatregel niet van toepassing. In de zakelijke vloot bijvoorbeeld bij grote wagenparken van personenvoertuigen is deze mitigerende maatregel wel toepasbaar afhankelijk van de wijze van inzet van de voertuigen.,	-	-
	Alternatieve transportrechten	Deze zijn in principe niet beschikbaar voor woningen, maar wel voor bedrijven. Daarom is dit alleen een optie voor zakelijke wagenparken	Later zijn deze wellicht wel beschikbaar voor woningen in combinatie met omliggende bedrijven. Alternatieve transportrechten voor individuele huizen zullen niet de trend zijn.	-	-/+

^[1] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf
^[2] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf
^[3] Flexoplossingen | Stedin, Groepscontract capaciteitsbeperking op afroep | Liander
^[4] Microsoft Word - Slimmer laden op Laadpleinen.docx (elaad.nl)
^[5] Stimuleringsprogramma brengt energiehubs een stap dichterbij | Netbeheer Nederland
^[6] Feedback CE Delft
^[7] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf

Resultaten personenvoertuigen

Mitigerende maatregelen		Toepassing		Kansrijkheid	
		Nu	Verwachte ontwikkeling	Nu	Later
Lokaal Samenwerken	Laadplein	Op laadpleinen kan gebruikgemaakt worden van slim laden waardoor meerdere voertuigen laden op een kleine aansluiting. Indien hier gezamenlijk gebruik van maken, kunnen de laadpunten optimaal gebruikt worden, bijvoorbeeld wanneer laadpunten afwisselend overdag en 's nachts gebruikt worden. ElaadNL heeft een overzicht gemaakt van de kansrijke laadpleinen per gemeente. Hierin komt naar voren dat er veel gemeentes zijn (voornamelijk waar grote steden liggen) waar laadpleinen aangelegd kunnen worden. Niet alle gemeentes zijn echter geschikt voor kansrijke laadpleinen.	Op basis van de kaart die Elaad heeft gemaakt, kunnen gemeentes en netbeheerders aan de slag met laadpleinen. Wel is het zo dat elk laadplein op een eigen manier gebruikt wordt. Een thuislaadplein wordt dag en nacht gebruikt door particulieren, terwijl een werklaadplein waarschijnlijk overdag alleen maar wordt gebruikt. Logistieke laadpleinen zijn wellicht juist weer 's nachts meer nodig.	-/+	-/+
	Energie-hubs	Energyhubs zijn een mogelijke oplossing, maar is op dit moment nog erg onzeker. Meer onderzoek is nodig. Een studie van CE Delft laat zien dat het realiseren van deze energiehubs op sommige plekken in bijvoorbeeld 2026 al niet haalbaar is, ²⁰ en dat goede samenwerking tussen bedrijven en gezamenlijke investeringen essentieel zijn. Daarnaast laat een studie van RoyalHaskoning ²¹ zien dat op dit moment zo'n 2% van alle buurten in Nederland in aanmerking komt voor energy hubs. Ook zouden energyhubs bij verkeerde toepassing de netcongestie juist kunnen vergroten. ²² Daarom is een goede begeleiding in het opzetten van energiehubs belangrijk. Ondanks de nu nog beperkte toepassing, wordt het wel gezien als een oplossing met potentie. Ook is er het stimuleringsprogramma Energiehubs om een boost te geven aan de samenwerking.	In de toekomst zullen energiehubs meer voorkomen, maar deze zullen echter niet of nauwelijks relevant zijn voor woningen.	-	-/+
Opslag	Batterij	Voor personenauto's zouden thuisbatterijen een extra energievoorziening kunnen zijn. Het aantal thuisbatterijen is nog beperkt, maar staat momenteel wel op 40.000. Ook zullen er nog veel aanpassingen in de software van huishoudens nodig zijn om dit breder uit te rollen. Vanuit exploitanten of in het semipublieke domein kan de combinatie met opslag van toegevoegde waarde zijn en het beslag op het elektriciteitsnet minimaliseren.	In de toekomst zullen batterijen breder beschikbaar en waarschijnlijk ook - betaalbaarder zijn. Het ontwikkelpad voor de toepassing van batterijen bij specifiek woningen is echter nog onduidelijk. Sommige experts zeggen dat deze niet voor woningen kansrijk zullen zijn, anderen zeggen weer van wel. Batterijen spelen vooral een rol in combinatie met andere mitigerende maatregelen	-	-/+
	Aggregaat	Inzet van aggregaten is voor personenvoertuigen niet wenselijk omdat deze op dit moment vooral op fossiele brandstoffen draaien. Een studie van CE Delft laat zien dat aggregaten op duurzame alternatieven, zoals groene waterstof, tot 2030 en 2035 nog maar beperkt beschikbaar zullen zijn. ²³	Na 2030 zullen Aggregaten op duurzame energie wellicht wel breder toepasbaar zijn. Gezien de nu nog fossiele uitstoot en geuroverlast is het echter geen oplossing die je breed wilt blijven inzetten tot en met 2050. Wanneer dit om wordt gezet in biobrandstoffen kan het wellicht wel een positieve toevoeging zijn aan het energiesysteem, maar ook daarbij is er weer sprake van emissie geuroverlast.	--	--

Resultaten personenvoertuigen

Conclusie scenario-as 1: mitigerende maatregelen

Netcongestie is op moment van schrijven nog geen beperkende factor voor de ambitie van 100% nieuwverkoop zero emissie personenvoertuigen in 2030. Een belangrijke reden is het bestaande laadnetwerk en de ingroei van voertuigen die mogelijk is met waarborging van laadzekerheid van elektrische rijders. Echter de situatie van congestie is veranderlijk en wachtrijen voor kleinverbruikaansluitingen vormen een risico voor het behalen van deze ambitie in de nabije toekomst . Reguliere laadpunten (thuis, op straat en op het werk) vormen het grootste deel van de laadmix. De ontwikkeling van wachtrijen voor deze aansluitingen dient nauw gemonitord te worden. Nieuwe aansluitingen voor snelladen zijn op dit moment op de meeste plekken niet mogelijk zonder netverzwaring. Wel zijn nieuwe snellaadpunten op bestaande aansluitingen soms mogelijk in combinatie met mitigerende maatregelen. De snelheid van de groei van elektrische personenvoertuigen in Nederland wordt op dit moment meer beïnvloed door prijsprikkels dan door netcongestie. Wel kan netcongestie zorgen voor negatieve beeldvorming. Correcte informatie over netcongestie (geen wachtlijsten op kleinverbruikaansluitingen) kan helpen om negatieve beeldvorming bij te stellen.

Type laadvoorziening		Aansluitcategorie	Netvlak	Aansluiting	Knelpunt?	Huidige situatie
Lang laden	1. Thuislaadpunten	3x25A	LS	Bestaand	Nee	Geen probleem
	2. Collectieve thuislaadpunten (parkeerplein/parkeergarage)	>3x80A	?	Bestaand	Mogelijk	Waarschijnlijk probleem
	3. Tot 10 werklaadpunten	t/m 3x80A	LS	Bestaand	Nee	Geen probleem
	4. > 10 werklaadpunten	> 3x80A	MS	Bestaand	Mogelijk	Beperkt tot geen probleem
	5. Publieke laadpunten	3x25A	LS	Nieuw	Nee	Geen probleem
	6. Publiek laadplein (inclusief parkeergarages)	t/m 3x80A	LS	Nieuw	Nee	Geen probleem
Kort laden	7. Stedelijk snelladen	> 3x80A	MS	Beide	Ja	Waarschijnlijk probleem
	8. Snelladen corridor	> 3x80A	MS	Beide	Ja	Waarschijnlijk probleem
	9. Snelladen werk	> 3x80A	MS	Bestaand	Mogelijk	Waarschijnlijk probleem

Resultaten personenvoertuigen

Scenario-as 2: draagvlak voor elektrische personenvoertuigen

Factoren	Toelichting	
	Huidige situatie	Verwachte ontwikkeling
Financieel	De TCO van (zakelijke) elektrische personenauto's ligt al gemiddeld lager dan benzineauto's, en vanaf 2027 in alle segmenten. ¹ Dit komt o.a. door een daling in de prijzen van accu's in de afgelopen jaren. ² De aanschafprijs van elektrische auto's is momenteel nog wel hoger dan van niet-elektrische auto's en er zijn nog geen betaalbare modellen op de markt. ^{1,6} Op dit moment toont de verkoop van EV's een stijgende lijn, al is dit tussen 2020 en 2022 iets gestagneerd. ^{2,3,5} Dit wordt ondersteund door middel van fiscale stimuleringsmaatregelen, zoals de BPM-vrijstelling en subsidieregelingen. ⁴ Wel werden deze fiscale stimuleringsmiddelen al gedeeltelijk afgebouwd tussen 2020 en 2022. ⁵	De verwachting is dat de TCO van elektrische personenauto's zal blijven afnemen in de komende jaren. Ook wordt verwacht dat elektrische auto's vanaf 2030 een lagere aanschafprijs hebben dan niet-elektrische auto's. ¹ Wel worden veel fiscale stimuleringsmaatregelen rondom 2025 afgeschaft en is er nog een gebrek aan betaalbare elektrische auto's in de komende jaren. De groei zal tot 2030 daarom redelijk beperkt zijn, alhoewel de verwachting is dat de draagvlak voor elektrisch vervoer blijft toenemen door de afnemende kostprijs. ⁴ Er wordt verwacht dat de groei na 2030 flink zal toenemen door de komst van betaalbare modellen en afnemende aanschafprijzen, waarmee de draagvlak ook een vlucht neemt. ⁶ Ook wordt verwacht dat er een stabiele occasionmarkt ontstaat voor elektrische personenauto's. ⁴ Als laatste zullen consumenten mogelijk profiteren van de uitrol van o.a. V2G-technologie.
Technisch	Een groot deel van de aanschafkosten en prestaties (vermogen en range) van elektrische auto's wordt bepaald door de batterij. ⁶ Momenteel gebruiken veel goedkopere elektrische personenauto's Lithium Ferro Phosphate (LFP) batterijen, die een lagere energiedichtheid hebben maar ook tegen lagere kosten geproduceerd kunnen worden. Duurdere modellen bevatten vaak Nickel Manganese Cobalt (NMC) batterijen, die kostbaarder zijn maar ook een hogere energiedichtheid hebben, wat leidt tot een betere actieradius. Door technische ontwikkelingen is de energiedichtheid en laadsnelheid van LFP-batterijen toegenomen in de afgelopen jaren wel toegenomen. ⁶ De range is in de afgelopen tien jaar in het algemeen ook aanzienlijk toegenomen, waardoor steeds meer benzineauto's qua actieradius vervangen kunnen worden door elektrische auto's. ⁷ Momenteel blijkt een te kleine actieradius (range) echter wel een van de voornaamste redenen om nog geen elektrische auto aan te schaffen. ² Verder zijn bijna alle nieuwe elektrische personenauto's al geschikt voor snelladen. ² Ook de laadinfrastructuur is in de afgelopen jaren flink doorgroeid. ^{2,7} Tegelijkertijd is de laadsnelheid dusdanig snel toegenomen dat oude snelladers soms al vervangen worden voor snellere versies. ⁶	De verwachting is dat de technische doorontwikkeling van de batterijtechnologie zal zorgen voor een toenemende betrouwbaarheid, energiedichtheid en laadsnelheid van batterijen. ^{4,6} Ook lijken LFP-batterijen langzamerhand terrein te winnen t.o.v. NMC-batterijen, waardoor de verwachting is dat de prijs van batterijen zal blijven afnemen. ⁶ Het is echter onduidelijk in hoeverre de daling van accuprijzen zal worden doorberekend aan consumenten in de toekomst in verband met de lagere marges van elektrische voertuigen t.o.v. benzineauto's. ² Indien er conform de NAL en EU AFIR-richtlijnen wordt geïnvesteerd, is de verwachting dat er de komende jaren voldoende (snel)laadinfrastructuur zal worden gerealiseerd voor 2030. ⁶ Er zijn al veel plannen voor de aanleg van laadinfrastructuur en op gemeentelijk niveau zijn er realistische uitrolplannen richting 2030, waardoor de realisatie van 1,5 miljoen (nieuwe) laadpunten voor 2029 haalbaar lijkt. ⁴ De plaatsingstempo van publieke laadpalen is daarnaast elk kwartaal in 2024 toegenomen, wat zich waarschijnlijk zal blijven voortzetten. ⁸

1 [Betaalbaarheid elektrische zakelijke vloot. \(2024\). CE Delft.](#)
2 [Met de stroom mee: het stimuleren van elektrisch rijden. \(2020\). KiM.](#)
3 [Draagvlak stimuleringsbeleid elektrische auto's. \(2022\) I&O research.](#)
4 [De haalbaarheid van 28 miljard elektrische autokilometers in 2030. \(2021\). PwC.](#)

5 [Economische betekenis sector elektrisch vervoer Nederland 2020-2025. \(2023\). RVO.](#)
6 [Outlook Personenauto's. \(2024\). ElaadNL.](#)
7 [The end of range anxiety: how has the range of electric cars changed over time?. \(2023\). Sustainability by numbers.](#)
8 [Voortgangsrapportage Nationale Agenda Laadinfrastructuur 2023. \(2024\). MinlenW.](#)

Resultaten personenvoertuigen

Scenario-as 2: draagvlak voor elektrische personenvoertuigen

Factoren	Toelichting	
	Huidige situatie	Verwachte ontwikkeling
Sociaal	44% van de Nederlanders is bewust van de CO2-uitstoot van auto's en vrachtverkeer en 65% vindt dat de Nederlandse overheid de CO2-uitstoot van auto's en vrachtverkeer moet aanpakken. 53% vindt dat het daarom nodig voor de samenleving om over te stappen naar elektrische personenauto's, terwijl 40% vindt dat dit voor hun eigen leven belangrijk is.² Tegelijkertijd lijkt de houding t.o.v. elektrisch vervoer te polariseren. Zo wordt dit enerzijds normaler en frequenter, terwijl er een groter wordende groep is die zich hiertegen verzet. Wel is het zo dat de groep die geïnteresseerd is in het kopen van een elektrische auto dit steeds vaker omzet in een daadwerkelijke intentie om een elektrische auto te kopen binnen 5 jaar, van 37% van de geïnteresseerden in 2017 naar 56% in 2023.¹ Uit onderzoek van het ANWB¹ blijkt dat de betaalbaarheid/prijs van de elektrische auto de grootste uitdaging blijkt. Wel is men bereid om 9% meer te betalen voor een nieuwe elektrische auto en 25% meer voor een tweedehandse elektrische auto. Verder blijkt de gemiddelde actieradius ook een belangrijke drempel, waarbij de wens bestaat voor een minimale actieradius van 400km (t.o.v. een gemiddelde actieradius van elektrische personenauto's van 395 km in 2023). Dit blijkt vooral belangrijk voor mensen die momenteel (nog) geen interesse hebben in elektrisch rijden. Ook het niet privé kunnen laden van een auto en een gebrek aan publieke laadpalen worden genoemd als nadelen. De belangrijkste voordelen van elektrisch rijden blijken het milieuvoordeel, de rijeigenschappen en de relatief lage gebruikskosten (TCO).	Het is erg moeilijk om consumentenvoorkeuren en sociale factoren in te schatten voor de toekomst, aangezien deze afhankelijk zijn van veranderlijke socio-economische en politieke factoren. Indien aanschafprijs, de beschikbaarheid van laadinfrastructuur en de actieradius de belangrijkste prikkels blijven, dan is het aannemelijk dat de sociale draagvlak zal blijven toenemen door de verwachte afname in aanschafprijs, toename in laadinfrastructuur en verbeteringen in batterijtechnologie die kunnen leiden tot een hoger actieradius. Een aandachtspunt is de restwaarde van elektrische auto's. Dit lijkt momenteel af te nemen door verminderde vraag naar elektrische auto's, waardoor de afschrijving toeneemt en de totale kosten per kilometer ook hoger uitvallen. Het is de vraag wat voor invloed het ontstaan van een stabiele occasionmarkt voor elektrische auto's zal hebben op de restwaarde en daarmee ook de TCO van elektrische auto's in de toekomst. In theorie is de verwachting dus dat de sociale draagvlak voor elektrische auto's zal toenemen door prijsprikkels, maar dit is zeer onzeker en onvoorspelbaar.
Juridisch	Er is een veelvoud aan typen connectoren voor elektrische voertuigen, maar alle publieke laadpunten in Nederland beschikken over een Type 2 stekker. Voor snelladers zijn er drie (EU-)standaarden (ChaDeMo, Combo CSS, AC), al zijn snelladers steeds vaker met alle drie types uitgerust.^{3,5} Qua netintegratie zijn er in de NAL verschillende afspraken gemaakt, waaronder het bevorderen van slim laden en netbewust laden bij publieke en private laadpalen. Hierdoor is het aandeel slim laden tussen 2022 en 2023 al toegenomen van 5% naar 20%. ⁷ Sinds maart 2020 bestaat voor sommige nieuwbouw en grote renovaties al de verplichting om laadinfrastructuur aan te leggen, en vanaf januari 2025 geldt dit ook voor bestaande utiliteitsbouw.⁴	Vanaf oktober 2024 moeten alle publieke laadpunten digitaal verbonden zijn volgens EU-wetgeving, o.a. om te kunnen communiceren met het elektriciteitsnet en om slim laden toe te staan.⁶ Daarnaast werken verschillende instanties samen met de NAL om te zorgen dat het aantal slimme en netbewuste laadsessies blijft toenemen. Vanaf 2025 is aanleg van laadinfrastructuur verplicht bij sommige bestaande utiliteitsbouw, en vanaf 2026 geldt dit ook bij nieuwe of ingrijpend gerenoveerde woningbouw met meer dan 3 parkeervakken.⁴ Het is aannemelijk dat de groei van laadinfrastructuur zal versnellen naarmate er in de nabije toekomst meer woningen worden gebouwd en ingrijpend gerenoveerd i.h.k.v. de woningbouwopgave e.d., waarmee het draagvlak voor elektrisch rijden zal toenemen.

1 [Elektrisch Rijden Monitor 2023. \(2024\). ANWB.](#)
2 [Draagvlak stimuleringsbeleid elektrische auto's. \(2022\) I&O research.](#)
3 [Laden van elektrische voertuigen. \(2021\). RVO.](#)
Op stoom of zonder stroom?

4 [Laadinfrastructuur voor elektrisch vervoer – EPBD. \(2024\). RVO.](#)
5 [Opladen van elektrische voertuigen. \(2020\). NKL Nederland.](#)
6 [Electric vehicle charging: new EU regulatory requirements \(2024\). Freshfields.](#)
7 [Voortgangsrapportage Nationale Agenda Laadinfrastructuur 2023. \(2024\). MinlenW.](#)

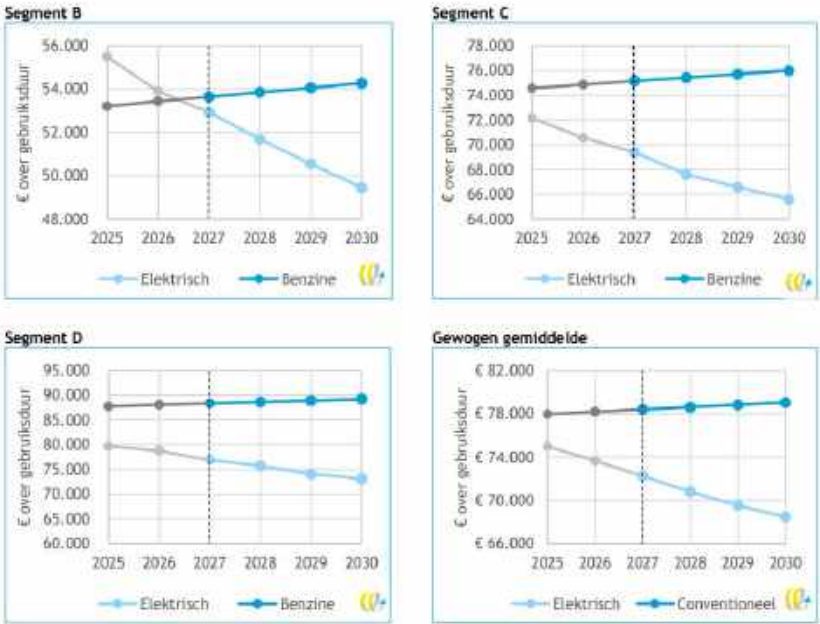
Resultaten personenvoertuigen

Conclusie scenario-as 2: draagvlak voor elektrische personenvoertuigen

De overgang naar elektrisch rijden in Nederland wordt steeds aantrekkelijker voor consumenten. Prijsprikkels, zoals fiscale voordelen en dalende totale eigendomskosten, blijken een grotere invloed te hebben op het draagvlak dan andere factoren zoals netcongestie. Hoewel de betaalbaarheid, actieradius en beschikbaarheid van laadinfrastructuur nog steeds de grootste drempels vormen voor de aanschaf van een elektrische auto, wordt verwacht dat deze obstakels in de toekomst kleiner zullen worden dankzij technologische ontwikkelingen op het gebied van batterijen en uitbreiding van het laadnetwerk. Er zijn nog wel uitdagingen zoals de beschikbaarheid van betaalbare elektrische auto's in alle segmenten en veranderende consumentenvoorkeuren en beeldvorming. Over het algemeen wordt verwacht dat het draagvlak voor elektrische personenvervoer gestaag blijft toenemen richting 2030, 2040 en 2050.



Bron: [Betaalbaarheid elektrische zakelijke vloot. \(2024\). CE Delft.](#)



NB: De stippellijn indiceert de potentiële invoer van een zakelijke vlootnormering.

Prognose TCO elektrische personenvoertuigen per segment. Bron: [Betaalbaarheid elektrische zakelijke vloot. \(2024\). CE Delft.](#)

Resultaten personenvoertuigen

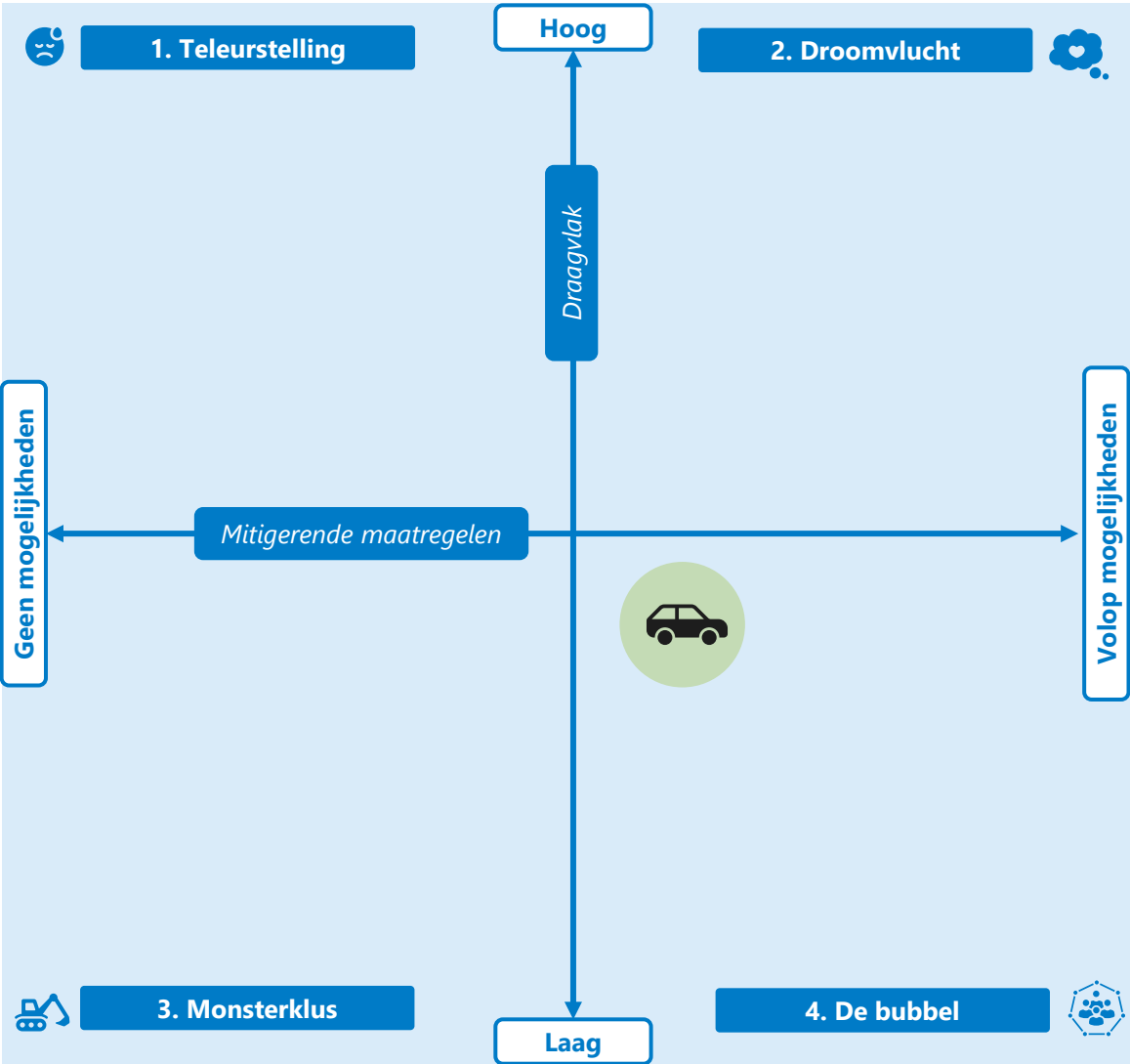


Personenvoertuigen

De ingroei van personenvoertuigen is momenteel meer afhankelijk van prijsprikkels en technische ontwikkelingen die het draagvlak doen toenemen. Alhoewel er nog wel drempels zijn voor de aanschaf van elektrische voertuigen, zoals betaalbaarheid, actieradius en beschikbaarheid van laadinfrastructuur, wordt verwacht dat deze obstakels na 2030-2035 zullen verdwijnen dankzij technologische ontwikkeling, kostendalingen van batterijen en de uitbreiding van laadinfrastructuur.

Netcongestie is grotendeels geen beperkende factor, vanwege het bestaande laadnetwerk en de ingroei van voertuigen die mogelijk is met waarborging van laadzekerheid. Echter is de situatie op het elektriciteitsnet veranderlijk, waardoor er wel een risico bestaat op wachtrijen voor KV-aansluitingen. Zo is het wel zo dat er op sommige plekken al geen nieuwe aansluitingen voor snelladers mogelijk zijn. Daar staat tegenover dat Slim Laden op grote schaal geïmplementeerd is richting 2030. Ook zijn technologieën als V2G dan meer volwassen en leiden netverzwaringen tot voldoende mogelijkheden om (snel)laders aan te sluiten na 2030.

De verwachting is daarom een kleine verslechtering door toenemende congestie en benodigde ontwikkeltijd voor mitigerende maatregelen tot 2030, en daarna een sterke transitie richting 2040 en 2050. Qua draagvlak is de verwachting dat dit vooral tussen nu en 2030-2035 gestaag toeneemt dankzij kostenverlagingen en de komst van betaalbare modellen en hogere actieradii. Voor 2035 zal het gehele instroom al elektrificeren, terwijl de laatste groep bestuurders tussen 2040 en 2050 de overstap zal maken, wanneer elektrische personenvoertuigen de norm wordt. De netsituatie zal niet veel meer veranderen in dit decennium. Netbeheerders zijn toegerust op de elektriciteitsvraag en de energietransitie is bijna voltooid.



Resultaten bestelvoertuigen

Scenario-as 1: Impact mitigerende maatregelen

Huidige situatie

De netaansluiting

Laadvoorzieningen gericht op lang laden van bestelvoertuigen kunnen toe met een kleinverbruikaansluiting bij een kleine vloot. Nieuwe aansluitingen en uitbreiding van bestaande aansluitingen tot 3x80A zijn tot op heden nog mogelijk. Voor snelladen (kort laden) of het lang laden van een grote vloot zijn wel zwaardere aansluitingen nodig, waar op dit moment beperkingen kunnen gelden door netcongestie. Per type laadvoorziening geldt de volgende situatie:

1. *Thuislaadpunten*. Een thuislaadpunt wordt aangesloten op een bestaande kleinverbruikaansluiting. Afhankelijk van de situatie kan een verzwaring naar een 3-fase aansluiting nodig zijn. Dit betreft nog steeds een kleinverbruikaansluiting. Hier zijn geen wachtlijsten voor.
2. *Collectieve thuislaadpunten*. Dit betreffen laadpunten in een collectieve parkeergarage bijvoorbeeld van een vereniging voor eigenaars in een appartementencomplex. In veel gevallen zal het mogelijk zijn de beschikbare ruimte op de bestaande aansluiting te benutten door het inzetten van load balancing.
3. *Klein depot*. Ook hier wordt de beschikbare ruimte op de bestaande kleinverbruik aansluiting benut met load balancing en wordt daarom geen knelpunt voorzien. 90% van de bedrijfslocaties met een klein wagenpark heeft voldoende capaciteit om deels te elektrificeren en 41% kan volledig elektrificeren¹.
4. *Groot depot*. Wanneer er meer dan 10 laadpunten nodig zijn op een depot is een grootverbruikaansluiting nodig. Een dergelijke netaansluiting is soms al aanwezig. Bedrijven met een grote wagenpark staan voor een grote uitdaging omdat elektrificatie vaak niet binnen de capaciteit van bestaande aansluiting mogelijk is. Hier zijn mitigerende maatregelen nodig.¹
5. *Publieke laadpunten* worden aangesloten op het laagspanningsnet. Hier wordt vooralsnog geen probleem voorzien.
6. *Publieke laadpleinen*. Ook publieke laadpleinen worden aangesloten op het laagspanningsnet, voorzien van load balancing. Ook hier wordt vooralsnog geen probleem voorzien.

6. *Stedelijk snelladen*. Voor stedelijke snellaad locaties met bestaande netaansluitingen is ontwikkeling van een laadlocaties mogelijk, eventueel in combinatie met mitigerende maatregelen. Uitgangspunt is dat het aantal laders en laadvermogen relatief beperkt blijft. In het geval een nieuwe netaansluiting nodig dan is de ontwikkeling van een stedelijke snellaadlocatie op korte termijn niet mogelijk door de wachtlijst voor grootverbruikersaansluitingen.
7. *Snelladen corridor*. Op veel corridorlocaties – zoals verzorgingsplaatsen – zijn al netaansluitingen aanwezig voor laadvoorzieningen voor bestelauto's.
8. *Snelladen depot*. Het benodigde laadvermogen voor de snellader en de bestaande netaansluiting bij een depot is bepalend voor de mogelijkheden om een de laadvoorziening te realiseren. Mitigerende maatregelen zijn naar verwachting mogelijk om een deel van de piekvraag te beperken. Het is daarmee sterk situatieafhankelijk of knelpunten ontstaan

1. <https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/werkgroepen/wg+logistiek/rapporten+en+kennisproducten/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=3000496>

Resultaten bestelvoertuigen

Mitigerende maatregelen		Toepassing		Kansrijkheid	
		Nu	Verwachte ontwikkeling	Nu	Later
no-regret	Slim Laden	Slim laden is toepasbaar en ook essentieel om de elektriciteitsvraag te verspreiden, aldus een studie van CE Delft. Er wordt geadviseerd om hier sterk op in te zetten. Het scheelt bedrijven en de maatschappij (voor het net) kosten.	Aangezien slim laden nu al plaatsvindt en een no-regret optie, is te verwachten dat slim laden alleen maar zal toenemen in de toekomst. Wel is hiervoor de beschikbaarheid van slimme laadpalen een belangrijke factor. Ook biedt het een mogelijkheid, of zelfs randvoorwaarde, voor toekomstige ontwikkelingen, zoals vehicle-to-grid laden, die op hun beurt weer bijdragen aan de flexibiliteit van het energiesysteem.	+	++
	Lokale opwek in relatie tot verbruik	Een mogelijkheid voor lokale opwek zou vooral zonne-energie zijn. Deze energie wordt echter overdag opgewekt, terwijl er vooral 's nachts wordt geladen bij bestelbussen (en vrachtvoertuigen). Voor de opgewekte energie zou dus een batterij nodig zijn, maar batterijen zijn nog in een vroeg stadium. Deze optie wordt voor bedrijven met bestelbussen daarom niet direct als oplossing gezien.	Lokale opwek zal niet overal gerealiseerd kunnen worden. Ook vangt het maar een beperkt deel van de totale vraag af. Wel kan het nuttig zijn om de pieken te verminderen wanneer batterijen breder beschikbaar zijn voor bedrijven. Het ontwikkelpad van batterijen voor bestel- en vrachtvoertuigen is echter wel redelijk positief.	-/+	+
Gepland Laden	Aanpassen ritten / laadschema	Kan worden toegepast en heeft veel potentie: wanneer drie bestelbussen tegelijk gaan laden op 100 kW, resulteert dat in 300 kW vermogen. Wanneer ze een voor een gespreid over drie uur laden, resulteert dat in dat het piekvermogen niet boven de 100 kW uitkomt. Is vooral geschikt voor snelladen, en het vereist een aanpassing van de bedrijfsvoering. Een studie van CE Delft laat wel weer zien dat het gevraagde vermogen soms nu eenmaal te hoog ligt, zelfs als je de rit- en laadschema's aanpast.	Het ontwikkelpad voor deze maatregel hangt af van de bedrijfsvoering van de organisaties waar de bestelbussen voor worden gebruikt.	-/+	-/+
	Alternatieve transportrechten	Studies laten vooral zien dat een tijdsblokgebonden contract potentie heeft en al het meest concreet is gemaakt door netbeheerders. Bedrijven kunnen dan op dalmomenten meer vermogen opnemen. Dit is voornamelijk 's nachts tussen 22:00u en 6:00u. Dit zou ideaal kunnen zijn om bestelvoertuigen op te laden, omdat ze 's nachts meestal geen leveringen hoeven te doen. Wel is deze maatregel afhankelijk van de restcapaciteit in het onderstation en de beschikbaarheid van de tijdsblokgebonden contracten vanuit de netbeheerder.	Kan zeer nuttig zijn gezien de lange tijd van laden 's nachts. Maar dit hangt wel af van de ruimte op het net.	-/+	-/+

[1] [CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf](#)
[2] [CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf](#)
[3] [Flexoplossingen | Stedin. Groepscontract capaciteitsbeperking op afroep | Liander](#)
[4] [Microsoft Word - Slimmer laden op Laadpleinen.docx \(elaad.nl\)](#)
[5] [Stimuleringsprogramma brengt energiehubs een stap dichterbij | Netbeheer Nederland](#)
[6] [Feedback CE Delft](#)
[7] [CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf](#)

Resultaten bestelvoertuigen

Mitigerende maatregelen		Toepassing		Kansrijkheid	
		Nu	Verwachte ontwikkeling	Nu	Later
Lokaal Samenwerken	Laadplein	Laadpleinen hebben potentie als ze plaatsvinden in combinatie met slim laden en wanneer er meerdere logistieke bedrijven een laadplein willen bouwen. Niet elk bedrijventerrein heeft hier echter plek voor. Het zal dus heel situatie-afhankelijk zijn of deze maatregel toepasbaar is.	Op basis van de kaart die Elaad heeft gemaakt, kunnen gemeentes en netbeheerders aan de slag met laadpleinen. Wel is het zo dat elk laadplein op een eigen manier gebruikt wordt. Een thuislaadplein wordt dag en nacht gebruikt door particulieren, terwijl een werklaadplein waarschijnlijk overdag alleen maar wordt gebruikt. Logistieke laadpleinen zijn wellicht juist weer 's nachts meer nodig.	-/+	-/+
	Energie-hubs	Zou op de lange termijn een oplossing kunnen zijn, maar is op dit moment nog erg onzeker. Meer onderzoek is nodig. Een studie van CE Delft laat zien dat het realiseren van deze energiehub's op sommige plekken in bijvoorbeeld 2026 al niet haalbaar is, en dat goede samenwerking tussen bedrijven en gezamenlijke investeringen essentieel zijn. Daarnaast laat een studie van RoyalHaskoning zien dat op dit moment zo'n 2% alle buurten in Nederland in aanmerking komt voor energy hubs. Ook zouden energyhubs bij verkeerde toepassing de netcongestie juist kunnen vergroten. Daarom is een goede begeleiding in het opzetten van energiehub's belangrijk. Ondanks de nu nog beperkte toepassing, wordt het wel gezien als een oplossing met potentie.	Dit zal afhangen van de samenwerkingen die bedrijven met elkaar aan willen gaan. Er is een potentie, en de juridische contracten zullen breder beschikbaar worden, maar het hangt ook af van de lokale contexten waarbinnen bedrijven opereren: dus contact met de burens, soorten aansluitingen, ruimte op het net in het specifieke gebied.	-/+	-/+
Opslag	Batterij	Kosten voor opstal zijn erg hoog, Tevens heeft de batterij alleen in het weekend genoeg tijd heeft om volledig op te laden, maar doordeweeks deze tijd niet heeft om aan de laadvraag van de voertuigen te voldoen. De kansrijkheid van deze maatregel is sterk afhankelijk van de grootte van het wagenpark en het rittenschema. Indien de piekvraag kan worden afgevangen middels een batterij en daarmee een kleiner gecontracteerd vermogen kan worden aangevraagd, draagt opslag bij aan het verduurzamen van een wagenpark ondanks beperkte beschikbaarheid van een netaansluiting.	In de toekomst zullen batterijen breder beschikbaar en waarschijnlijk ook betaalbaarder zijn. Deze kunnen vooral een rol spelen in het reduceren van de absolute piek. Doordeweeks opladen van batterij is lastiger, dus vandaar dat batterijen alleen kansrijk zullen zijn wanneer ze spaarzaam worden ingezet doordeweeks.	-/+	+
	Aggregaat	Inzet van aggregaten is voor bestelvoertuigen niet wenselijk omdat deze op dit moment vooral op fossiele brandstoffen draaien. Een studie van CE Delft laat zien dat aggregaten op duurzame alternatieven, zoals groene waterstof, tot 2030 en 2035 nog maar beperkt beschikbaar zullen zijn. ^{2,3} Echter, voor bedrijven, die een relatief grotere vermogensvraag hebben dan huishoudens, kan een aggregaat wel helpen in het reduceren van de piek.	Na 2030 zullen Aggregaten op duurzame energie wellicht wel breder toepasbaar zijn. Gezien de nu nog fossiele uitstoot en geuroverlast is het echter geen oplossing die je breed wilt blijven inzetten tot en met 2050. Wanneer dit om wordt gezet in biobrandstoffen kan het wellicht wel een positieve toevoeging zijn aan het energiesysteem, maar ook daarbij is er weer sprake van emissie geuroverlast. Echter, voor bedrijven, die een relatief grotere vermogensvraag hebben dan huishoudens, kan een aggregaat wel helpen in het reduceren van de piek.	-/+	-/+

^[1] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf

^[2] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf

^[3] Flexoplossingen | Stedin. Groepscontract capaciteitsbeperking op afroep | Liander

^[4] Microsoft Word - Slimmer laden op Laadpleinen.docx (elaad.nl)

^[5] Stimuleringsprogramma brengt energiehub's een stap dichterbij | Netbeheer Nederland

^[6] Feedback CE Delft

^[7] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf

Resultaten bestelvoertuigen

Conclusie scenario-as 1

De verwachting is dat 90 tot 95% van de bestelbussen regulier zal laden in de wijk of op depots. Waar dit kleine depots betreft (<10 laadpunten) wordt geen probleem verwacht omdat uitbreiding van regulier laden in depots op het laagspanningsnet op de korte termijn mogelijk is. Voor grotere depots is een grootverbruikaansluiting nodig. Vaak zal de betreffende ondernemer al een grootverbruikaansluiting hebben. Afhankelijk van het bestaande energiegebruik kan sprake van knelpunten zijn, die via mitigerende maatregelen op te lossen zijn. Ondernemers die specifiek voor het laden van veel bestelbussen tegelijk een netverzwaring nodig hebben lopen wel tegen wachtlijsten aan. Als dit het gevolg is van congestie bij de regionale netbeheerder, is het soms mogelijk om afspraken te maken met een capaciteitsbeperkend contract. Waar individuele maatregelen niet voldoende ruimte bieden, kan de collectieve maatregel "groepsovereenkomst" soms ruimte bieden, met name op bedrijventerreinen. Dit vraagt wel meer organisatie en samenwerking. Nieuwe aansluitingen voor snelladen zijn op dit moment op de meeste plekken (de congestiegebieden) niet mogelijk zonder netverzwaring. Nieuwe snellaadpunten voor depots op bestaande aansluitingen zijn vaak wel mogelijk met individuele mitigerende maatregelen. Al met al zal netcongestie naar verwachting een beperkte impact hebben op het behalen van doelstelling.

Type laadvoorziening		Aansluitcategorie	Netvlak	Aansluiting	Knelpunt?	Huidige situatie
Lang laden	1. Thuislaadpunten	3x25A	LS	Bestaand	Nee	Geen probleem
	2. Collectieve thuislaadpunten	?	?	Bestaand	Mogelijk	Beperkt tot geen probleem
	3. Klein depot (tot 10 laadpunten)	t/m 3x80A	LS	Bestaand	Nee	Geen probleem
	4. Groot depot (> 10 laadpunten)	> 3x80A	MS	Bestaand	Mogelijk	Beperkt tot geen probleem
	5. Publieke laadpunten	3x25A	LS	Nieuw	Nee	Geen probleem
	6. Publiek laadplein	t/m 3x80A	LS	Nieuw	Nee	Geen probleem
Kort laden	7. Stedelijk snelladen	> 3x80A	MS	Beide	Ja/nee	Waarschijnlijk probleem
	8. Snelladen corridor	> 3x80A	MS	Beide	Nee	Beperkt tot geen probleem
	9. Snelladen werk/ depot	> 3x80A	MS	Bestaand	Mogelijk	Waarschijnlijk probleem

Resultaten bestelvoertuigen

Scenario-as 2: draagvlak voor elektrische bestelvoertuigen

Factoren	Toelichting	
	Huidige situatie	Verwachte ontwikkeling
Financieel	De TCO van elektrische bestelbussen is al lager t.o.v. fossiel aangedreven bestelbussen. De verwachting is dat ook de aanschafprijs van elektrische bestelauto's vanaf 2025 concurrerend zal zijn met fossiel aangedreven bestelauto's. ^{2,3} De instroom van elektrische bestelauto's is afgelopen jaren vooral op gang gekomen dankzij nationaal stimuleringsbeleid. Inmiddels zijn al zero-emissiezones definitief vastgesteld. Ook blijft de BPM-vrijstelling voor ondernemers vanaf 2025 alleen geldig voor elektrische (bestel)voertuigen, waardoor er een forse prijsprikkel ontstaat. ¹	De verwachting is dat de aanschafprijs en TCO van elektrische bestelvoertuigen zullen dalen in de komende jaren, waardoor 85% tot 95% van de bestelvoertuigen elektrisch zullen zijn in 2030 en vrijwel alle bestelvoertuigen vanaf 2035. ²
Technisch	Sinds 2020 kunnen veel elektrische bestelauto's 3-fasen laden en snelladen. Ook is er steeds meer keuze in batterijcapaciteit, zodat ondernemers zelf de afweging tussen range en laadvermogen kunnen maken. Zowel de range als het trekgewicht zijn in de afgelopen jaren toegenomen. ⁴ Het gemiddelde (praktijk)actieradius was 215 km in 2023. ² Veel van de ontwikkelingen rondom batterijtechniek die voor personenauto's plaatsvinden gelden ook voor bestelvoertuigen. Netcongestie vormt momenteel een technische uitdaging en sommige bedrijven kunnen al geen verzwaarde of nieuwe elektriciteitsaansluiting krijgen. Alhoewel dit vooral voor zware (bestel)voertuigen een belemmering vormt, kan dit voor elektrisch bestelvervoer in het algemeen ook consequenties hebben. ¹	De verwachting is dat batterij-elektrische aandrijving voor wegverkeer de dominante techniek wordt in de transitie naar nulmissieaandrijving. ¹ De energiedichtheid van batterijen voor elektrische bestelvoertuigen zal gestaag blijven toenemen tot minstens 2040. De batterijcapaciteit zal ook licht groeien tot 2035 en daarna stabiliseren. Dit vertaalt zich in een groei van 66 kWh (2024) naar 77 kWh (2035) voor een gemiddelde elektrische bestelvoertuig. Dankzij deze combinatie zal het (praktijk)actieradius van elektrische bestelvoertuigen blijven toenemen tot 305 km in 2040, terwijl het gewicht vanaf 2025 zal afnemen. Ook het verbruikt neemt af met 0,8% tot 1,8% tot 2030, en met 0,7% tot 1,2% op de langere termijn. ² Qua netcongestie is de verwachting dat dit na 2030 geen uitdaging zal vormen en dat er op termijn voldoende netcapaciteit beschikbaar zal zijn, al is dit niet met zekerheid te zeggen voor alle benodigde locaties. ¹
Sociaal	Voor bestelvoertuigen blijkt het steeds minder beperkte aanbod van belang. ⁵ Ook de kosten zijn belangrijk, al zijn elektrische bestelauto's vaak al concurrerend of goedkoper t.o.v. fossiel aangedreven bestelauto's. ³ Zo is te zien dat veel postbedrijven al hun vloot aan het elektrificeren zijn. Veel ondernemers blijven merkentrouw, wat een belemmering kan zijn. Daarnaast kan het aanschaffen van een elektrische bestelauto's leiden tot positieve reputatie-effecten rondom bijvoorbeeld de duurzaamheid. ⁵ Een aandachtspunt is dat de transitie naar bestelauto's uitvoerbaar en haalbaar moet zijn voor ondernemers.	Gezien het toenemende aanbod en de afnemende kosten valt te verwachten dat het sociale draagvlak voor elektrische bestelbussen zal toenemen. Ook de normalisatie van elektrische bestelauto's kan hierbij helpen. Een gezamenlijk aanpak door het Rijk, gemeenten en de transportsector draagt bij aan de verdere aanpak in de transitie naar zero-emissie bestelvervoer. ⁶
Juridisch	Qua oplaadstandaarden, netintegratie e.d. geldt voor bestelvoertuigen grotendeels hetzelfde als voor personenvoertuigen. Zo zijn er NAL-afspraken over slim en netbewust laden en gelden er verplichtingen bij utiliteitsbouw voor het aanleggen van laadinfrastructuur. Ook zijn er o.a. subsidies beschikbaar (SPRILA en SPULA) voor het aanleggen van laadinfrastructuur voor bestelvervoer. ⁷ Daarnaast worden de eerste zero-emissie zones in 2025 ingevoerd, waardoor het in enkele steden al juridisch verplicht wordt om elektrisch bestelvervoer te gebruiken. ^{1,6}	Tot 2030 zullen er 29 Zero-Emissiezones bijkomen in Nederlandse steden. ¹ De juridische druk om over te stappen naar elektrisch bestelvervoer neemt daarmee toe. Qua ontwikkelingen rondom laadinfrastructuur en -standaarden is de toekomstige situatie vergelijkbaar met personenauto's.

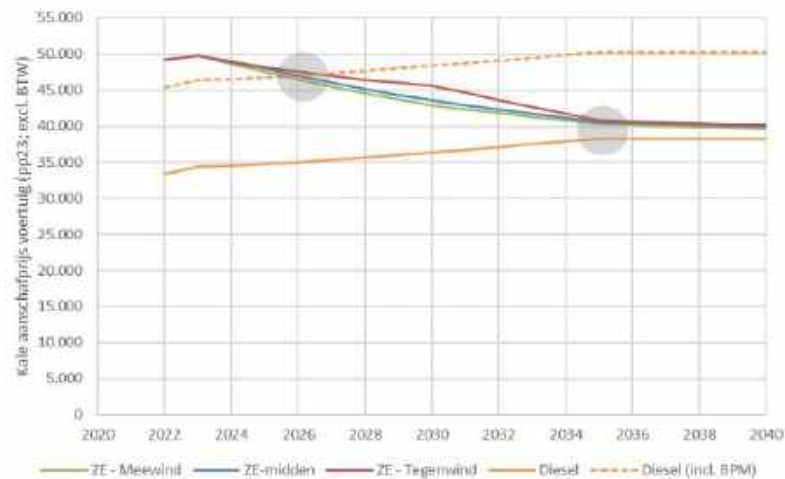
1 [KEV 2024. \(2024\). PBL.](#)
2. [Achtergrondrapport wagenparkanalyses bestel- en vrachtauto's. \(2024\). PBL.](#)
3. [Ondernemers weten weg naar elektrische bestelbus te vinden. \(2023\). Rijksoverheid.](#)

4. [Outlook bestelauto's. \(2020\). ElaadNL.](#)
5. [Elektrisch op Bestelling. \(2018\). KIM.](#)
6. [Position paper VNG t.b.v. rondetafelgesprek Zero-emissiezones. \(2024\). VNG.](#)
7. [Nieuwe regeling open voor laadinfra elektrische voertuigen. \(2024\). RVO.](#)

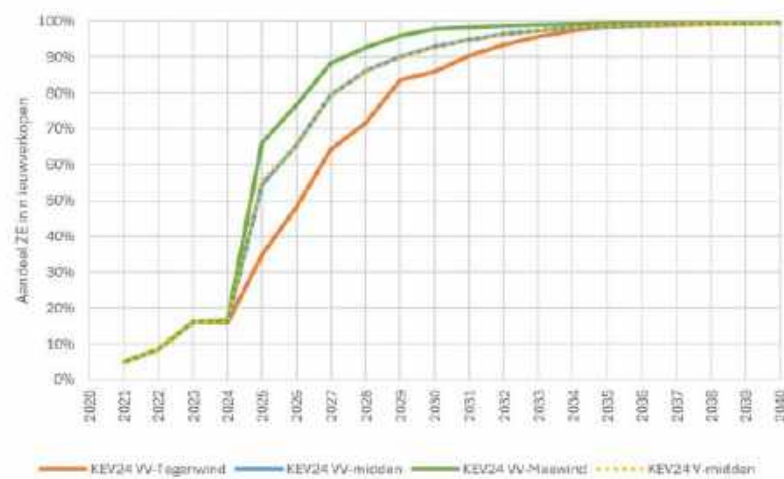
Resultaten Bestelvoertuigen

Conclusie scenario-as 2: draagvlak voor elektrische bestelvoertuigen

Het draagvlak voor elektrisch bestelvervoer zal toenemen richting 2030, 2040 en 2050. Zo is de TCO van elektrische bestelvoertuigen al lager dan die van fossiel aangedreven bestelvoertuigen en zullen de aanschaffkosten ook vanaf 2025 competitief zijn. Dit wordt ondersteund door nationaal stimuleringsbeleid en door de invoering van Zero-Emissiezones in 2025 tot 2029. Daarnaast groeit het technisch potentieel van elektrische bestelauto's en hebben ondernemers steeds meer keuze, zodat zij zelf de afweging kunnen maken tussen actieradius, laadvermogen en kosten. Sinds recent zijn er ook subsidies voor het aanleggen van laadinfrastructuur voor elektrisch bestelvervoer. Netcongestie vormt hierbij nog wel een uitdaging en kan zorgen voor een verminderde draagvlak, aangezien sommige bedrijven momenteel geen verzorging of nieuwe elektriciteitsaansluiting kunnen krijgen. Dit zal echter vanaf 2030 een steeds kleinere rol gaan spelen. Sociaal draagvlak wordt verder versterkt door normalisatie van elektrisch vervoer binnen de sector. De verwachting is dan ook dat 85% tot 95% van de nieuwe bestelvoertuigen elektrisch zal zijn in 2030 en vrijwel alle nieuwverkopen in 2035.



Prognose gemiddelde aanschafprijs bestelauto's tussen 2020 en 2040. Bron [Achtergrondrapport wagenparkanalyses bestel- en vrachtauto's. \(2024\). PBL.](#)



Aandeel ZE-nieuwverkopen bestelauto's tussen 2020 en 2040. Bron [Achtergrondrapport wagenparkanalyses bestel- en vrachtauto's. \(2024\). PBL.](#)

Conclusie bestelvoertuigen

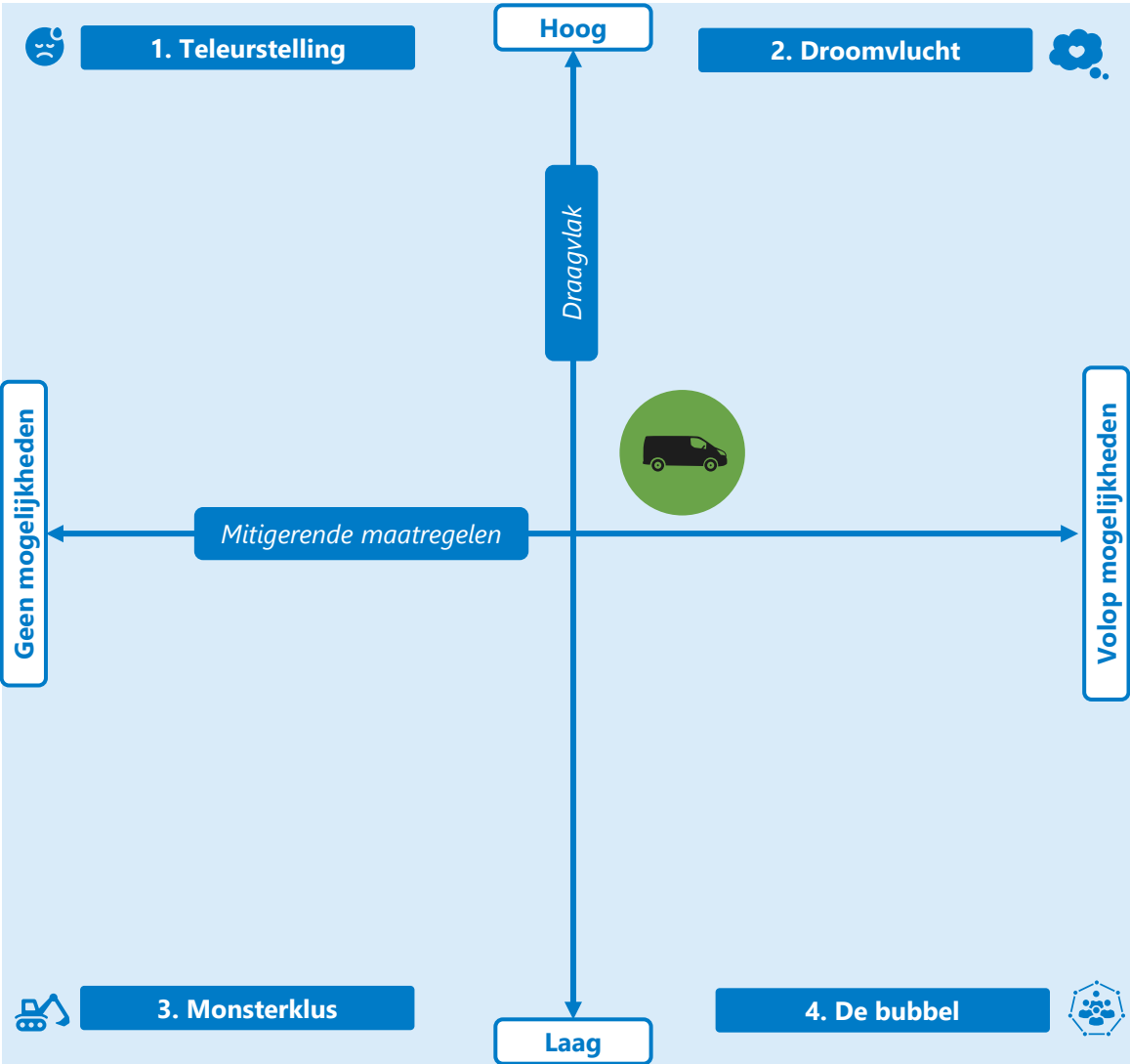
Bestelvoertuigen

De gebruikskosten (TCO) van elektrisch bestelvervoer zijn al lager dan fossiel aangedreven bestelbussen, en ook de aanschafprijs zal vanaf 2025 competitief zijn. Dit wordt verder ondersteund door nationaal stimuleringsbeleid en de invoering van zero-emissiezones tussen 2025 en 2029. Daarnaast groeit het technisch potentieel van elektrische bestelauto's en hebben ondernemers steeds meer keuze, zodat zij zelf de afweging kunnen maken tussen actieradius, laadvermogen en kosten. De draagvlak wordt verder versterkt door normalisatie van elektrisch vervoer binnen de sector.



De verwachting is verder dat 90-95% van bestelbussen regulier zal laden in de wijk of op depots. Bij kleine depots (<10 laadpunten) worden qua netcongestie geen problemen verwacht, aangezien LS-aansluitingen op korte termijn hiervoor mogelijk zijn en veel kleine bedrijven kunnen elektrificeren binnen de bestaande netaansluiting. Voor grotere depots is een grootverbruikersaansluitingen nodig – veel ondernemers zullen dit al hebben, maar ondernemers die een netverzwaring nodig hebben voor het laden van bestelbussen lopen wel tegen wachtlijsten aan. In sommige situaties kan dit opgelost worden door mitigerende maatregelen (capaciteitsbeperkende contracten of groepsovereenkomsten op bedrijventerreinen). Voor snelladen is vrijwel altijd een netverzwaring nodig, maar ook dit is bij bestaande aansluitingen op depots vaak mogelijk i.c.m. mitigerende maatregelen.

De draagvlak voor elektrisch bestelvervoer is al redelijk hoog. Er wordt een kleine verslechtering verwacht door toenemende congestie en benodigde ontwikkeltijd voor mitigerende maatregelen tot 2030. Na 2035 zal de gehele instroom emissievrij zijn, waarna de laatste ondernemers tussen 2040 en 2050 de overstap zullen maken en elektrisch bestelvervoer de norm wordt. Qua mitigerende maatregelen wordt eerst een verslechtering verwacht tot 2030, waarna de situatie sterk verbetert naarmate netcongestie vermindert richting 2040 en het elektriciteitsnetwerk de vraag geheel aankan. De beleidsdoelstellingen komen niet onder druk toedoen van netcongestie.



Resultaten Vrachtvoertuigen

Beleidsdoelen en -ambities

Het huidige doel is dat 10% van de vrachtvoertuigen emissievrij is in 2030, en 100% van de nieuwverkopen in 2040¹. Dit komt overeen met ca. 16.000 elektrische vrachtvoertuigen in 2030, groeiend naar 160.000 in 2050. Op Europees niveau is het doel dat nieuwkopen 45% minder CO₂ uitstoten in 2030, 65% in 2035 en 90% in 2040³. Op dit moment rijden in Nederland ruim 1.000 elektrische vrachtvoertuigen. De verwachte toekomstige laadmix bestaat uit grotendeels private laadlocaties bij bedrijven en laad- en loslocaties, met daarnaast publiek toegankelijke laadvoorzieningen langs doorgaande routes, bij stedelijke knooppunten en truckparkings. Naar verwachting gaat het in 2035 om ca. 100 publiek toegankelijke laadlocaties (met per locatie meerdere laadpunten) en bijna 40.000 laadpunten bij depots en bedrijven. Laden voor lang parkeren vindt naar verwachting plaats met 50 tot 100 kW. Voor kort parkeren loop het vermogen op van 350kW tot 1 MW of meer.

Scenario-as 1: Impact mitigerende maatregelen

Huidige situatie

De netaansluiting

Gezien het gevraagde laadvermogen hebben laadvoorzieningen voor vrachtvervoer een grootverbruikersaansluiting nodig. Op locaties (zoals bij depotladen) met een bestaande aansluiting biedt het benutten van de resterende capaciteit – in combinatie met mitigerende maatregelen – mogelijkheden om laadinfrastructuur te blijven realiseren. Echter is bij meerdere zware voertuigen een bestaande aansluiting niet toereikend om laadinfrastructuur in te passen. Voor nieuwe laadlocaties zonder netaansluiting is realiseren zeker niet mogelijk. Nieuwe snellaadlocaties staan vanwege het hoge vermogen extra onder druk. Dit neemt niet weg dat CPO's en bedrijven op dit moment ook volop investeren in batterijsystemen om toch nieuwe laadinfrastructuur te kunnen blijven ontwikkelen. Onzeker is nog in welke mate deze investeringen ook opportuun blijven om het moment dat de omvang van de laadlocaties en het laadvermogen toeneemt. Toelichting per laadvoorziening:

1. *Depotladen*. Bij lang laden bij depots zijn de laadvermogens (doorgaans) relatief beperkt. Bij meerdere voertuigen is wel een grootverbruikersaansluiting nodig. Gezien de omvang van deze locaties zal een dergelijke netaansluiting vaak aanwezig zijn. Afhankelijk van het bestaande energiegebruik kan sprake van knelpunten zijn, die via mitigerende maatregelen op te lossen zijn. Voor enkele voertuigen is er daarmee naar verwachting geen probleem, bij een groter wagenpark kan wel een knelpunt door beperkte netcapaciteit ontstaan⁴.
2. *Collectief laadplein*. Hier gaat het om laadvoorzieningen op bijvoorbeeld een truckparking of bedrijventerrein voor lang parkeren. Het laadvermogen is vergelijkbaar met depotladen. Bij gebruik van een bestaande netaansluiting is naar verwachting de realisatie van een laadplein in combinatie met mitigerende maatregelen mogelijk voor een kleine vloot. In het geval dat een nieuwe netaansluiting nodig is dan is de ontwikkeling van een laadplein op korte termijn niet mogelijk door de wachtlijst voor grootverbruikersaansluitingen.
3. *Stedelijk snelladen*. Voor stedelijke snellaadlocaties met bestaande netaansluitingen is ontwikkeling van een laadlocaties mogelijk, eventueel in combinatie met mitigerende maatregelen. Uitgangspunt is dat het aantal laders en laadvermogen relatief beperkt blijft. In het geval een nieuwe netaansluiting nodig dan is de ontwikkeling van een stedelijke snellaadlocatie op korte termijn niet mogelijk door de wachtlijst voor grootverbruikersaansluitingen.
4. *Snelladen corridor*. Op veel corridorlocaties – zoals verzorgingsplaatsen – zijn al netaansluitingen aanwezig voor laadvoorzieningen voor personenauto's. De omvang van deze aansluitingen is naar verwachting echter te beperkt voor laden met hoge vermogens (van 1 MW). Hierdoor ontstaat naar verwachting een knelpunt en is realisatie niet tot beperkt mogelijk.
5. *Snelladen depot*. Het benodigde laadvermogen voor de snellader en de bestaande netaansluiting bij een depot is bepalend voor de mogelijkheden om een de laadvoorziening te realiseren. Waarschijnlijk is dit voor de meeste bedrijven een uitdaging. Mitigerende maatregelen zijn naar verwachting mogelijk om een deel van de piekvraag te beperken. Het is daarmee sterk situatieafhankelijk of knelpunten ontstaan.

¹Kamerbrief verduurzaming vrachtwagens

²Wijziging regeling bevordering schone wegvoertuigen

³Wijziging verordening (EU) 2019/1242

⁴ <https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/werkgroepen/wg+logistiek/rapporten+en+kennisproducten/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=3000496>

Resultaten Vrachtvoertuigen

Mitigerende maatregelen		Toepassing		Kansrijkheid	
		Nu	Verwachte ontwikkeling	Nu	Later
no-regret	Slim Laden	Slim laden is toepasbaar en ook essentieel om de elektriciteitsvraag te verspreiden, aldus een studie van CE Delft. Er wordt geadviseerd om hier sterk op in te zetten. Het scheelt bedrijven en de maatschappij (voor het net) kosten.	Aangezien slim laden nu al plaatsvindt en een no-regret optie, is te verwachten dat slim laden alleen maar zal toenemen in de toekomst. Wel is hiervoor de beschikbaarheid van slimme laadpalen een belangrijke factor. Ook biedt het een mogelijkheid, of zelfs randvoorwaarde, voor toekomstige ontwikkelingen, zoals vehicle-to-grid laden, die op hun beurt weer bijdragen aan de flexibiliteit van het energiesysteem.	+	++
	Lokale opwek in relatie tot verbruik	Een mogelijkheid voor lokale opwek zou vooral zonne-energie zijn. Deze energie wordt echter overdag opgewekt, terwijl er vooral 's nachts wordt geladen bij vrachtvoertuigen. Voor de opgewekte energie zou dus een batterij nodig zijn, maar batterijen zijn nog in een vroeg stadium.	Lokale opwek zal niet overal gerealiseerd kunnen worden. Ook vangt het maar een beperkt deel van de totale vraag af. Wel kan het nuttig zijn om de pieken te verminderen wanneer batterijen breder beschikbaar zijn voor bedrijven. Het ontwikkelpad van batterijen voor bestel- en vrachtvoertuigen is echter wel redelijk positief.	-/+	+
Gepland Laden	Aanpassen ritten / laadschema	Kan worden toegepast en heeft veel potentie: wanneer drie vrachtvoertuigen tegelijk gaan laden op 100 kW, resulteert dat in 300 kW vermogen. Wanneer ze een voor een gespreid over drie uur laden, resulteert dat in dat het piekvermogen niet boven de 100 kW uitkomt. Is vooral geschikt voor snelladen, en het vereist een aanpassing van de bedrijfsvoering. Een studie van CE Delft laat wel weer zien dat het gevraagde vermogen soms nu eenmaal te hoog ligt, zelfs als je de rit- en laadschema's aanpast. Indien de aanpassing wordt gecombineerd met alternatieve transportrechten is de kansrijkheid groter.	Het ontwikkelpad voor deze maatregel hangt af van de bedrijfsvoering van de organisaties waar de vrachtvoertuigen voor worden gebruikt. Hier zit meer variatie dan bij bestelbussen waarvan het leeuwendeel 's nachts laad en overdag rijdt. Voor vrachtvervoer is dat niet per se het geval.	-/+	+
	Alternatieve transportrechten	Studies laten vooral zien dat een tijdsblokgebonden contract potentie heeft en al het meest concreet is gemaakt door netbeheerders. Bedrijven kunnen dan op dalmomenten meer vermogen opnemen. Dit is voornamelijk 's nachts tussen 22:00u en 6:00u. Dit zou ideaal kunnen zijn om vrachtvoertuigen op te laden, omdat ze 's nachts meestal geen leveringen hoeven te doen. Wel is deze maatregel afhankelijk van de restcapaciteit in het onderstation en de beschikbaarheid van de tijdsblokgebonden contracten vanuit de netbeheerder.	Kan zeer nuttig zijn gezien de lange tijd van laden 's nachts. Maar dit hangt wel af van de ruimte op het net. Ook hangt het bij vrachtvoertuigen nog sterker af van de laadduur van de desbetreffende vrachtvoertuigen.	-/+	+

^[1] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf
^[2] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf
^[3] Flexoplossingen | Stedin, Groepscontract capaciteitsbeperking op afroep | Liander
^[4] Microsoft Word - Slimmer laden op Laadpleinen.docx (elaad.nl)
^[5] Stimuleringsprogramma brengt energiehub's een stap dichterbij | Netbeheer Nederland
^[6] Feedback CE Delft
^[7] CE Delft 220410 Mitigerende maatregelen in de praktijk Def.pdf

Resultaten vrachtvoertuigen

Mitigerende maatregelen		Toepassing		Kansrijkheid	
		Nu	Verwachte ontwikkeling	Nu	Later
Lokaal Samenwerken	Laadplein	Laadpleinen hebben potentie als ze plaatsvinden in combinatie met slim laden en wanneer er meerdere logistieke bedrijven een laadplein willen bouwen. Niet elk bedrijventerrein heeft hier echter plek voor. Het zal dus heel situatie-afhankelijk zijn of deze maatregel toepasbaar is.	Op basis van de kaart die Elaad heeft gemaakt, kunnen gemeentes en netbeheerders aan de slag met laadpleinen. Wel is het zo dat elk laadplein op een eigen manier gebruikt wordt. Een thuislaadplein wordt dag en nacht gebruikt door particulieren, terwijl een werklaadplein waarschijnlijk overdag alleen maar wordt gebruikt. Logistieke laadpleinen zijn wellicht juist weer 's nachts meer nodig.	-/+	+
	Energie-hubs	Zou op de lange termijn een oplossing kunnen zijn, maar is op dit moment nog erg onzeker. Meer onderzoek is nodig. Een studie van CE Delft laat zien dat het realiseren van deze energiehub's op sommige plekken in bijvoorbeeld 2026 al niet haalbaar is, en dat goede samenwerking tussen bedrijven en gezamenlijke investeringen essentieel zijn. Daarnaast laat een studie van RoyalHaskoning zien dat op dit moment zo'n 2% alle buurten in Nederland in aanmerking komt voor energy hubs. Ook zouden energyhubs bij verkeerde toepassing de netcongestie juist kunnen vergroten. Daarom is een goede begeleiding in het opzetten van energiehub's belangrijk. Ondanks de nu nog beperkte toepassing, wordt het wel gezien als een oplossing met potentie.	Dit zal afhangen van de samenwerkingen die bedrijven met elkaar aan willen gaan. Er is een potentie, en de juridische contracten zullen breder beschikbaar worden, maar het hangt ook af van de lokale contexten waarbinnen bedrijven opereren: dus contact met de burens, soorten aansluitingen, ruimte op het net in het specifieke gebied.	-/+	+
Opslag	Batterij	Kosten voor opstal zijn erg hoog, Tevens heeft de batterij alleen in het weekend genoeg tijd heeft om volledig op te laden, maar doordeweeks deze tijd niet heeft om aan de laadvraag van de voertuigen te voldoen. De kansrijkheid van deze maatregel is sterk afhankelijk van de grootte van het wagenpark en het rittenschema. Indien de piekvraag kan worden afgevangen middels een batterij en daarmee een kleiner gecontracteerd vermogen kan worden aangevraagd, draagt opslag bij aan het verduurzamen van een wagenpark ondanks beperkte beschikbaarheid van een netaansluiting.	In de toekomst zullen batterijen breder beschikbaar en waarschijnlijk ook betaalbaarder zijn. Deze kunnen vooral een rol spelen in het reduceren van de absolute piek. Doordeweeks opladen van batterij is lastiger, dus vandaar dat batterijen alleen kansrijk zullen zijn wanneer ze spaarzaam worden ingezet doordeweeks.	-/+	+
	Aggregaat	Inzet van aggregaten is voor bestelvoertuigen niet wenselijk omdat deze op dit moment vooral op fossiele brandstoffen draaien. Echter, voor bedrijven, die een relatief grotere vermogensvraag hebben dan huishoudens, kan een aggregaat wel helpen in het reduceren van de piek.	Na 2030 zullen aggregaten op duurzame energie wellicht wel breder toepasbaar zijn (Vraag experts: is er bekend wanneer dit verwacht wordt?) Gezien de nu nog fossiele uitstoot en geuroverlast is het echter geen oplossing die je breed wilt blijven inzetten tot en met 2050. Wanneer dit om wordt gezet in biobrandstoffen kan het wellicht wel een positieve toevoeging zijn aan het energiesysteem, maar ook daarbij is er weer sprake van emissie en geuroverlast. Echter, voor bedrijven, die een relatief grotere vermogensvraag hebben dan huishoudens, kan een aggregaat wel helpen in het reduceren van de piek.	-/+	-/+

Resultaten vrachtvoertuigen

Conclusie scenario-as 1: Mitigerende maatregelen

Zo lang het laadvermogen en het aantal elektrische vrachtvoertuigen nog beperkt blijft zijn er nog mogelijkheden om bij bestaande aansluitingen laadlocaties te realiseren. Met de verwachte groei van het aantal elektrische vrachtvoertuigen en laadvermogen zorgt de schaarse netcapaciteit naar verwachtingen beperkingen in de uitrol van de laadinfrastructuur voor vrachtvervoer. Op termijn kan hierdoor onderscheid ontstaan tussen bedrijven waar wel netcapaciteit is (al dan niet door netuitbreidingen) en bedrijven die geen ruimte hebben op het net, en tussen bedrijven met en zonder voldoende middelen om in mitigerende maatregelen te investeren. Het handelingsperspectief om knelpunten op te lossen is beperkt. De mitigerende maatregelen die toepasbaar zijn, zullen kosten met zich meebrengen wat ook invloed zal hebben op het ingroeipad van de voertuigen. Hierdoor zien we de beschikbare netcapaciteit als beperkend voor de ingroei van elektrisch vrachtvervoer.

	Type laadvoorziening	Aansluitcategorie	Netvlak	Aansluiting	Knelpunt?	Huidige situatie
Lang laden	1. Depotlaadpunten v.a. 50 kW	> 3 x 80 A	MS	Bestaand	Mogelijk	Waarschijnlijk een probleem
	2. Collectief laadplein	> 3x 80 A	MS	Beide	Mogelijk	Waarschijnlijk een probleem
Kort laden	3. Stedelijk snelladen v.a. 400 kW	tot 2 MVA	MS	Beide	Mogelijk	Waarschijnlijk een probleem
	4. Snelladen corridor 1 MW	> 2MVA	MS	Beide	Ja	Realiseren niet mogelijk
	5. Snelladen depot v.a. 400 kW	> 2 MVA	MS	Bestaand	Mogelijk	Waarschijnlijk een probleem

Resultaten vrachtvoertuigen

Scenario-as 2: draagvlak voor elektrische vrachtvoertuigen

Factoren	Toelichting	
	Huidige situatie	Verwachte ontwikkeling
Financieel	Voor sommige bedrijven is de TCO van elektrische vrachtvoertuigen al lager t.o.v. fossiel aangedreven vrachtvoertuigen, maar dit geldt nog niet voor alle bedrijven. Voor internationaal transport hangt dit verder af van de kosten voor het (snel)laden onderweg. ¹ Echter is de aanschafprijs van e-trucks nog wel 1,5 tot 4 keer hoger dan fossiel aangedreven vrachtwagens, maar er zijn subsidies beschikbaar voor de aanschaf van e-trucks, zoals AanZET (max. 115.200 euro) en de MIA (36% van investeringsbedrag fiscaal aftrekken). ² Ook is het aanbod van e-trucks momenteel nog beperkt. ⁴ Mede hierdoor is het draagvlak voor e-trucks nog redelijk beperkt en is minder dan 10% van de nieuwverkopen elektrisch in 2024. ³	De verwachting is dat de TCO van e-trucks tussen 2025 en 2030 een omslagpunt bereikt. ¹ Ook in de aanschafprijs wordt een grote kostendaling verwacht tussen 2022 en 2035, waarbij de aanschafkosten voor batterijpakketten met een factor 3 afnemen (van gemiddeld €120.000 in 2022 naar €40.000 in 2035). Ook worden er schaaleffecten en dalende ontwikkelingskosten verwacht voor E-trucks, terwijl de schaaleffecten voor diesel vrachtvoertuigen juist afnemen naarmate E-trucks een grotere marktaandeel krijgen. Daarom wordt verwacht dat de aanschafprijs van E-trucks rond of na 2035 concurrerend zal zijn, al is de TCO tegen die tijd veel lager t.o.v. diesel vrachtvoertuigen. Ook zal er dan veel meer aanbod zijn. ³ De verwachting is daarom dat het draagvlak financieel gezien vooral na 2030 een vlucht zal nemen.
Technisch	De batterijcapaciteit van E-trucks is afgelopen jaren verbeterd, van gemiddeld 400 kWh in 2020 naar 500 kWh in 2024. ³ De gemiddelde (praktijk)actieradius is toegenomen tot 350 km in 2023, maar dit is nog onvoldoende voor bijvoorbeeld internationaal transport. ³ Op dit moment gebruiken e-trucks dezelfde snellaadtechnologie als personen- en bestelvoertuigen, waardoor de range en inzet beperkt is. Wel is er een nieuw internationaal standaard (Megawatt Charging System, MCS) in ontwikkeling, aangezien vrachtwagens voor lange afstanden een vermogen van 1 MW nodig hebben. In 2024 worden de eerste vrachtwagens met deze technologie verwacht met een MCS-laadvermogen tot 600 kW. ¹	De verwachting is dat de batterijcapaciteit tot 2035 zal blijven toenemen en daarna zal stabiliseren tussen 550 kWh en 750 kWh. ³ Tegelijkertijd wordt verwacht dat het (praktijk)actieradius zal blijven toenemen tot 550 km in 2040, mede dankzij een verwachte gemiddelde afname van het elektriciteitsverbruik van 0,8% tot 1,8% tot 2030, en 0,8% tot 1,2% tot 2040. ³ Ook zal het rondom 2030 mogelijk worden om het volledige laadvermogen van 1 MW te benutten d.m.v. de MCS-standaard. Het zal ook mogelijk zijn om nog sneller te laden, maar gezien de verplichte rij- en rusttijden zal 1 MW voldoende zijn om elektrische trucks in te zetten voor internationale transport. ⁵ Ook is het nog onzeker in hoeverre waterstof(-elektrisch) een rol gaat spelen in het wegtransport. ⁵
Sociaal	Er zijn geen exacte statistieken omtrent de voorkeuren en milieu-bewustzijn van vrachtbedrijven. Wel is het zo dat er tot dusver veel belangstelling was voor subsidies voor elektrificatie van vrachtvervoer (AanZET) en het aanleggen van laadinfrastructuur (SPriLa), die beiden na twee dagen uitgeput waren. ⁶ Dit laat zien dat veel vrachtbedrijven actief bezig zijn met elektrificatie. Daarnaast hebben vrijwel alle grote truckfabrikanten ZE-doelstellingen voor nieuwe vrachtwagens in het licht van Europese en nationale wetgeving. ¹	Gezien de toenemende belangstelling voor subsidies voor elektrificatie van de vrachtvloot is het aannemelijk dat het draagvlak vanuit een sociaal aspect zal blijven toenemen, totdat elektrisch vrachtvervoer de norm is.
Juridisch	Op dit moment wordt door IenW gewerkt aan de realisatie van voldoende laadinfrastructuur zoals verplicht in de EU-AFIR, namelijk 360kW per 60km. ⁷ Ook is het internationale standaard Megawatt Charging System (MCS) ontwikkeld en zijn er subsidies beschikbaar zoals AanZET, MIA, SPriLa, etc.. ⁶	Vanaf 2026 wordt een vrachtwagenheffing ingevoerd op basis van CO2-uitstoot per km, waarbij emissievrije vrachtwagens een substantiele korting krijgen. ^{5,6} Ook zullen fabrikanten steeds steeds grotere verkoop aandelen ZE binnen hun nieuwverkopen moeten behalen om aan de Europese CO2-normen richting 2030/2035/2040 te kunnen voldoen. ³ Verder is het aannemelijk dat MCS in de komende jaren zal worden verankerd in EU-standaarden voor laadinfrastructuur.

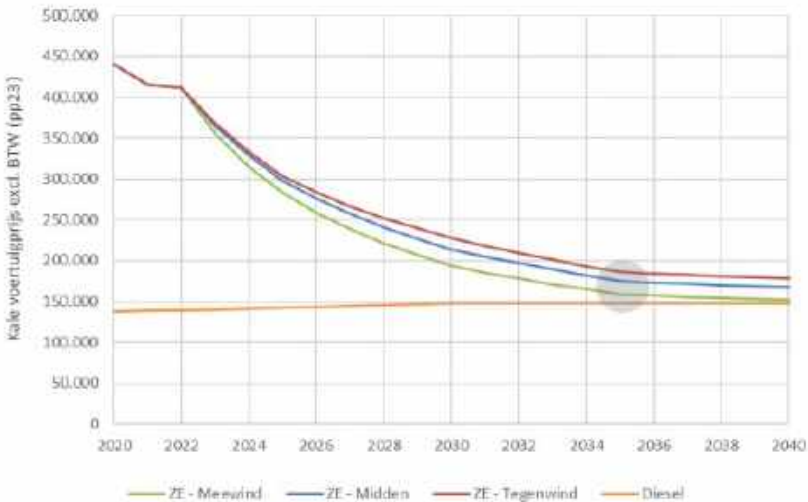
1 [Outlook Logistiek en Bedrijventerreinen. \(2022\). ElaadNL.](#)
2 [Wat kost een elektrisch vrachtwagen onder de streep? \(z.d.\). Rabobank.](#)
3. [Achtergrondrapport wagenparkanalyses bestel- en vrachtauto's. \(2024\). PBL.](#)

4. [Outlook E-trucks. \(2020\). ElaadNL.](#)
5. [KEV 2024. \(2024\). PBL.](#)
6. [Regelingen AanZET en SPriLa zeer populair. \(2024\). MinlenW.](#)
7. [Nederland krijgt een openbaar laadnetwerk voor onderweg opladen elektrische trucks. \(2023\). ElaadNL.](#)

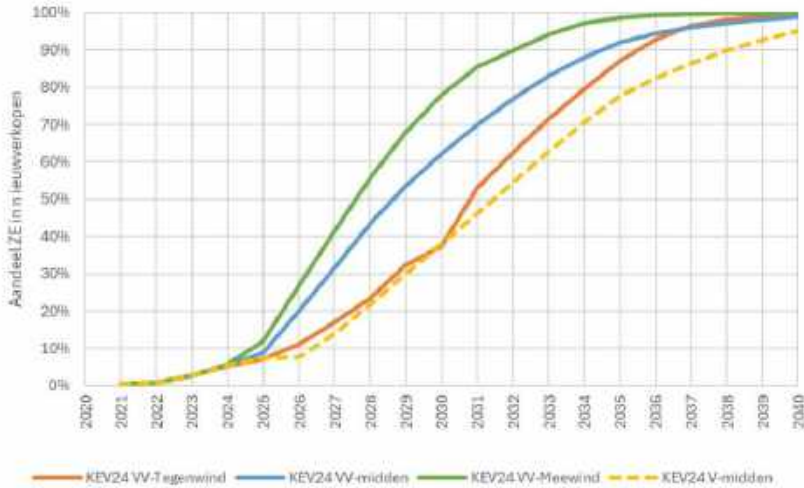
Resultaten Vrachtvoertuigen

Conclusie scenario-as 2: draagvlak voor elektrische vrachtvoertuigen

De overgang naar elektrisch vrachtvervoer bevindt zich in een eerder stadium dan personen- en bestelvervoer, mede door het lange en internationale karakter van vrachtritten, maar de vooruitzichten zijn gunstig. De TCO van elektrisch vrachtvervoer is soms al lager dan die van dieselveertuigen en zal tussen 2025 en 2030 voor alle bedrijven voordeliger worden dan diesel. Hoewel de aanschafprijs momenteel wel veel hoger is, zal dit ook rond 2035 een omslagpunt bereiken dankzij schaalvoordelen en lagere batterijkosten. Technologische ontwikkelingen, zoals betere batterijen en de introductie van het Megawatt Charging System (MCS) zullen de actieradius, laadsnelheid en inzetbaarheid van e-trucks verbeteren, zowel regionaal, nationaal en internationaal. Alhoewel netcongestie vooral voor zwaar wegvervoer een uitdaging vormt, is de verwachting dat dit ook na 2030 zal afnemen. Tegelijkertijd blijkt er al veel draagvlak te zijn voor elektrificatie van de vrachtvloot, mede te zien aan de belangstelling voor subsidies zoals AanZET. Dit wordt versterkt door juridische ontwikkelingen zoals de vrachtwagenheffing. Daarom is de verwachting dat het draagvlak voor vrachtvervoer langzaam zal toenemen tot 2035, waarna het een vlucht zal nemen richting 2040 en 2050.



Prognose gemiddelde aanschafprijs vrachtvoertuigen tussen 2020 en 2040.
Bron [Achtergrondrapport wagenparkanalyses bestel- en vrachtauto's. \(2024\). PBL.](#)



Aandeel ZE-nieuweverkopten vrachtvoertuigen tussen 2020 en 2040. Bron
[Achtergrondrapport wagenparkanalyses bestel- en vrachtauto's. \(2024\). PBL.](#)

Conclusie Vrachtvoertuigen

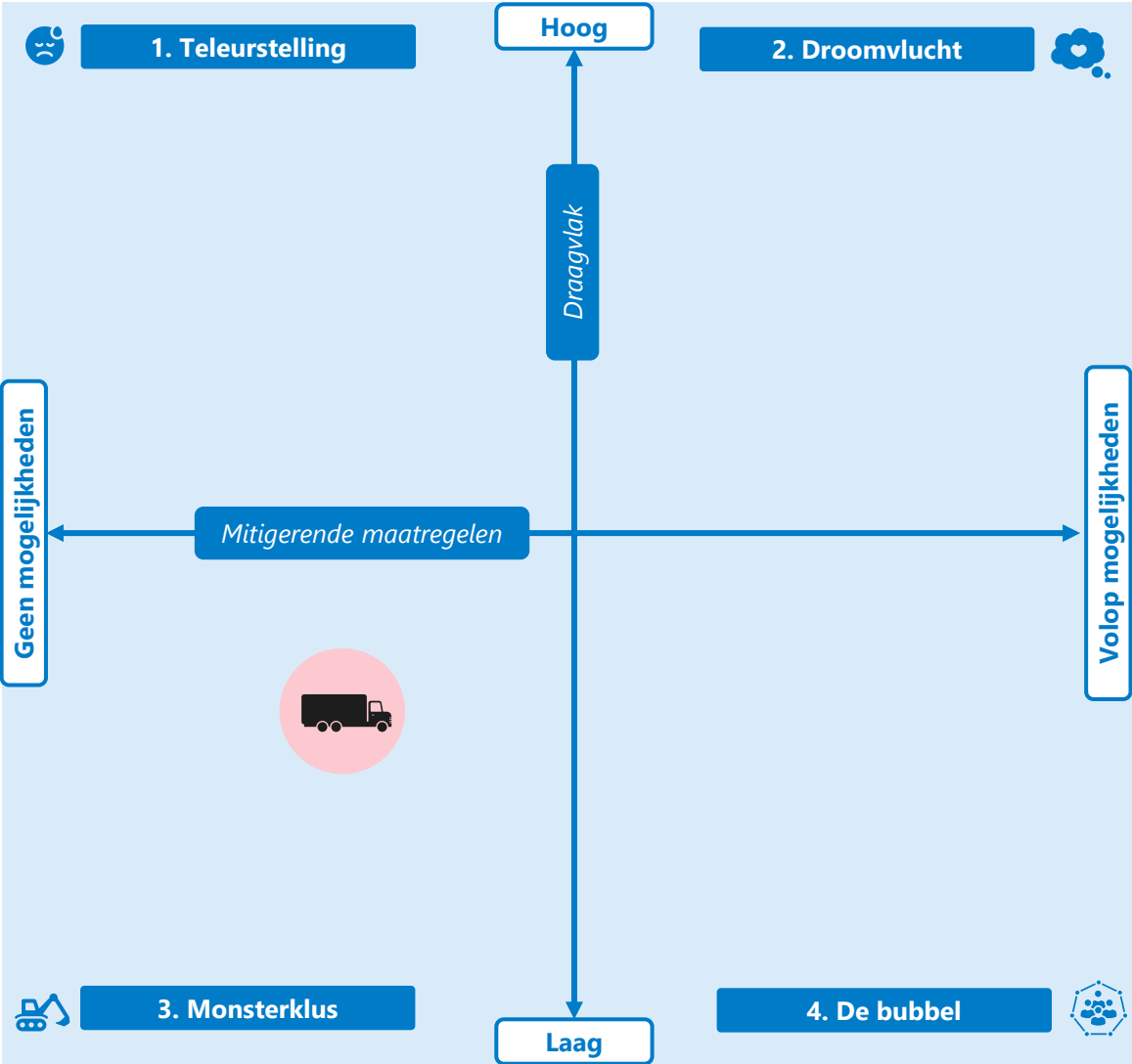


Vrachtvoertuigen

Er is al wel draagvlak voor de transitie naar elektrisch vrachtvervoer, maar dit loopt minder voorspoedig door uitdagingen rondom het laadvermogen van (internationaal) vrachtvervoer en de hoge aanschafkosten. De TCO van elektrisch vrachtvervoer is soms al lager dan diesel en zal voor 2030 een omslagpunt bereiken, terwijl de aanschafprijs rond 2035 een omslagpunt bereikt. Tegelijkertijd zullen de actieradius en laadsnelheid van e-trucks ook verbeteren, zodat e-trucks zowel regionaal, nationaal en internationaal inzetbaar worden.

Netcongestie vormt voor vrachtvervoer echter wel een grote uitdaging waardoor er beperkingen ontstaan in de uitrol van laadinfrastructuur voor e-trucks. Hierdoor kan een onderscheid ontstaan tussen bedrijven waar wel netcapaciteit is en die voldoende middelen hebben om in mitigerende maatregelen te investeren en bedrijven waar dit niet het geval is. Deze mitigerende maatregelen zijn kostbaar, waardoor dit invloed heeft op het ingroeipad van elektrische vrachtvoertuigen. Er zijn wel financiële prikkels die bedrijven ondersteunen bij deze transitie, maar de netschaarste blijft een probleem voor bedrijven die bijvoorbeeld nog geen aansluiting hebben. Daarbij is het publieke laadnetwerk nog niet dekkend. Daarom is de inschatting op basis van de criteria in deze verkenning dat de beleidsdoelstellingen wel onder druk staan door toedoen van netcongestie.

Deze conclusie wijkt af van de Klimaat en Energieverkenning 2024 waar op basis van techno-economische factoren wordt verwacht dat de groei van vrachtvoertuigen in lijn ligt met de beleidsdoelstellingen. Echter, heeft de wijze om de impact van netcongestie te modelleren in de KEV verdere uitwerking.



OV-Bussen



OV-bussen

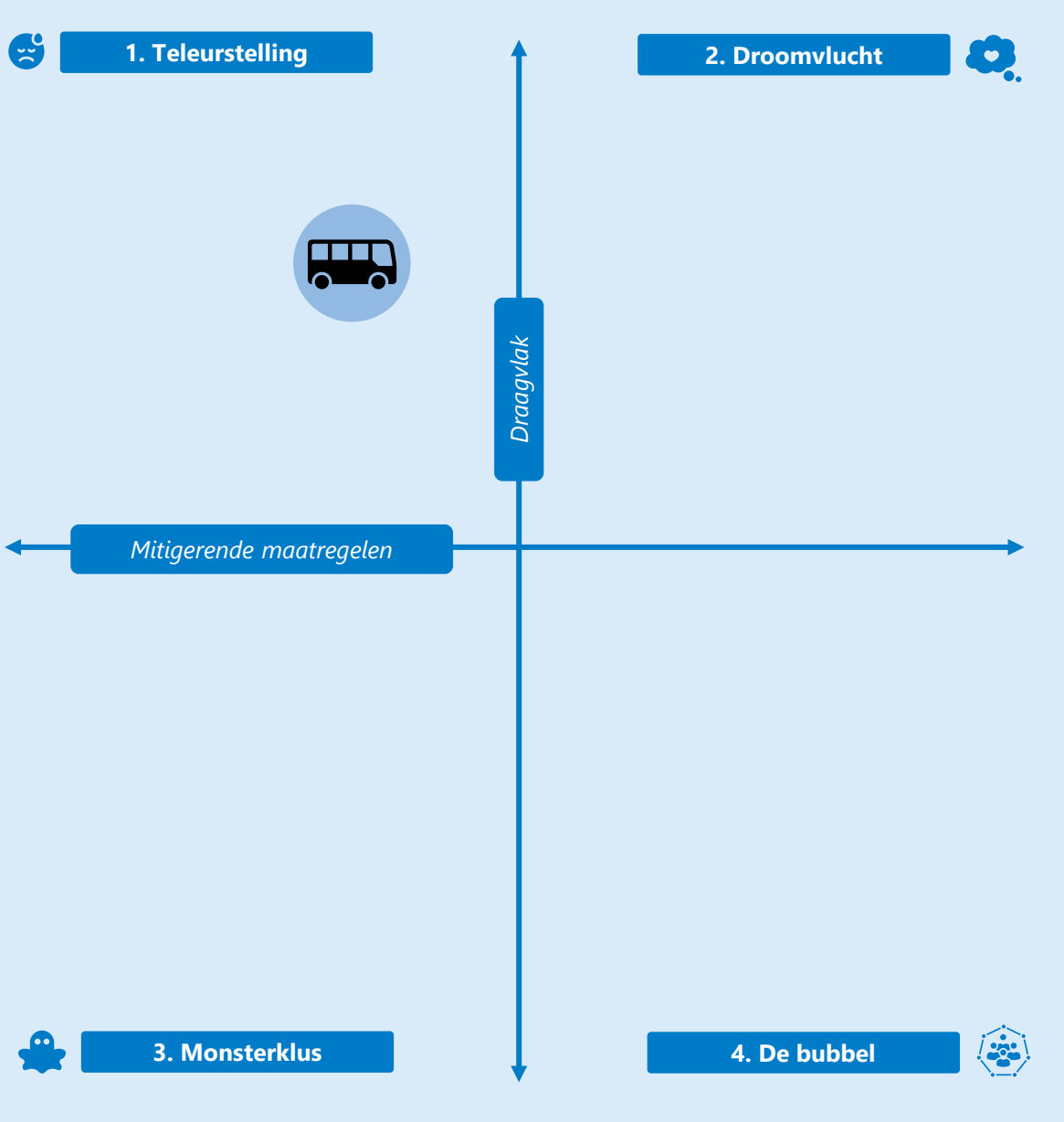
In 2016 is het Bestuursakkoord Zero Emissie Bus gesloten waarin de ambitie is opgenomen dat alle nieuwe OV-bussen in 2025 zero emissie zijn en dat in 2030 alle OV-bussen zero emissie zijn. In totaal zijn er 5200 OV-bussen in bedrijf in Nederland waarvan ongeveer 37% op moment van schrijven zero emissie is. Dit zijn met name batterij elektrische bussen naast 60 waterstof- en 50 trolleybussen. De verwachte toekomstige laadmix bestaat grotendeels uit laadlocaties op depot. Door de toenemende batterijcapaciteit is snelladen tijdens de rit, bijvoorbeeld bij een eindhalte, minder gebruikelijk. Richting de toekomst kan tussentijds snelladen (op depot of eindhalte), toenemen voor lange afstandstrajecten. Overnight charging op depots vindt naar verwachting plaats met 50 kW. Voor snelladen op een depot of bij een eindhalte loopt het vermogen op van 450 kW tot 1 MW of meer.

Uit te werken handelingsperspectief

- Lokaal maatwerk met mitigerende maatregelen is nodig en wordt reeds ingezet. Daarvoor moeten de beschikbare financiële middelen worden ingezet door OV-autoriteiten.
- Ministerie van IenW heeft beroep aangetekend tegen het ACM-besluit bij prioritering bij netcongestie. In eerste instantie (in het ontwerp-besluit) was het OV één van de sectoren die, bij netcongestie, met voorrang een aansluiting zou krijgen. Indien het beroep wordt gehonoreerd, heeft dit een positieve impact op de realisatie van netaansluitingen voor OV-bussen.
- Indien een gemeente of provincie zelf eigenaar is van de grond van de busremise is het mogelijk om nu te anticiperen op de netaansluiting die in de toekomst voorzien wordt bij een zero emissie wagenpark.
- Voor het laden bij eindhaltes nabij spoor, tram of metro is het verkennen van koppelkansen mogelijk. Dit gebeurt momenteel vanuit het Bestuurlijk akkoord netcongestie en OV-busremises die reeds ZE zijn.
- Busremise die reeds ZE zijn, kunnen bijdragen aan de transitie van andere sectoren door hun beschikbare capaciteit te delen. Een verdieping op het energieprofiel van deze locaties en inzicht in randvoorwaarden voor het delen van de laadvoorzieningen is gewenst.
- Voor het alternatief waterstof geldt dat er in het OV-ervaring is met inzet van bussen die rijden op waterstof. De businesscase van rijden op waterstof is nog lastig, mede door de hoge H2-prijzen. Nu de prijs van H2 daalt, én er subsidie beschikbaar is én netcongestie opdoemt, kan rijden op H2 een ZE-alternatief worden.

Voorlopige conclusie: invloed op de beleidsdoelstelling, maar mitigerende maatregelen zijn kansrijk

De beleidsdoelstelling voor OV-bussen zijn gesteld voor de nabije toekomst. Hoewel de sector voor op loopt in de transitie naar zero emissie, zullen concessies de komende jaren niet altijd zero emissie zijn door beperkte netcapaciteit. Dit geldt met name als remises verplaatsen naar een nieuwe locatie waar geen bestaande netaansluiting is. Het is de verwachting dat bij alle komende aanbestedingen voor beperkte netcapaciteit een oplossing gezocht moet worden. Het is niet zeker of dit in alle gevallen lukt.



Touringcars



Touringcars

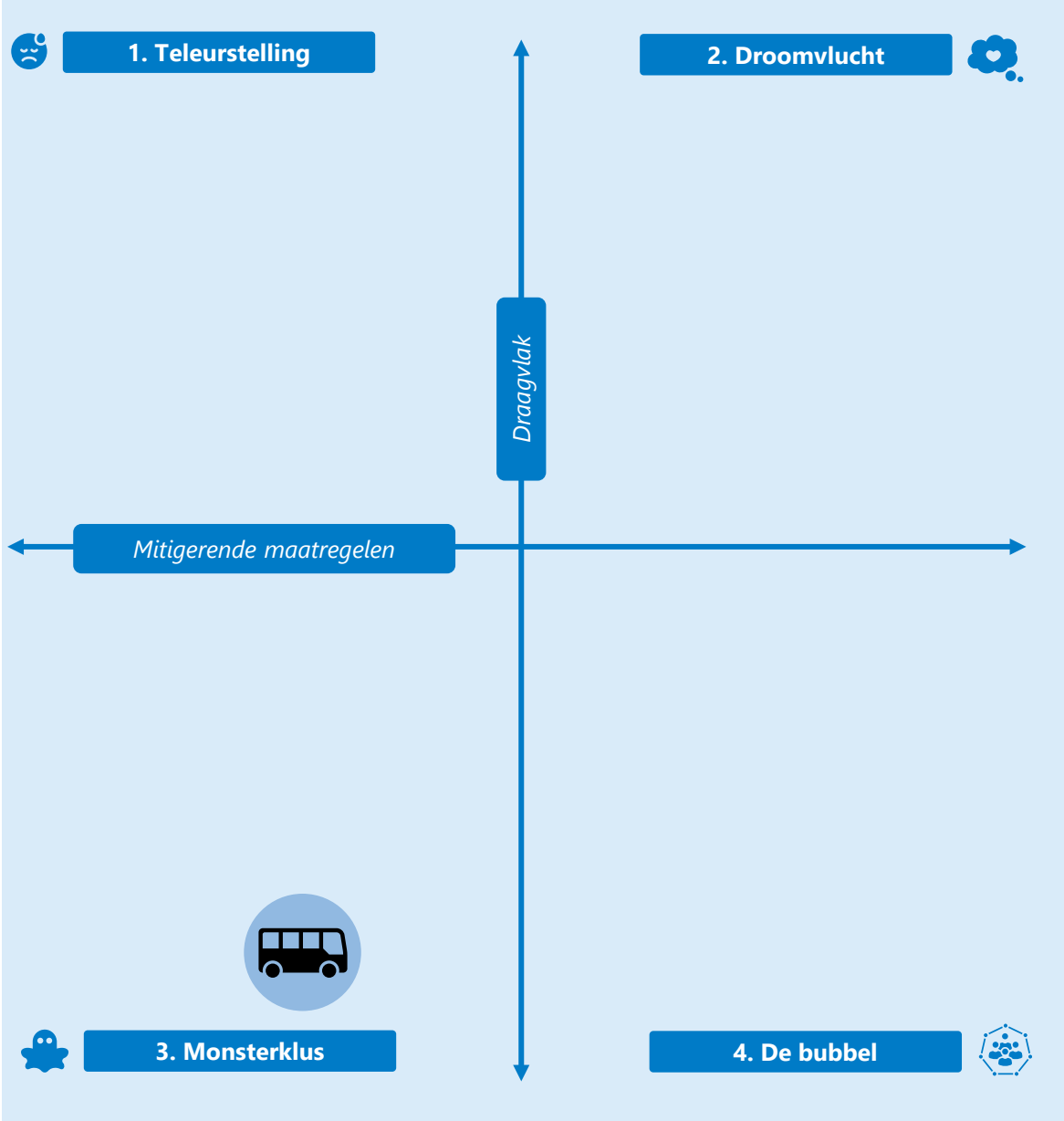
Het huidige Rijksdoel is dat 100% van de nieuw verkochte touringcars in 2040 emissievrij is. Daarnaast ambiëren (grotere) steden emissievrije zones voor touringcars (o.a. Amsterdam heeft hiervoor een beleidsvoornemen). In het Afsprakenkader emissieloos touringcarvervoer dat het rijk met bedrijfsleven en gemeenten heeft gesloten in 2023, is onder andere afgesproken dat medio 2025 wordt geëvalueerd of invoering van een ZE zone voor touringcars per 2027 haalbaar is. Het aanbod elektrische touringcars is op dit moment nog beperkt. Op dit moment rijden slechts enkele elektrische touringcars op de Nederlandse weg. In 2024 is de subsidieregeling emissieloze touringcars (STour) voor het eerst opengesteld, waarmee de aanschaf van 500 van de in totaal 3500 touringcars tot en met 2028 wordt ondersteund. In lijn met de groei van (zware) vrachtvoertuigen is de verwachting dat het aantal elektrische touringcars na 2028 toe blijft nemen.

Uit te werken handelingsperspectief

Voor vervoerders die (willen) kiezen voor inzet van elektrische touringcars is voorbereiding van belang. Op basis van de batterijcapaciteit, ritafstanden en mogelijkheden voor laden op eigen locaties is al veel mogelijk. De begin 2025 opgeleverde heatmap voor gewenste laadinfrastructuur draagt hieraan bij. In het afsprakenkader wordt in gesprek met POI-locaties (relevante steden, pretparken etc.) verkend waar laadinfrastructuur ontwikkeld kan worden. De ontwikkeling van publieke laadinfrastructuur gaat samen met corridorladen voor vrachtvervoer en behoeft daarmee geen specifieke aanpak. Touringcarbedrijven kunnen in de SPriLa subsidie krijgen voor batterij-opslag. Touringcars op waterstof die met SWIM subsidie kunnen worden aangeschaft, bieden mogelijk perspectief om netcongestie te verminderen.

Voorlopige conclusie: op korte termijn geen tot beperkte knelpunten

Zo lang het laadvermogen en het aantal elektrische touringcars nog beperkt blijft zijn er nog mogelijkheden om bij bestaande aansluitingen laadlocaties te realiseren. Gezien de beperkte omvang van het wagenpark en nog beperkte aanbod van elektrische touringcars liggen knelpunten op korte termijn daarmee niet voor de hand. Vervoerders die kiezen voor elektrische touringcars kunnen naar verwachting bij eigen locaties en steeds meer op bestemmingen gaan laden. Naar mate het aandeel groeit zijn meer corridor voorzieningen nodig. Daar ontstaat op de middellange termijn gezien de benodigde omvang van de netaansluitingen (vanwege het laadvermogen) mogelijk wel een knelpunt.



Afval en reinigingsvoertuigen



Afval- en reinigingsvoertuigen

Deze modaliteit is op te delen in twee groepen: afval- en reinigingsvoertuigen in de N3 categorie en kleine reinigingsvoertuigen in de N1/N2 categorie. Wetende dat de vloot voor kleine reinigingsvoertuigen divers is, is generiek aan te nemen dat N2 voertuigen qua laadgedrag vergelijkbaar zijn met bestelvoertuigen. Tevens zijn reinigingsvoertuigen in de categorie N3 nog niet op de markt. Daarom gaat de impactanalyse alleen over afvalvoertuigen. Er zijn (eind 2023) ong. 100 ZE vuilniswagens, op een park van ong. 3600 vuilniswagens in NL. Daarvoor is met een tiental gemeenten het Convenant Duurzame voertuigen en brandstoffen in de reinigingsbranche (2019) gesloten met als doelstelling om bij aanschaf van nieuwe vuilniswagens zo mogelijk ZE-vuilniswagens aan te schaffen en vanaf 2030 uitsluitend ZE-vuilniswagens aan te schaffen. In het kader van de Rbsw geldt de doelstelling om 15% van voertuigen, aangeschaft door medeoverheden, op alternatieve brandstoffen of ZE te laten rijden per 2026. Tevens gelden voor dit type voertuigen dezelfde CO2-reductienormen als voor vrachtvoertuigen. De verwachte toekomstige laadmix bestaat grotendeels uit laadlocaties op depot. Een enkele uitzondering is laden op een afvalstortplaats. Overnight charging op depots vindt naar verwachting plaats met 50 kW. Voor snelladen op een depot of bij een afvalstortplaats loopt het vermogen op van 400 kW tot 1 MW.

Uit te werken handelingsperspectief

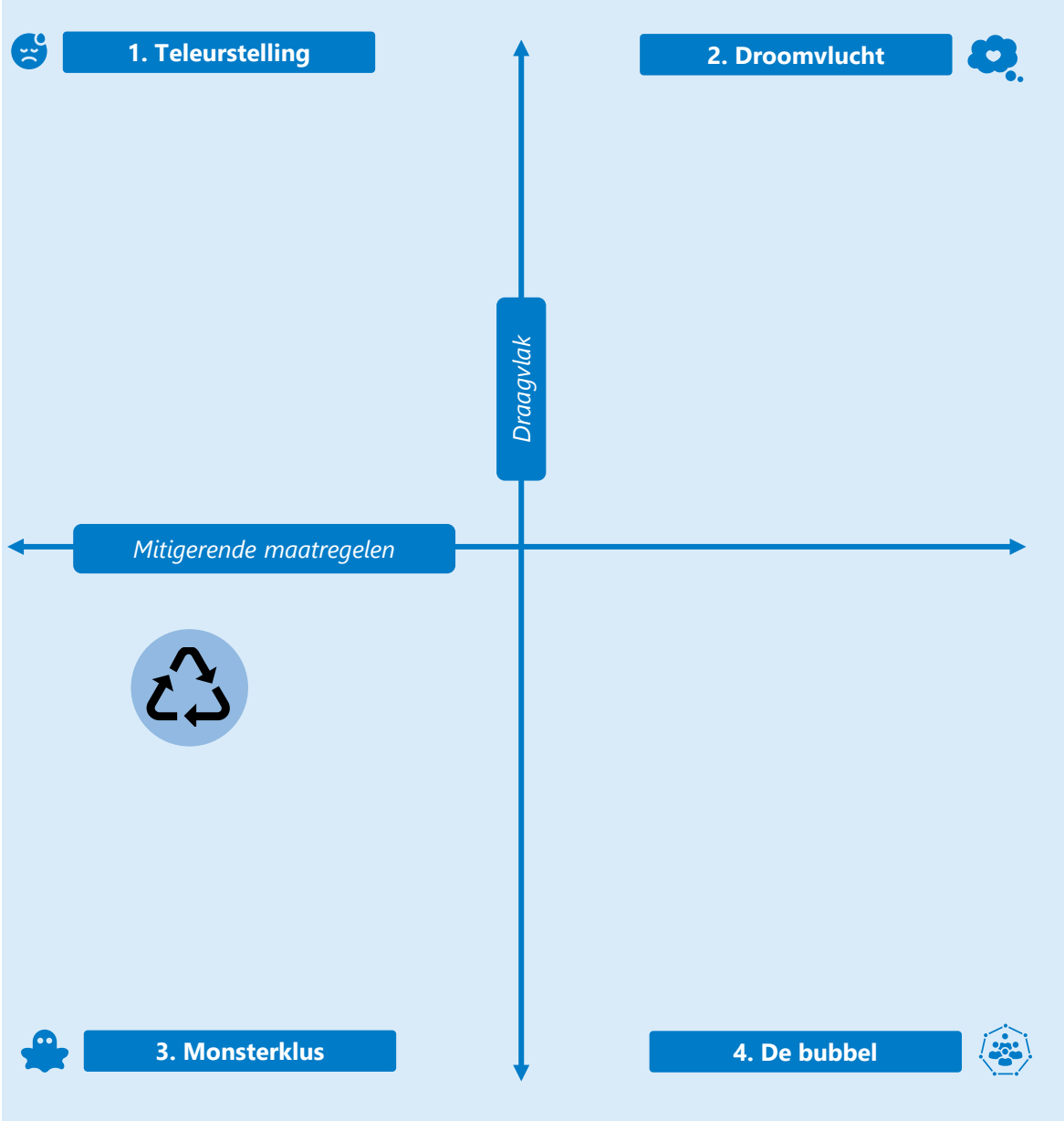
- Indien een grote aansluiting beschikbaar is op de afvalstortplaats, zou het realiseren van snellaadinfrastructuur op die locatie een oplossing zijn. Daarvoor dienen echter afspraken gemaakt te worden tussen de gemeente en de afvalverwerker.
- Delen van de netaansluiting met andere partijen middels oplossingen als cable pooling en energyhubs. In Tilburg wordt dit reeds toegepast. Het is raadzaam om hier standaard randvoorwaarden voor te ontwikkelen (bijv. financiële en juridische afspraken)
- Private afvalinzamelaars en gemeenten in afvalinzamelingssamenwerkingsverbanden kunnen in aanmerking komen voor subsidie.
- Gemeenten kunnen reeds een studie doen naar de benodigde netcapaciteit voor een zero emissie wagenpark en daar reeds de benodigde netaansluiting voor aanvragen.

Beschrijving branche

Er zijn circa 100 ZE vuilniswagens, op een park van circa 3600 vuilniswagens in NL. Dus ong. 3% van de vuilniswagens is ZE. De meeste hiervan zijn batterij-elektrisch. 15 voertuigen zijn waterstof-elektrisch. Daarnaast zijn er ong. 1.600 andere grote reinigingsvoertuigen (in cat. N3) in de sector actief, voornamelijk op diesel. (denk bijvoorbeeld aan rioolreinigingsvoertuigen en grote veegwagens). Van alle N3-vrachtwagens in NL is ong. 0,4 % ZE. De reinigingsbranche is met ong. 3% ZE-vuilniswagens dus koploper.

Voorlopige conclusie

ZE BEV vuilniswagens stromen langzaam in. Zij laden op depot. De verdere ingroei wordt gehinderd door netcongestie.



Doelgroepenvervoer en taxi's



Doelgroepenvervoer en taxi's

Doelgroepenvervoer en taxivervoer wordt uitgevoerd met M1 voertuigen: personenauto's en personenbussen met maximaal 8+1 zitplaatsen en gebruikt hetzelfde publieke laadnetwerk. De doelgroepenvervoer busjes voor het zogenaamde routegebonden vervoer (speciaal onderwijs) staan in de woonwijken (na) bij de chauffeur thuis. Een deel van de doelgroepenvervoertuigen laden op depot (regulier laden). Doelgroepenvervoer maakt bij uitzondering gebruik van private laadinfrastructuur van bijvoorbeeld bedrijven middels maatwerkafspraken. Rolstoelbussen maken vaak gebruik van snellaadinfrastructuur. Taxi's laden thuis bij een eigenaar op eigen oprit of aan de publieke laadpaal. Onderweg laden taxi's bij publieke snellaadinfrastructuur.

Uit te werken handelingsperspectief

- Ondersteunen van gemeenten en bedrijven (al dan niet via NAL-regio's) bij het treffen van mitigerende maatregelen. Denk hierbij ten eerste aan beschikbaar stellen van middelen voor het realiseren van batterijen. Via de Spila en Spula zijn hiervoor middelen beschikbaar.
- Ten tweede het zo veel mogelijk inzetten op bijvoorbeeld Capaciteitsbeperkende contracten (CBC's) die optimaal gebruik van een netaansluiting en netcapaciteit mogelijk maken. Hierbij is een grote afhankelijkheid van de mogelijkheden op het net en de ontwikkeling van dergelijke contractvormen.
- Het zoveel mogelijk (voorbereiden op) het realiseren van nieuwe laadlocatie, zoals langs de corridors en op stedelijke locaties.
- Daar waar netcongestie een (groot) probleem is, kan inzet op waterstof een deel van de oplossing bieden. De Subsidieregeling Waterstof in Mobiliteit (SWIM) ondersteunt rolstoelbusjes op waterstof financieel. Partijen moeten bij deze SPiLA en SWIM n wel als bedrijf aanvragen, als overheid kan er geen aanvraag ingediend worden.
- Lokale successen opschalen naar landelijke oplossing. Inzicht in toekomstige laadbehoefte en het laadnetwerk zijn voor doelgroepenvervoer van belang. Zo kan vooruit gepland worden en kunnen opdrachtnemers een laadmix voor de zero emissie vloot kiezen.

Voorlopige conclusie

Het doelgroepen- en taxivervoer maakt gebruik van het publieke laadnetwerk voor personen en bestelvoertuigen: uitbreiding van reguliere laadpunten (thuis, op straat en op het werk) op het laagspanningsnet is op de korte termijn mogelijk. Nieuwe aansluitingen voor snelladen zijn op dit moment op de meeste plekken niet mogelijk zonder netverzwaring. Wel zijn nieuwe snellaadpunten op bestaande aansluitingen soms mogelijk, bijvoorbeeld met bijplaatsing van batterijopslag. Een uitzondering zijn de doelgroepenvervoertuigen die laden op depot. Hierbij begint netcongestie een rol te spelen, bijvoorbeeld in de regio Zuid-Holland: hier had de winnaar van de aanbesteding emissievrij vervoer aangeboden, maar kon dit niet realiseren omdat hij op eigen terrein geen passende aansluiting kon krijgen. Beschikbaarheid van voertuigen vormt steeds minder een belemmering. Personenauto's en de 8+1 personenbus zijn goed verkrijgbaar. Een emissievrije rolstoelbus 8+1 + RS (rolstoel) is nog lastig te verkrijgen. De huidige modellen hebben een beperkt rijbereik en zijn voor noodzakelijke oplaadbeurt gedurende de dag aangewezen op moeilijk realiseerbare snellaadpunten. Als de rijbewijsregelgeving medio 2025 aangepast zodat met B rijbewijs ZE busjes tot 4250 bestuurd mogen worden, dan lost dit naar verwachting de beperkingen van ZE rolstoelbusjes op.



1. Teleurstelling

2. Droomvlucht



Draagvlak

Mitigerende maatregelen



3. Monsterklus

4. De bubbel



Bouwmaterieel



Bouwmaterieel

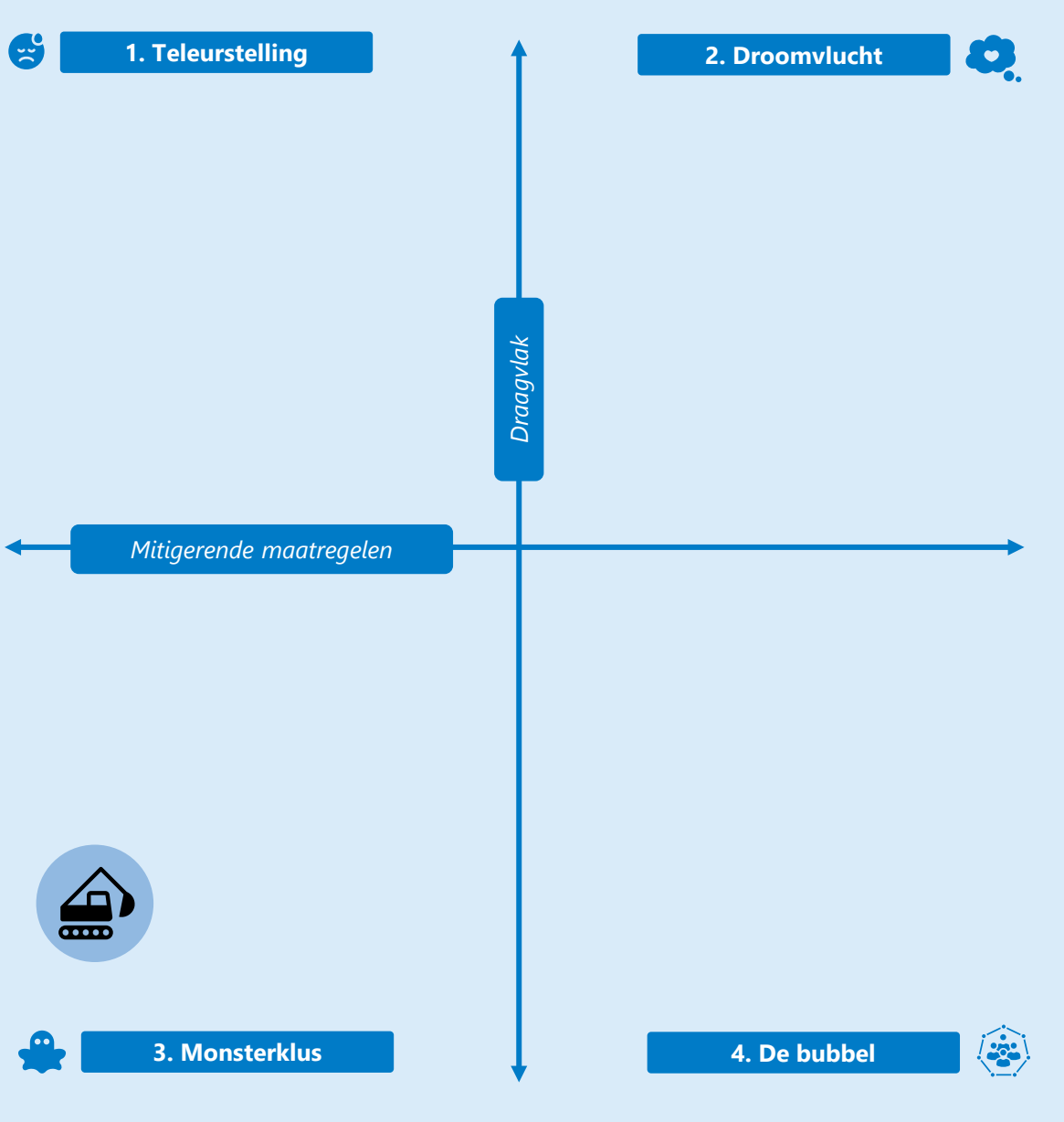
Gebruik van emissievrij bouwmaterieel speelt een belangrijke rol om ondanks de beperkingen voor stikstof toch te kunnen bouwen. De beleidsdoelen sluiten hier ook ten dele op aan met de reductie van 69% NOx (t.o.v. 2018), 4 Mton CO2 (t.o.v. 2019) en 75% minder gezondheidsschade (t.o.v. 2016) in 2030. Verschillende gemeenten hebben deze ambities onderschreven door met het Rijk afspraken te maken over de inzet van emissievrij bouwmaterieel in het convenant schoon- en emissieloos bouwen. Op basis van de prognoses van ElaadNL (outlook 2024) groeit de energievraag van het bouwmaterieel naar 1 TWh in 2035. Inschattingen over het aantal elektrische “bouwapparaten” en het aantal locaties zijn niet beschikbaar. Bouwmaterieel is kan zich over de weg of over het water bewegen, wat de uitdaging van laden divers maakt. Het laden van elektrisch bouw materiaal vindt veelal plaats op of rondom de bouwplaats, op specifieke laadhubs (in een stedelijke omgeving) en op locaties van de bouwbedrijven zelf. Het benodigde laadvermogen en aantal laders per locaties is sterk afhankelijk van het materieel op of bij een bouwlocatie. Zo kan het laden voor deze sector juist ook een tijdelijk karakter hebben, wat ruimte geeft voor creatieve oplossingen.

Uit te werken handelingsperspectief

Bouwbedrijven maken al gericht werk van de inzet van emissievrij bouwmaterieel, daardoor neemt ook hun kennis over laadinfrastructuur toe. Laadhubs maken daar een steeds belangrijk onderdeel van uit, die in samenhang met andere laadvoorzieningen ontwikkeld kunnen worden. De netcapaciteit op deze locaties kan beperkend zijn. Het is daarom wenselijk om in elk geval voor de grotere gemeenten – bijvoorbeeld i.c.m. stedelijke laadpleinen – gerichte locaties te ontwikkelen en daarbij ook (financieel) te ondersteunen voor mitigerende maatregelen. Voor bouwmaterieel kan daarnaast gezocht worden naar koppelkansen met andere doelgroepen zoals de logistieke sector en het Openbaar Vervoer. Tevens is aanvullend onderzoek nodig naar de inzet van bestaande stroomaansluitingen van de opdrachtgevers.

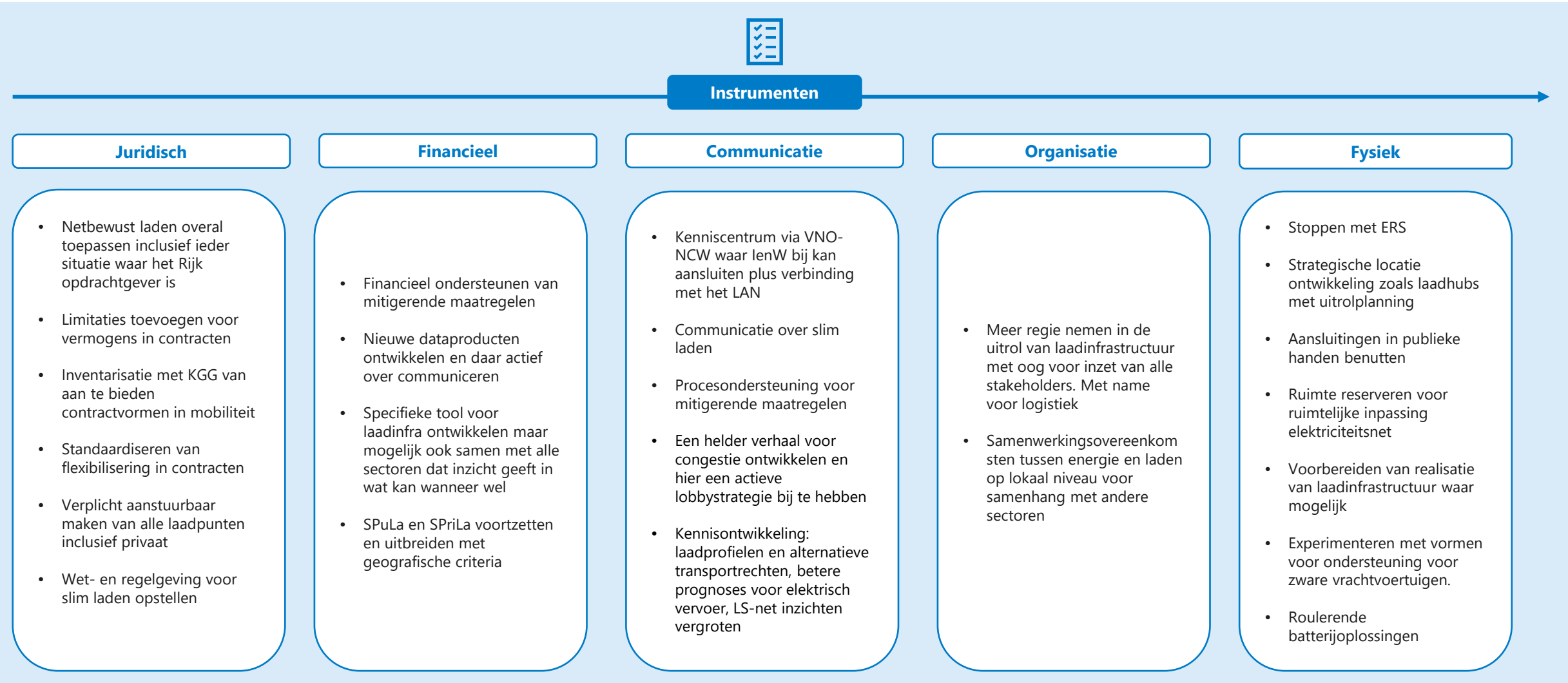
Voorlopige conclusie

Naar verwachting gaat het grootste deel van het bouwmaterieel laden op de bouwplaats of bij een bouwhub. De voorziene knelpunten op deze locaties zijn het grootst. Hierdoor komt naar verwachting de ingroei van elektrisch bouwmaterieel door de beschikbare netcapaciteit onder druk te staan. Hierdoor kunnen de doelstellingen in Convenant SEB onder druk komen te staan.



Overige beleidsinstrumenten ten behoeve van het handelingsperspectief

Voor alle beleidsinstrumenten zijn mogelijke acties voor de Rijksoverheid verzameld. Deze zijn afhankelijk van het scenario in te zetten voor verschillende modaliteiten. Deze instrumenten zijn de basis voor het uitgewerkte handelingsperspectief waar lenW mee aan de slag kan.



Onderzoeksagenda

Data-onderzoek (kwantitatief)

Algemeen:

- Uitbreiden van de Klimaat en Energieverkenning 2026 met een accuraat model voor de impact van netcongestie over alle sectoren heen.
- Inzicht in belastingprofiel HS-net (nationaal en lokaal)
- Inzicht in vraag naar transportcapaciteit van verschillende onderdelen en sectoren (gebouwde omgeving, mobiliteit, industrie, etc.) uitgezet in moment van de dag en jaar en in de tijd
 - Een mogelijkheid om dit te doen is door de kennisinbreng van TNO en Revnext voor de KEV uit te breiden naar andere sectoren. ²
- Inzicht in toekomstige lokale netcapaciteit en mogelijke knelpunten voor mobiliteit na 2030
 - Een mogelijkheid om dit te doen is door de NAL-studie "Koppeling VESDI & CAR"¹ uit te breiden bijvoorbeeld voor de periode van 2030 tot 2050 en dit locatie specifiek te onderzoeken. Dit wordt in Q1 door de NAL-werkgroep Logistiek opgevolgd.
- Inzichten vergroten LS-net en inzichtelijk maken (locatie specifieke) risico van wachtlijsten voor kleinverbruikersaansluitingen van 2025 tot 2030.
- Inzichtelijk maken lokale knelpunten voor van 2025 tot 2030 voor bedrijven (voornamelijk bedrijven met grote wagenparken)¹
- Inzichtelijk maken laadprofielen per modaliteit en interactie tussen modaliteiten nu en richting de toekomst.

Mitigerende maatregelen:

- Alternatieve transportrechten: In beeld brengen restcapaciteit onderstations op korte termijn (*bestel- en vrachtovervoer*). Dit kan mogelijk in de bedrijvenaankpak via de Vliegende Brigade
- Laadpleinen i.c.m. slim laden: locatiespecifieke kansrijkheid in kaart brengen inclusief wijze waarop dit de norm wordt (*bestel- en vrachtovervoer*)
- Aanpassen laadschema/ritten i.c.m. alternatieve transportrechten: locatiespecifieke kansrijkheid in kaart brengen (*bestel- en vrachtovervoer*). Focus op de kansrijkheid voor aanbestedende diensten.
- Energiehubs: locatiespecifieke kansrijkheid in kaart brengen (*bestel- en vrachtovervoer*)

Beleidsmatig en technisch onderzoek (kwalitatief)

Algemeen:

- Onderzoeken mogelijke contractvormen in mobiliteit in samenwerking met KGG
- Onderzoeken kansen en risico's voor roulerende batterijoplossingen en het opzetten van een batterij bibliotheek
- Handelingsperspectief ten aanzien van netcongestie uitwerken voor overige modaliteiten (bouwmaterieel, ov-bussen, afval- en reinigingsvoertuigen, touringcars, doelgroepenvervoer, spoor, luchtvaart en scheepvaart)

Mitigerende maatregelen:

- Lokale opslag: onderzoeken ontwikkelpad toepassing batterijen in gebouwde omgeving (buurtbatterij) (*personenvervoer*)
- Slim laden: onderzoeken in hoeverre slim laden bijdraagt aan gunstige toekomstige ontwikkelingen (zoals V2G) (*personen-, bestel- en vrachtovervoer*)
- Aanpassen laadschema/ritten en alternatieve transportrechten: ontwikkelpad in kaart brengen (*bestel- en vrachtovervoer*)
- Energiehubs: onderzoeken randvoorwaarden voor toepassing om netcongestie niet te verslechteren (*bestel- en vrachtovervoer*)

Draagvlak:

- Effect van uitrol van V2G en andere technologieën op draagvlak voor EV's in kaart brengen (*personenvervoer*)
- Effect van negatieve beeldvorming door netcongestie op draagvlak voor EV's in kaart brengen (*personenvervoer*)

Voor het uitvoeren van deze onderzoeksagenda is nauwe betrokkenheid van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur en specifiek de NAL-werkgroep Logistiek noodzakelijk.

Begrippenlijst

- **Spanning:** de hoeveelheid energie per tijdeenheid die door een elektrisch circuit *kan* bewegen – vergelijkbaar met de druk van water in een slang. Eenheid: Volt (V) of kiloVolt (kV).
- **Stroom:** de hoeveelheid elektriciteit die door een elektrisch circuit beweegt. Eenheid: Ampère (A).
- **Vermogen:** hoeveelheid energie per tijdseenheid die geproduceerd of verbruikt wordt. Gelijk aan spanning keer stroom. Eenheid: kilowatt (kW), gelijk aan 1 kilojoule per seconde (kJ/s).
- **Capaciteit:** gemiddelde hoeveelheid energie die geproduceerd of verbruikt kan worden gedurende een tijdseenheid (vaak een uur). Eenheid: kilowattuur (kWh). Voorbeeld: Een toestel met een vermogen van 1 kW die 3 uur lang aan staat, gebruikt in totaal 3 kWh.
- **Netvlakken / netniveaus:** verschillende niveaus van het elektriciteitsnet, namelijk hoogspanning (HS), middenspanning (MS) en laagspanning (LS).
- **Hoogspanningsnet (HS):** “stroomsnelweg” waarop elektriciteit op hoge spanning (tussen 110 en 380 kV) landelijk wordt getransporteerd. Dit wordt beheerd door TenneT.
- **Middenspanningsnet (MS):** “N-weg” waarop elektriciteit op middenspanning (tussen 3 en 23 kV) wordt getransporteerd. Dit wordt beheerd door regionale netbeheerders (o.a. Stedin, Liander, Enexis).
- **Laagspanningsnet (LS):** “stadsweg” waarop elektriciteit op laagspanning (max 1.5 kV) wordt getransporteerd en omgezet tot netspanning (max. 400 Volt, normaliter 230 Volt) voor kleine aansluitingen (o.a. huishoudens, MKB).
- **Netcapaciteit:** maximale capaciteit aan elektriciteit die op een gegeven moment verplaatst kan worden per onderdeel van het elektriciteitsnet.
- **Transportcapaciteit:** hoeveelheid elektriciteit die door het net getransporteerd kan worden.
- **Fysieke capaciteit:** hoeveelheid elektriciteit die het net fysiek kan transporteren o.b.v. de eigenschappen van het net.
- **Gecontracteerde capaciteit:** hoeveelheid elektriciteit dat een partij met een aansluiting mag afnemen van het net.
- **Belastingprofiel / gebruikersprofiel:** afwisseling tussen momenten van veel en weinig capaciteitsvraag.
- **Gelijktijdige vermogensbehoefte:** de totale hoeveelheid elektriciteit die door meerdere afnemers tegelijkertijd nodig is.
- **(Individuele) piekvermogen:** het maximale vermogen aan elektriciteit dat een afnemer kan vereisen op elk moment.
- **Piekvraag / vermogenspiek:** het moment waarop de vraag naar elektriciteit het hoogst is.
- **Netcongestie:** situatie waarin de vraag naar transport van elektriciteit op een moment groter is dan de transportcapaciteit van het net. Technische duiding: schaarste op het net of verwachte netcongestie. Dit kan zowel fysieke schaarste als contractuele schaarste (bijv. door gecontracteerde reservevermogen) betreffen.
- **Congestiemangement:** Hierbij worden grootverbruikers verzocht om de elektriciteitsvraag af te schalen of op te schalen ten tijde van een tekort of overschot van het aanbod tegen een financiële vergoeding, om netcongestie tegen te gaan.
- **Mitigerende maatregelen:** maatregelen om netcongestie te mitigeren, bijv. d.m.v. betere spreiding van de elektriciteitsvraag.
- Bij aansluitingen geeft het eerste getal het aantal **fases** (kabels) aan en het tweede getal de **spanning**.
- Aansluitingen op het laagspanningsnet (**kleinverbruik**):
 - Categorie: **t/m 3x25A:**
 - 1x10A: “garagebox-aansluiting”, max. 2,3 kW, ongeschikt voor elektrisch laden;
 - 1x25A, 1x35A en 1x40A: “kleine huisaansluiting”, resp. max. 5.7kW, 8kW en 9kW, ongeschikt voor elektrisch laden;
 - 3x25A: “standaard huisaansluiting”, max. 17kW.
 - Categorie: **3x35A t/m 3x80A:**
 - 3x35A, 3x40A: “grote huisaansluiting”, resp. max. 24kW en 27kW;
 - 3x50A: “winkelaansluiting”, max. 34kW;
 - 3x63A, 3x80A: “kleine bedrijfsaansluiting”, resp. max. 43kW en 55 kW.
- Aansluitingen op het middenspanningsnet (**grootverbruik**):
 - 3x80A t/m 175 kVA
 - 175 kVA t/m 1 MVA
 - 1 MVA t/m 1,75 MVA
- een **VA (Volt-Ampère)** geeft aan hoeveel vermogen in een circuit theoretisch beschikbaar is. Dit kan hoger zijn dan het reëel vermogen (gemeten in Watt), i.v.m. omzettingen door transformatoren e.d.