



Onderzoek naar een ‘dekkend netwerk’ aan tank- en laadinfrastructuur op de verzorgingsplaats van de toekomst

Eindrapport

In opdracht van:

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Revnext

Rotterdam

Juli 2024

Onderzoek naar een ‘dekkend netwerk’ aan tank- en laadinfrastructuur op de verzorgingsplaats van de toekomst

Eindrapport

Bescherming persoonlijke levenssfeer



Inhoudsopgave

Lijst met afkortingen	5
Samenvatting	6
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Doel en vraagstelling	14
1.3 Scope	15
1.4 Aanpak en fasering	15
1.5 Leeswijzer	16
2 Fase 1: Parksamenstelling, verkeersprestatie en energiemix in Nederland	17
2.1 Scenario's en uitgangspunten	17
2.1.1 Inzet van rekenmodellen	17
2.1.2 Onzekerheden en scenario's	18
2.2 Verwachte ontwikkeling wagenpark	20
2.3 Verwachte ontwikkeling verkeersprestaties	20
2.4 Verwachte ZE-ingroei	22
2.4.1 Ingroei van waterstofvoertuigen	23
2.4.2 Biobrandstoffen en hernieuwbare synthetische brandstoffen (e-fuels)	24
2.5 Verwachte ontwikkeling energiebehoefte	25
3 Fase 2a: Energiebehoefte en benodigde tank- en laadpunten op VZP's	27
3.1 Elektriciteitsvraag en benodigde laadpunten per modaliteit	27
3.1.1 Methodiek	27
3.1.2 Scenario aannames	27
3.1.3 Elektriciteitsvraag per scenario	29
3.1.4 Laadmix	30
3.1.5 Laadvermogen laadpaalzijde	33
3.1.6 Laadvermogen voertuigzijde	36
3.1.7 Bezettingsgraden en laadgedrag	41
3.1.8 Voorbeeldberekening en raming benodigde laadpunten	44
3.2 Brandstofvraag en benodigde vulpunten per modaliteit	48
3.2.1 Methodiek	48
3.2.2 Scenario aannames	48
3.2.3 Brandstofafzet in Nederland en aandeel op VZP's	49
3.2.4 Vulpunten en bezettingsgraden tanknetwerk	52
3.3 Waterstofvraag en benodigde vulpunten per modaliteit	54

3.3.1	Methodiek	54
4	Fase 2b: Energiebehoefte en benodigde tank- en laadpunten specifiek per VZP	55
4.1	Scenario's en uitgangspunten	55
4.2	Verdeling energiebehoefte naar VZP's	55
4.2.1	Beschikbare informatie	55
4.2.2	Aanpak	56
4.2.3	Resultaten	58
4.2.4	Verdeling naar voertuigtype en zichtjaren	59
4.3	Verdeling aantal snelladers per VZP	62
5	Fase 3 – Verkenning afbouwscenario's VZP's met MBVP	64
5.1	Doel verkenning transitie scenario's	64
5.2	Definitie dekkend netwerk	64
5.2.1	Huidige dekking	64
5.2.2	Indicatoren voor definitie dekkend netwerk	67
5.2.3	Basisnetwerk	69
5.3	Transitiescenario's	70
5.3.1	Twee transitie scenario's	70
5.3.2	Resultaten 'Veilingmomenten aanhouden zonder terugval op basisnetwerk'	71
5.3.3	Resultaten 'Handhaven evenwichtige dekking en terugval op basisnetwerk'	72
5.4	Leerpunten	76
5.4.1	Scenario 'Volgorde veilingmomenten zonder terugval op basisnetwerk'	76
5.4.2	Scenario 'Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk'	76
5.4.3	Algemeen	78
5.4.4	Aandachtspunten bij berekenen dekking	78
	Bijlagen	79
	Bijlage 1: Lijst van VZP's met MBVP	79

Lijst met afkortingen

BA	= Bestelauto
BEV	= Batterij-Elektrisch Voertuig
EV	= Elektrisch Voertuig
FCEV	= Fuel-Cell Electric Vehicle / waterstof-brandstofcel voertuig
H2-ICE	= Waterstof verbrandingsmotor voertuig
HD	= Heavy Duty = zware bedrijfsvoertuigen = vrachtauto's
HWN	= Hoofdwegennet
ICEV	= Internal Combustion Engine Vehicle/voertuig met verbrandingsmotor
IenW	= Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
LD	= Light Duty = personen- en bestelauto's
MBVP	= Motorbrandstof Verkooppunt
MLR	= Multi-Lineair Regressie
OWN	= Onderliggend Wegennet
PA	= Personenauto
PJ	= Petajoule
RVB	= Rijksvastgoedbedrijf
RWS	= Rijkswaterstaat
VA	= Vrachtauto
VZP	= Verzorgingsplaats
ZE	= Zero Emissie

Samenvatting

ACHTERGROND EN DOEL ONDERZOEK

Nederland heeft in de Klimaatwet een doelstelling vastgelegd van 55% reductie van broeikasgasemissies in 2030 ten opzichte van het niveau in 1990. Het doel in de Nederlandse klimaatwet is om klimaatneutraal te zijn in 2050 en netto negatieve emissies te bereiken daarna. Verzorgingsplaatsen (VZP's) langs het hoofdwegenet (HWN) dienen de transitie van fossiele brandstoffen naar duurzame energiedragers te ondersteunen. In de praktijk betekent dit dat op veel VZP's de komende decennia zowel laad- als (fossiele) tankvoorzieningen aanwezig moeten zijn en steeds meer VZP's volledig omgaan naar zero emissie (ZE) zonder motorbrandstofverkooppunt (MBVP) onder de Benzinewet.

In dit onderzoek is de veranderende behoefte aan laad- en tankinfrastructuur op door Rijkswaterstaat beheerde VZP's langs het Nederlandse hoofdwegenet in kaart gebracht voor personen-, bestel- en vrachtauto's tot en met 2050. Daarnaast is verkend hoe een definitie van een landelijk dekkend netwerk van tankstations kan worden vormgegeven en hoe deze dekkingscriteria als sturingsprincipe voor een afbouwstrategie voor tankstations met MBVP's gebruikt kunnen worden.

SCENARIO'S PARKSAMENSTELLING, VERKEERSPRESTATIES EN ENERGIEVRAAG WEGVERKEER NEDERLAND

De veranderende energiebehoefte op VZP's wordt op de eerste plaats bepaald door landelijke lange termijn ontwikkelingen in de samenstelling van het wagenpark per voertuigtype, de parkomvang, de verkeersprestaties (omvang wegverkeer) en een aantal technologische ontwikkelingen en technische kenmerken van voertuigen en laadinfrastructuur. Aan de hand van twee scenario-assen, zijnde de macro-economische context en de mondiale klimaatambities, zijn er vier hoekpunten en één centraal middenscenario uitgewerkt. De macro-economische scenario-as leidt tot een bandbreedte voor de parkomvang en verkeersprestaties. De klimaat scenario-as leidt tot een bandbreedte voor de snelheid van adoptie van ZE-voertuigen en voor de technische prestaties van ZE-technologie. De uitgewerkte scenario's zijn in lijn gebracht met de meest recente verkeers- en wagenparkscenario's zoals deze ten grondslag liggen aan de Klimaat- en Energieverkenning (KEV22/KEV23) en WLO-omgevingsscenario's (WLO laag/hoog). Vervolgens zijn de scenario's meer specifiek uitgewerkt ten aanzien van relevante factoren die een rol spelen bij de vraag naar tanken en laden op VZP's.

Tabel 0.1: Scenario's op basis van macro-economische as (verticaal) en klimaat-as (horizontaal)

		Scenario-as (horizontaal): Klimaatbeleid (mondiaal, EU en NL)		
		Laag	Midden	Hoog
Scenario-as (verticaal): Macro-economische ontwikkeling	Laag	1: MinZE		2: MinFos
	Midden		3: Midden	
	Hoog	4: MaxFos		5: MaxZE

Uit de landelijke ontwikkelingen blijkt dat ondanks dat de totale verkeersprestatie qua bandbreedte tussen circa 0% en 50% zou kunnen toenemen richting 2050, de totale

energievraag sterk afneemt (ongeveer een halvering in 2050). Dit wordt voor het overgrote deel verklaard doordat het wagenpark (zowel personen-, bestel-, als vrachtauto's) transformeren van brandstofvoertuigen naar elektrische voertuigen waarbij elektrische voertuigen een factor 2 tot 3 energie-efficiënter zijn (in megajoule per voertuigkilometer). Afhankelijk van de precieze klimaatambities en ontwikkeling van EV-technologie zal rond 2035 reeds circa 45 tot 55% van de voertuigkilometers uit zero emissie kilometers bestaan. In het middenscenario wordt omstreeks 2037 een halvering van de brandstofafzet verwacht ten opzichte van de 11 miljard liter benzine- en diesel die in 2023 nog werd afgezet in Nederland.

Voor de benodigde tankinfrastructuur maakt het nagenoeg niet uit of deze uit fossiele-, bio- of e-brandstoffen bestaan. Gegeven het prille marktstadium en onzekerheden in technologische- en beleidsontwikkelingen rond bio- en synthetische brandstoffen is het aan te bevelen om deze ontwikkelingen goed te blijven monitoren in de routekaart voor de verzorgingsplaats van de toekomst. In de vrachtauto wagenparkprognoses is naast diesel- en elektrische vrachtauto's rekening gehouden met een aandeel van 5 tot maximaal 20% waterstofvrachtvoertuigen in het wagenpark in 2050. Ook ten aanzien van de verhoudingen tussen waterstof- en batterij-elektrische vrachtauto's in het wagenpark zijn de onzekerheden richting 2050 op dit moment nog groot en is een aanbeveling om deze ontwikkelingen te blijven monitoren.

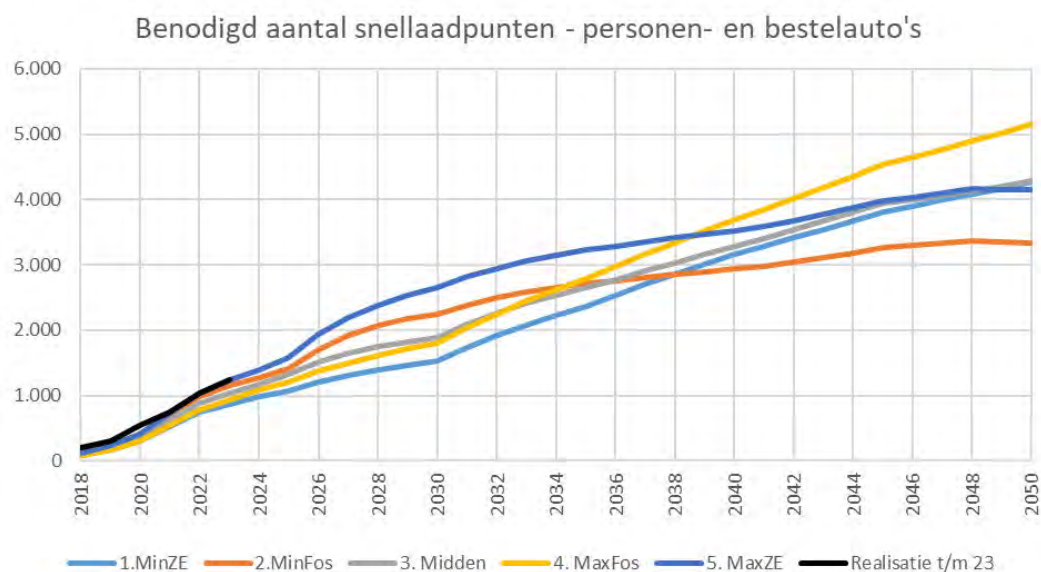
ENERGIEVRAAG OP VZP'S EN BENODIGDE SNELLAADPUNTEN

Naarmate er meer elektrische voertuigen op de weg komen zal de vraag naar snellaadpunten op VZP's langs het hoofdwegennet toenemen. Eind 2023 waren er reeds circa 170 VZP's uitgerust met minimaal 1 snellaadpunt (gemiddeld 7 snellaadpunten per VZP) en waren er circa 1.200 snellaadpunten in totaal op alle VZP's samen. Er zijn verschillende factoren en historische ontwikkelingen in kaart gebracht om de benodigde laadinfrastructuur richting toekomst te kunnen ramen, zoals het aandeel snelladers en geïnstalleerd vermogen op VZP's ten opzichte van Nederland totaal, de laadmix uit laadonderzoeken (aandeel snelladen binnen totaal laden), het gemiddeld laadvermogen van laders en voertuigen, gemiddelde bezettingsgraden van snelladers, batterijgrootte in elektrische voertuigen, laadcurves naar state-of-charge en laadtijd en laadgedrag (hoeveel kWh per laadsessie).

De aanname/inschatting is dat 30 tot 40% van de 10% nationale snellaadvraag, ofwel 3 tot 4 % van de totale nationale laadvraag, van personen- en bestelauto's bij snelladers op VZP's geladen zal worden. Bij vrachtauto's is de bandbreedte ingeschat op 7 tot 10% van de nationale laadbehoefte die op VZP's zal neerslaan. Merk op dat 3 tot 4% snelladen op VZP's lager is dan de 7 tot 9% tanken op VZP's zoals uit realisatiedata blijkt (alle voertuigtypen samen). Dit wordt o.a. verklaard door andere kenmerken van laadinfrastructuur t.o.v. tankinfrastructuur, zoals meer laadalternatieven waaronder thuis- en openbaar laden in de buurt en grotere tariefverschillen tussen AC-(langzaam) en DC-laden (snelladen).

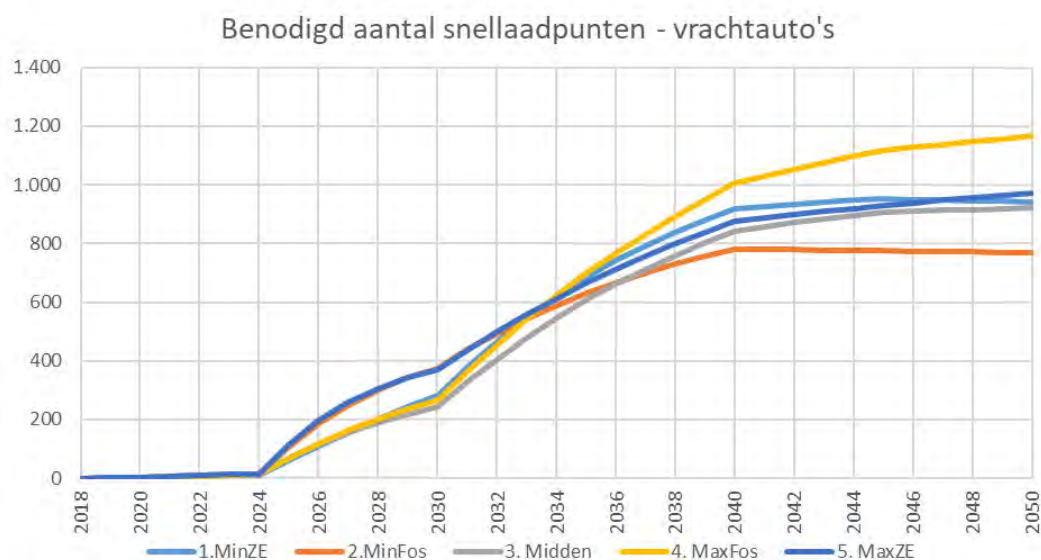
Het aantal benodigde snellaadpunten voor personenauto's en bestelauto's samen ligt in 2030 tussen 1.531 (MinZE), 1.891 (Midden) en 2.647 (MaxZE). In 2030 betekent dit gemiddeld 8 snellaadpunten per VZP in het middenscenario ($1.891/230 = 8$) met een bandbreedte van gemiddeld 7-12 per VZP uitgaande van de 4 overige scenario's (hoekpunten). Het aantal benodigde snellaadpunten voor personen- en bestelauto's ligt in 2050 tussen 3.336 (laagste hoekpunt), 4.280 (Midden) en 5.156 (hoogste hoekpunt), zie Figuur 0.1. In 2050 betekent dit gemiddeld 19 snellaadpunten per VZP in het middenscenario ($4.280/230 = 19$) met een

bandbreedte van gemiddeld 14-23 snellaadpunten per VZP uitgaande van de 4 overige scenario's (hoekpunten).

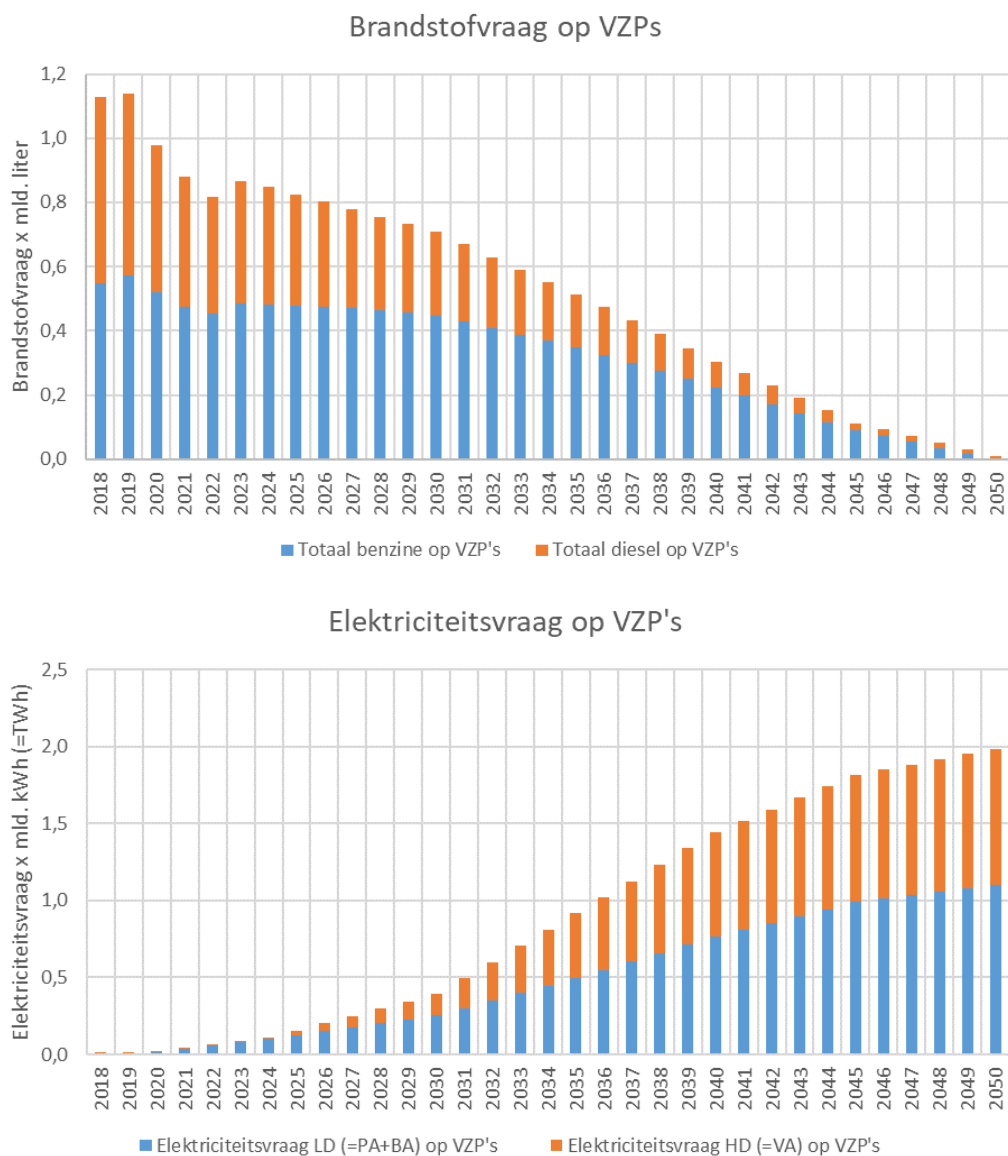


Figuur 0.1: Benodigd aantal snellaadpunten PA+BA op VZP's, per scenario tot en met 2050.

In Figuur 0.2 zijn de verschillende scenario's voor de benodigde laadpunten voor vrachtauto's tot en met 2050 gepresenteerd. In 2050 resulteert dit in een bandbreedte van 800 tot 1.200 snellaadpunten op VZP's en 921 in het middenscenario. Dit betekent gemiddeld 4 snellaadpunten per VZP met een bandbreedte van 3,5 tot 5 per VZP in 2050.



Figuur 0.2: Benodigd aantal snellaadpunten vrachtauto's op VZP's, per scenario tot en met 2050.



Figuur 0.3: Brandstof- versus elektriciteitsvraag op VZP's, middenscenario tot en met 2050.

LOCATIE-SPECIEKE ENERGIEVRAAG EN BENODIGDE TANK- EN LAADINFRASTRUCTUUR PER VZP

Nadat de totale brandstof- en elektriciteitsvraag op alle VZP's samen geraamd zijn, is vervolgens op basis van een regressieanalyse tussen locatie-specifieke kenmerken en de brandstof-afzetcategorie die bekend is, onderzocht welke factoren de energievraag per VZP het beste verklaren. Kanttekening hierbij is dat de huidige brandstof-afzetklasse per VZP medebepalend is voor de toekomstige laadvraag per VZP. De grootte van het tankstation (oppervlakte; die sterk correleert met omvang verkeer langs die VZP) en het aantal adressen binnen 5,5 km (indicator voor stedelijkheidsgraad) zijn de belangrijkste determinanten. Daarnaast heeft de aanwezigheid van een wegrestaurant ook een positieve invloed op de afzet. De nabijheid tot de grens heeft een negatieve invloed op de afzet.

Als resultaat van de locatie-specifieke regressieanalyse kan het aantal snelladers per VZP voor ieder van de 230 VZP's geraamd worden tot en met 2050, met onderscheid naar personen-, bestel-, en vrachtauto's. Het gemiddelde voor personen- en bestelauto's samen, loopt in het middenscenario op tot circa 19 snelladers per VZP in 2050. Uit de spreidingsanalyse van alle

230 VZP-locaties blijkt dat voor 95% van de VZP-locaties in 2050 tussen de 7 en 37 snellaadpunten per locatie benodigd is, afhankelijk van de locatie-specifieke kenmerken.

DEFINITIE DEKKEND NETWERK EN AFBOUWSCENARIO TANKSTATIONS MET MBVP

Voor de definitie van een landelijk dekkend netwerk van tankinfrastructuur is de dekking van het huidige netwerk geanalyseerd en gedefinieerd aan de hand van enkele indicatoren. Voor weggebruikers op het hoofdwegennet is de dekking van het tanknetwerk relevant om bij een naderende lege tank onderweg op tijd te kunnen bijtanken en eventuele extra gereden kilometers en extra reistijd door omrijden of uitwijken naar het onderliggend wegennet (OWN) te voorkomen. Vanuit veiligheidsoverwegingen is de dekking van het netwerk van belang om te voorkomen dat voertuigen met een lege tank stilvallen langs de snelweg, onveilige situaties op de VZP's ontstaan doordat er een hogere (piek)vraag is dan de (resterende) VZP's met MBVP kunnen faciliteren of door extra (vracht)verkeer dat uitwijkt naar tankstations op het onderliggend wegennet.

Voor het definiëren van de huidige dekking van het netwerk zijn drie indicatoren opgesteld en uitgewerkt:

1. **Het netwerkgemiddelde:** De gemiddelde afstand tot de dichtstbijzijnde volgende MBVP in Nederland (10 km in 2022);
2. **De kwetsbare locaties:** De 'staart', zoals getoond in Figuur 0.4, bestaat voornamelijk uit locaties aan de randen van Nederland. Als aanvulling op het gemiddelde moet deze indicator ervoor zorgen dat ook in specifieke gebieden de bereikbaarheid van MBVP's niet te erg afneemt. Dit criterium is geoperationaliseerd op basis van het aandeel locaties in het netwerk met afstanden tot de eerstvolgende MBVP groter dan 25 km (in 2022) oplopend naar 45 km (in 2050). Deze grenswaarde betreft het 'netwerkgemiddelde plus tweemaal de standaardafwijking' van de verdeling in Figuur 0.4 (in 2022 10,2 km + 2 x 7,4 km). Deze grenswaarde kan strenger of minder streng gekozen worden en betreft een beleidsmatige keuze;
3. **De ondergrens (worst case):** De maximale afstand tot een eerstvolgende MBVP (60,7 km in 2022);

Het doel van deze drie indicatoren is om zowel gedurende de transitie als in de eindfase van de transitie waarin teruggevallen zou kunnen worden op een basisnetwerk, bewust met de dekking van het tanknetwerk om te gaan. Dit kan enerzijds door niet geheel willekeurig of puur op basis van aankomende veilingmomenten in de tijd het netwerk om te bouwen, maar om ook door oog te houden voor de kwetsbare locaties in de 'staartgroep' die veelal buiten de Randstad liggen. Dit voorkomt vershraling van het netwerk in gebieden waar de afstanden tot MBVP's reeds aanzienlijk hoger liggen dan het landelijk netwerkgemiddelde. Daarnaast kan afgewogen worden op hoe de netwerkcriteria precies vormgegeven worden en welk basisnetwerk vervolgens resulteert binnen de gekozen criteria. Ondanks dat het aantal brandstofvoertuigen op de Nederlandse wegen sterk daalt zal dit in de laatste fase van de transitie (grofweg na 2040) nog niet naar nul gaan en zullen nog langere tijd voor een relatief kleine groep weggebruikers tankfaciliteiten blijven bestaan in Nederland. Als zou worden gekozen voor de voorgestelde definitie van een landelijk dekkend netwerk dan zou dit waarschijnlijk gepaard moeten gaan met overheidsingrepen om dit rendabel te houden voor de markt.

Er zijn daarentegen ook argumenten te geven om geen basisnetwerk in stand te houden. Zo hebben brandstofvoertuigen technisch gezien voldoende actieradius om bij een waarschuwing melding van 'een bijna lege brandstoftank' alternatieven te zoeken nabij het HWN. Er zijn op dit moment ook geen wettelijke eisen ten aanzien van het in standhouden van een basisnetwerk voor tanken. Bij laden zijn er wel eisen vanuit de Europese AFIR-richtlijn, maar deze gelden niet uitsluitend voor VZP's langs het HWN, maar kan ook 'nabij het HWN' ingevuld worden. Als weggebruikers zich bewust zijn van het (bijna) niet meer beschikbaar zijn van MBVP's langs het HWN kunnen weggebruikers daar ook bewuster mee omgaan door bij tankstations op het OWN voldoende bij te tanken. Het in standhouden van een basisnetwerk zal vermoedelijk gepaard gaan met maatschappelijke kosten om de rentabiliteit van MBVP's voor exploitanten op peil te houden. Dit kan betekenen dat de overheid de exploitatie van het basisnetwerk in de laatste jaren van de transitie in steeds sterkere mate moet subsidiëren of exploitanten moeten de kosten in relatie tot de steeds lagere opbrengsten uit brandstofverkoop doorbelasten (in andere producten in de tankshop of via lagere aanbiedingen voor de exploitatie en daarmee lagere veilingopbrengsten voor de overheid).

Als verkenning voor de transitie naar zero-emissie VZP's zijn twee scenario's uitgewerkt:

1. Scenario 'Volgorde veilingmomenten aanhouden zonder terugval op basisnetwerk';
2. Scenario 'Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk'.

Scenario 'Volgorde veilingmomenten aanhouden zonder terugval op basisnetwerk'

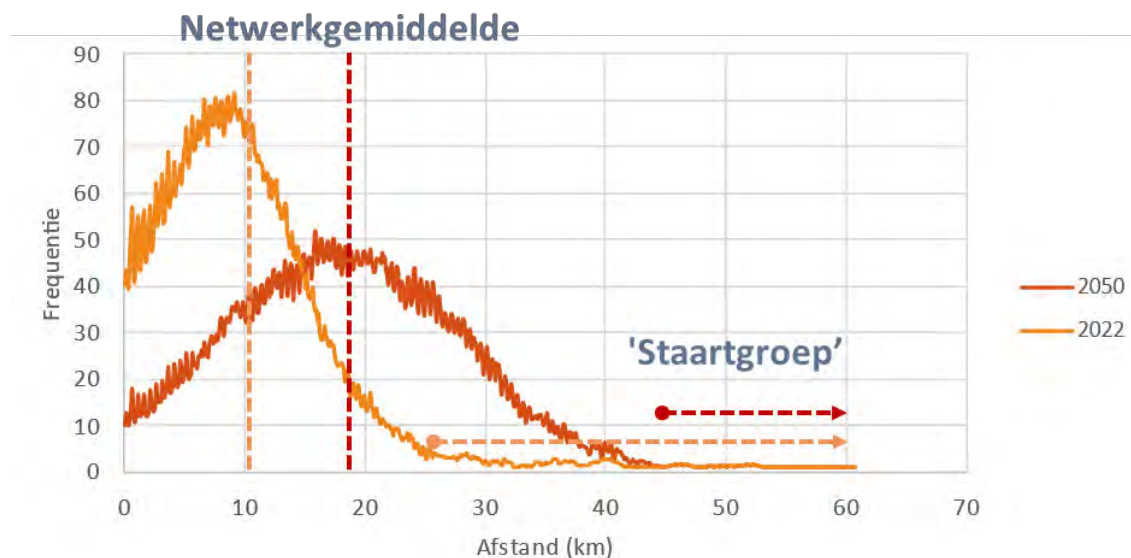
Door *alle* veilingmomenten vanaf een bepaald aanvangsjaar in te zetten als moment voor het ombouwen van tankstations naar laadstation blijft vanaf 2039 geen dekking met betrekking tot MBVP's meer over. Dit betekent dat de weggebruikers vanaf dat moment niet meer kunnen tanken langs het HWN en zullen moeten uitwijken naar tankstations op het OWN.

Scenario 'Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk'

De doorrekening van scenario 'Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk' laat zien dat er een afbouwstrategie op basis van een aantal gekozen netwerkcriteria voor de dekking van het netwerk mogelijk is. Criterium 1 stelt dat de gemiddelde afstand in het netwerk mag oplopen van 10 naar 30 km naarmate de vraag naar brandstoffen op VZP's van 100% in 2022 naar bij benadering 0% in 2050 daalt. Criterium 2 stelt dat het aantal locaties langs het HWN met de hoogste afstanden tot een dichtstbijzijnde volgende MBVP, niet mag toenemen (geen toename van kwetsbare locaties in de 'staartgroep'). En criterium 3 stelt dat er geen locaties in het netwerk mogen ontstaan waar de afstand tot een volgende MBVP meer dan 80 km is.

Het scenario laat zien dat er geen locaties door de gedefinieerde ondergrens (criterium 3) zakken, dat de staart van de verdeling niet groter wordt (criterium 2) en dat het netwerkgemiddelde binnen het vooraf bepaalde criterium blijft. Het scenario laat zien dat er vanaf 2037 bijna geen locaties meer omgebouwd worden en uiteindelijk een basisnetwerk van 59 locaties overblijft. In het eindbeeld (2050) van dit scenario is circa 60% aan afzetcapaciteit (o.b.v. afzet 2022) afgebouwd. In het basisnetwerk dat overblijft met 59 van de 230 MBVP's (circa 25% van de huidige 230 MBVP's) zit dus circa 40% van de afzet zoals dat in 2022 is gerealiseerd. De relatief grote MBVP's blijven achter in het basisnetwerk, o.a. omdat deze op locaties liggen met veel verkeer en brandstofafzet. De grootte van het basisnetwerk hangt af van hoe de netwerkcriteria precies gekozen worden en welke beleidsmatige

uitgangspunten worden gehanteerd. Het scenario laat zien dat het technisch mogelijk is om op een bepaalde dekking van netwerk te sturen met terugval op een basisnetwerk. Andere keuzes voor de netwerkcriteria kunnen tot andere uitkomsten leiden.



Figuur 0.4: Spreiding van 'afstanden tot MBVP's' van locaties langs het HWN in 2050 versus 2022.

1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND

Nederland heeft in de Klimaatwet een doelstelling vastgelegd van 55% reductie van broeikasgasemissies in 2030 ten opzichte van het niveau in 1990. Het doel in de Nederlandse klimaatwet is om klimaatneutraal te zijn in 2050 en netto negatieve emissies te bereiken daarna. Naast het tussendoel voor 2030 (-55%) en het einddoel in 2050 (-100%) verplicht de EU-Klimaatwet tot het vaststellen van een EU-klimaatdoel voor 2040. De Europese Commissie heeft begin 2024 een wetgevend voorstel¹ gedaan dat het EU-klimaatdoel voor 2040 moet uitkomen op 90% netto broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990. Dit betekent enerzijds dat een lineair reductiepad tussen 2030 en 2050 niet toereikend zal zijn, waardoor er een versneld reductiepad richting 2040 nodig is. Anderzijds betekent dit voor de sector mobiliteit en daarbinnen het wegverkeer dat het CO₂-reductiepad niet langer ver kan achterblijven bij de andere klimaatsectoren (industrie, gebouwde omgeving, elektriciteit, landbouw, landgebruik).

In 2050 dient het wegverkeer volledig klimaatneutraal te zijn. Verzorgingsplaatsen (VZP's) langs het hoofdwegenet dienen de transitie van fossiele brandstoffen naar duurzame energiedragers te ondersteunen. In de toekomst zijn er bijvoorbeeld meer snelladers nodig, ook langs de snelweg. VZP's moeten hiervoor ruimte bieden. In de praktijk betekent dit dat op veel VZP's de komende decennia zowel laad- als (fossiele) tankvoorzieningen aanwezig moeten zijn en steeds meer VZP's volledig omgaan naar zero emissie zonder motorbrandstofverkooppunt (MBVP) onder de Benzinewet.

De behoefte aan snelladers en (alternatieve) tankvoorzieningen op verzorgingsplaatsen in de toekomst is in eerdere studies reeds gedeeltelijk in kaart gebracht. Hierbij is bijvoorbeeld gekeken naar zichtjaar 2030, specifieke modaliteiten en tank en/of laadinfrastructuur op- en nabij het hoofdwegenet. Het onderhavige onderzoek van Revnext beoogt het meest actuele en meest integrale- en gedetailleerde inzicht te geven in de behoefte aan tank- en laadinfrastructuur specifiek op verzorgingsplaatsen langs het hoofdwegenet per jaar tot en met 2050. Daarnaast bevat dit onderzoek voor het eerst voorstellen voor de definitie van een landelijk dekkend netwerk van tankinfrastructuur en sturingsprincipes voor een afbouwstrategie en doorerekende afbouwscenario's voor tankinfrastructuur.

Eerdere studies waarop wordt voortgebouwd betreffen:

- In 2019 bracht TNO in opdracht van IenW, de benodigde tank- en laad infrastructuur voor 2030 langs het hoofdwegenet in kaart op basis van de ambities uit het Klimaatakkoord²;
- Begin 2020 keek Qirion in opdracht van Rijkswaterstaat naar de combinatie van opwek en afname voor drie verzorgingsplaatsen³;
- In 2021 liet Rijkswaterstaat een uitgebreide studie uitvoeren naar laadinfrastructuur op verzorgingsplaatsen⁴.

¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_24_589

² [TNO, 2019 - Behoeft alternatieve energiedragers](#)

³ [Qirion, 2020 - Snelladers en opwek bij verzorgingsplaatsen](#),

⁴ [APPM, 2021 - Laadinfrastructuur op verzorgingsplaatsen](#)

- Outlook Logistiek & Bedrijventerreinen - Bedrijventerreinen in beweging - van ElaadNL (2022)⁵.
- Laden op verzorgingsplaatsen - Studie naar benodigde netcapaciteit – van ElaadNL (2023)⁶
- Outlook personenauto's - Elektrisch rijden voor iedereen – van ElaadNL (2024)⁷

Naarmate de transitie naar elektrisch vervoer doorzet zal de vraag naar tankinfrastructuur afnemen en de vraag naar laadinfrastructuur toenemen. Het Ministerie van IenW heeft behoefte om de ontwikkeling hiervan beter in kaart te brengen. Aan de hand van de dalende vraag naar brandstoffen en tankinfrastructuur en afnemende bezettingsgraden bij VZP's kan IenW verschillende opties uitwerken en overwegen voor het opnieuw verdelen van exploitatierechten voor kavels langs het hoofdwegenet met tank- en/of laadinfrastructuur.

Dit onderzoek presenteert de aanpak en resultaten voor de raming van de benodigde ontwikkeling van tank- en laadinfrastructuur in Nederland. In de ramingen wordt rekening gehouden met vastgesteld en voorgenomen beleid (inclusief de Europese beleidscontext) en wordt inzicht gegeven in de handelingsperspectieven van het Rijk (behoefte aan tank- en laadinfrastructuur en mogelijke transitiescenario's). Het doel, de vraagstelling en een voorstel voor aanpak (methodiek, databehoeftes) worden onderstaand verder uitgewerkt.

1.2 DOEL EN VRAAGSTELLING

Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om de veranderende behoefte aan **laad- en tankinfrastructuur** op door Rijkswaterstaat (RWS) beheerde verzorgingsplaatsen (VZP's) langs het Nederlandse hoofdwegenet (HWN) in kaart te brengen voor personen-, bestel- en vrachtauto's tot en met 2050.

Vraagstelling

IenW wil, in het kader van de ontwikkeling van een routekaart⁸, een beeld hebben van hoeveel **tank- en laadinfrastructuur** nodig is op VZP's in de komende jaren (per jaar tot en met 2050), met onderscheid naar wegmodaliteiten (personen- bestel- en vrachtvoertuigen) om te kunnen spreken van een 'dekkend netwerk op VZP's'.

- Wat is de huidige en verwachte toekomstige energiebehoefte en benodigde tank- en laadinfrastructuur op VZP's in totaal?
- Wat is de huidige en verwachte toekomstige energiebehoefte en benodigde tank- en laadinfrastructuur specifiek per VZP, afhankelijk van locatie-specifieke kenmerken en omstandigheden?

⁵ https://elaad.nl/wp-content/uploads/downloads/Outlook_Bedrijventerreinen_in_Beweging.pdf

⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/05/31/laden-op-verzorgingsplaatsen-studie-naar-benodigde-netcapaciteit>

⁷ https://elaad.nl/wp-content/uploads/downloads/ElaadNL_Outlook_Personenautos_2024_def.pdf

⁸ De routekaart is een instrument om de transitie naar zero emissie verzorgingsplaatsen vorm te geven. Er wordt toegewerkt naar een routekaart die een planning van de verdelingsmomenten voor de voorzieningen op de verzorgingsplaatsen omvat. Ook beschrijft de routekaart welke voorzieningen er op welke termijn gerealiseerd moeten worden om te kunnen blijven voorzien in de behoeften van de weggebruiker. Denk hierbij aan het aantal laadpunten of uitbreidingen van netcapaciteit. De komende jaren wordt een routekaarttool ontwikkeld om mee te gaan plannen. Zie ook: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2023/07/14/verzorgingsplaatsen-van-de-toekomst>

- Hoe zou een mogelijk transitiepad van afnemende tankinfrastructuur en toenemende laadinfrastructuur kunnen worden vormgegeven, rekening houdend met eisen vanuit de dekking van het netwerk, veilingmomenten en ontwikkeling van de energievraag per VZP?

1.3 SCOPE

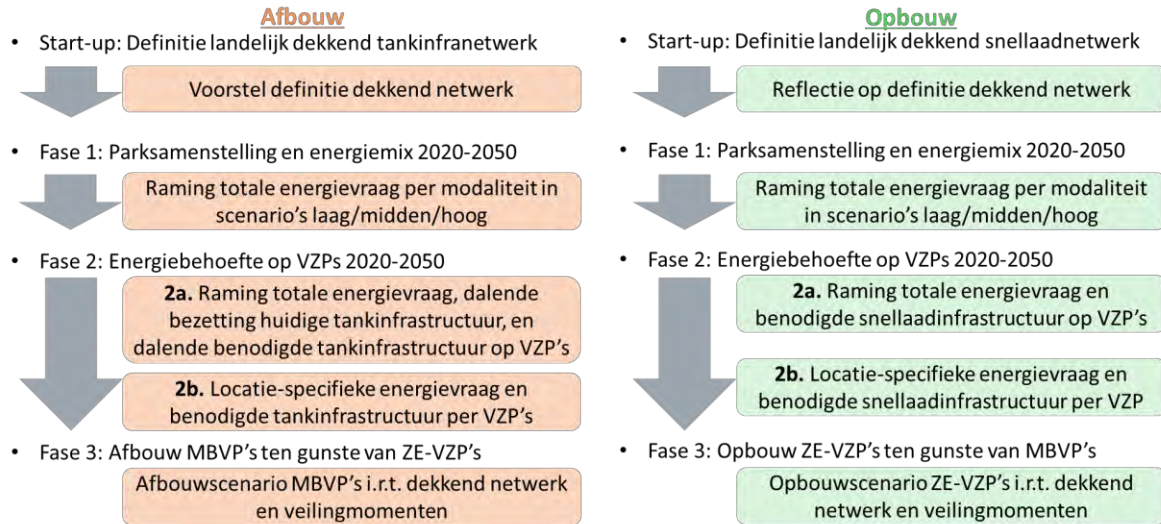
Het project omvat scenario's en ramingen voor de afbouw van 'fossiele' tankinfrastructuur en de opbouw van laadinfrastructuur op VZP's. De volgende energiedragers, wegmodaliteiten wegen worden meegenomen in de scope:

- Energiedragers
 - Fossiel: benzine en diesel
 - Elektriciteit
 - Waterstof
 - Bio- en Synthetische brandstoffen
- Wegmodaliteiten
 - Licht verkeer: Personen- en bestelauto's (lichte bedrijfsvoertuigen < 3,5 ton)
 - Zwaar verkeer: Vrachtauto's (zware bedrijfsvoertuigen >3,5 ton)
- Wegennet: De focus ligt op door Rijkswaterstaat (RWS) beheerde verzorgingsplaatsen (VZP's) langs het Nederlandse hoofdwegennet (HWN). De aanwezigheid- en ontwikkeling van tank -en laadinfrastructuur nabij het hoofdwegennet, op het onderliggende wegennet (OWN) en op bedrijventerreinen vormen een context voor de ramingen, maar worden niet specifiek onderzocht.

1.4 AANPAK EN FASERING

Het project is gestructureerd in drie fases en wordt parallel doorlopen voor fossiele tankinfrastructuur en laadinfrastructuur. Het onderzoek bestaat uit drie fasen:

- Fase 1: Verwachte parksamenstelling, verkeersprestatie en energiemix in Nederland
- Fase 2a: Totale energiebehoefte en benodigde tank- en laadinfrastructuur op VZP's in Nederland;
- Fase 2b: Locatie-specifieke inschatting energiebehoefte en benodigde tank- en laadinfrastructuur per VZP;
- Fase 3: Verkenning transitiescenario naar ZE-VZP's. Transitie van tankinfrastructuur (MBVP's) naar zero-emissie verzorgingsplaatsen op basis van het uitgangspunt in één keer een ombouw van MBVP's naar een zero-emissie verzorgingsplaats te doen, dus niet stapsgewijs aantal pompen verminderen. Zodat het fossiele aanbod en nieuwe voorzieningen als snelladen en waterstof niet naast elkaar bestaan.



Figuur 1: Opbouw van het onderzoek

1.5 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 worden de resultaten van fase 1 gepresenteerd.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van fase 2a gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van fase 2b gepresenteerd.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten van fase 3 gepresenteerd.

2 Fase 1: Parksamenstelling, verkeersprestatie en energiemix in Nederland

2.1 SCENARIO'S EN UITGANGSPUNTEN

In fase 1 is de verwachte samenstelling en de energiemix van het Nederlandse wagenpark in kaart gebracht. Hiervoor is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare ramingen en rekenmodellen (de Klimaat- en Energieverkenning, KEV22 en KEV23 van het PBL en WLO-scenario's). De KEV22-raming is een middenscenario tot en met 2040. Voor de raming tussen 2040 en 2050 is een trendmatige extrapolatie opgesteld van de KEV22 raming na 2040. Een specifieke raming voor de ontwikkeling van waterstofvoertuigen ontbreekt in de beschikbare KEV's. Hiervoor heeft Revnext een eigen inschatting opgesteld aan de hand van verschillende scenario uitgangspunten.

De huidige WLO-scenario's zijn gedateerd op het gebied van brandstofmix-ontwikkelingen en niet goed bruikbaar voor het onderzoek naar tank- en laadinfrastructuur. Het PBL werkt in 2024 aan een actualisatie van de WLO-scenario's tot 2060, maar deze waren niet op tijd gereed voor onderhavig onderzoek. Voor de ontwikkeling van de verkeersprestatie is daarom wel gebruik gemaakt van de bestaande WLO-scenario's, maar voor de ontwikkeling van de energiemix zijn specifieke meer actuele inzichten en beleidsaannames toegepast. Deze worden hieronder nader beschreven.

2.1.1 Inzet van rekenmodellen

IenW en het PBL maken momenteel gebruik van diverse rekenmodellen voor korte- en lange termijn ramingen voor het wagenpark en de energiemix. Voor personenauto's betreft dit het Carbontax-model⁹, het Dynamo-model¹⁰, Koterpa¹¹ en op termijn het SPARK-model¹². Voor bestelauto's en vrachtauto's zijn wagenparkmodellen van Revnext^{13;14} gebruikt. Deze bestel- en vrachtautomodellen worden ook door het PBL gebruikt ten behoeve van de aanstaande KEV24 en de actualisatie van de nieuwe WLO-scenario's. Er bestaan ook interacties tussen wagenparkmodellen, verkeersmodellen (LMS) en goederenvervoermodellen (BasGoed). Revnext heeft gebruik gemaakt van de meest actuele en state-of-the-art rekenmodellen die bij aanvang van deze studie beschikbaar waren en ook door het PBL zijn toegepast in de KEV22/23. Dit betrof voor personenauto's een combinatie van Carbontax en Koterpa, voor bestel- en vrachtauto's de wagenparkmodellen van Revnext en het LMS-model voor de landelijke verkeersprestaties. De methodiek voor het ramen van de toekomstige tank- en laadinfrastructuur is transparant en navolgbaar opgezet en geschikt voor toekomstige actualisaties met het modelleninstrumentarium dat dan van toepassing is.

⁹ <https://www.pbl.nl/downloads/revnext-2022-achtergrondrapport-modelactualisatie-carbontax-2022-5046pdf>

¹⁰ <https://www.pbl.nl/modellen/dynamo>

¹¹ <https://www.pbl.nl/modellen/koterpa>

¹² <https://www.pbl.nl/publicaties/spark-een-nieuw-landelijk-personenautoparkmodel-van-pbl-en-rws>

¹³ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/prinsjesdag/documenten/rapporten/2022/09/20/achtergrondrapport-bestelautos>

¹⁴ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/06/30/achtergrondrapport-vrachtautomodel-revnext>

2.1.2 Onzekerheden en scenario's


Er zijn verschillende onzekerheden die op de lange termijn een belangrijke rol spelen bij toekomstscenario's tot 2050. Dit geldt zowel voor technologische-economische ontwikkelingen als voor het ambitieniveau en hoe stringent het mondiale, Europese en nationale klimaatbeleid gaat zijn. Langs twee scenario-assen zijn er vijf scenario's uitgewerkt. Op de techno-economische as komt met name de omvang van het wagenpark en de verkeersprestatie (aantal voertuigkilometers) tot uiting en op de klimaat-as komt het tempo van adoptie van ZE-voertuigen tot uiting die afhangt van het tempo van mondiale opschaling van de productie en kostprijzdalingen.

Dit geldt bijvoorbeeld voor de ontwikkeling van batterijtechnologie (kosten per kWh batterijcapaciteit, energiedichtheid), energieverbruik- en de laadsnelheden van voertuigen. Ook de herziening van Europese CO₂-normen voor zware bedrijfsvoertuigen was nog geen onderdeel van de KEV22, maar zal wel op de klimaat-as worden meegenomen (en is inmiddels vastgesteld Europees beleid geworden).

De combinatie van drie scenario aannames langs twee dimensies, macro-economische ontwikkelingen (laag, midden, hoog) en klimaatbeleid (laag, midden, hoog) leidt in theorie tot $3 \times 3 = 9$ scenario's. In dit onderzoek zijn vijf scenario's (4 hoekpunten van het speelveld en één centraal scenario) verder uitgewerkt, zoals weergegeven in tabel 1:

- Een middenraming
 - Midden (scenario 3) = **midden** macro-economisch + **midden** ambitieus klimaatbeleid
- Bandbreedte min/max energievraag Zero-Emissie
 - MinZE (scenario 1) = **laag** macro-economisch + **laag** ambitieus klimaatbeleid
 - MaxZE (scenario 5) = **hoog** macro-economisch + **hoog** ambitieus klimaatbeleid
- Bandbreedte min/max energievraag FOSSiel (MinFOS / MaxFOS)
 - MinFOS (scenario 2) = **laag** macro-economisch + **hoog** ambitieus klimaatbeleid
 - MaxFOS (scenario 4) = **hoog** macro-economisch + **laag** ambitieus klimaatbeleid

Tabel 1: Scenario's macro-economische as (verticaal) en klimaat-as (horizontaal)

	Scenario-as (verticaal): Macro-economische ontwikkeling	Scenario-as (horizontaal): Klimaatbeleid (mondiaal, EU en NL)		
		Laag	Midden	Hoog
	Laag	1: MinZE		2: MinFos
	Midden		3: Midden	
	Hoog	4: MaxFos		5: MaxZE

De specifieke aannames en uitgangspunten qua macro-economische context en klimaatbeleid voor het landelijke totaalbeeld van de energiemix in Nederland zijn beschreven in tabel 2 en tabel 3. De specifieke kenmerken en aannames per scenario relevant voor de energievraag op VZP's worden in hoofdstuk 3 beschreven.

Tabel 2: Dimensie klimaatbeleid (klimaat-as)¹⁵

Klimaatbeleid & EV technologie	Laag	Midden	Hoog
Energiemix	<ul style="list-style-type: none"> PA: KEV23 = Klimaatakkoord-beleid t/m 2025 en -55% CO₂ in 2030 en 100% ZE nieuwverkopen vanaf 2035 cfr. EU-bronbeleid BA: KEV23 excl. BPM = geen BPM op dieselloertuigen per 2025 en -50% CO₂ in 2030 en 100% ZE nieuwverkopen vanaf 2035 cfr. EU-bronbeleid VA: KEV23 Vrachtwagenheffing (VWH) met ZE-korting en aangescherpt EU-bronbeleid - 45/65/90% in '30/'35/'40 	<ul style="list-style-type: none"> PA: KEV23 = KA-beleid t/m 2025 en -55% CO₂ in 2030 en 100% ZE nieuwverkopen vanaf 2035 cfr. EU-bronbeleid BA: KEV23 incl. BPM = BPM op dieselloertuigen per 2025 en -50% CO₂ in 2030 en 100% ZE nieuwverkopen vanaf 2035 cfr. EU-bronbeleid VA: KEV23 Vrachtwagenheffing (VWH) met ZE-korting en aangescherpt EU-bronbeleid - 45/65/90% in '30/'35/'40 	<ul style="list-style-type: none"> PA: KEV23 + extra stimulering cfr. Formule E-Team (FET) scenario 2 en 3 IBO-Klimaat¹⁶ (nationale kop op EU-beleid, extra EV-ingroei 2026-2034) BA: KEV23 incl. BPM = BPM op dieselloertuigen per 2025 en -50% CO₂ in 2030 en 100% ZE nieuwverkopen vanaf 2035 cfr. EU-bronbeleid VA: KEV23 + VWH+ Vrachtwagenheffing (VWH) met ZE-korting + hoger VWH-tarief, meer terugsluis, langer korting ZE en aangescherpt EU-bronbeleid - 45/65/90% in '30/'35/'40

Tabel 3: Dimensie macro-economie (macro-economische as)

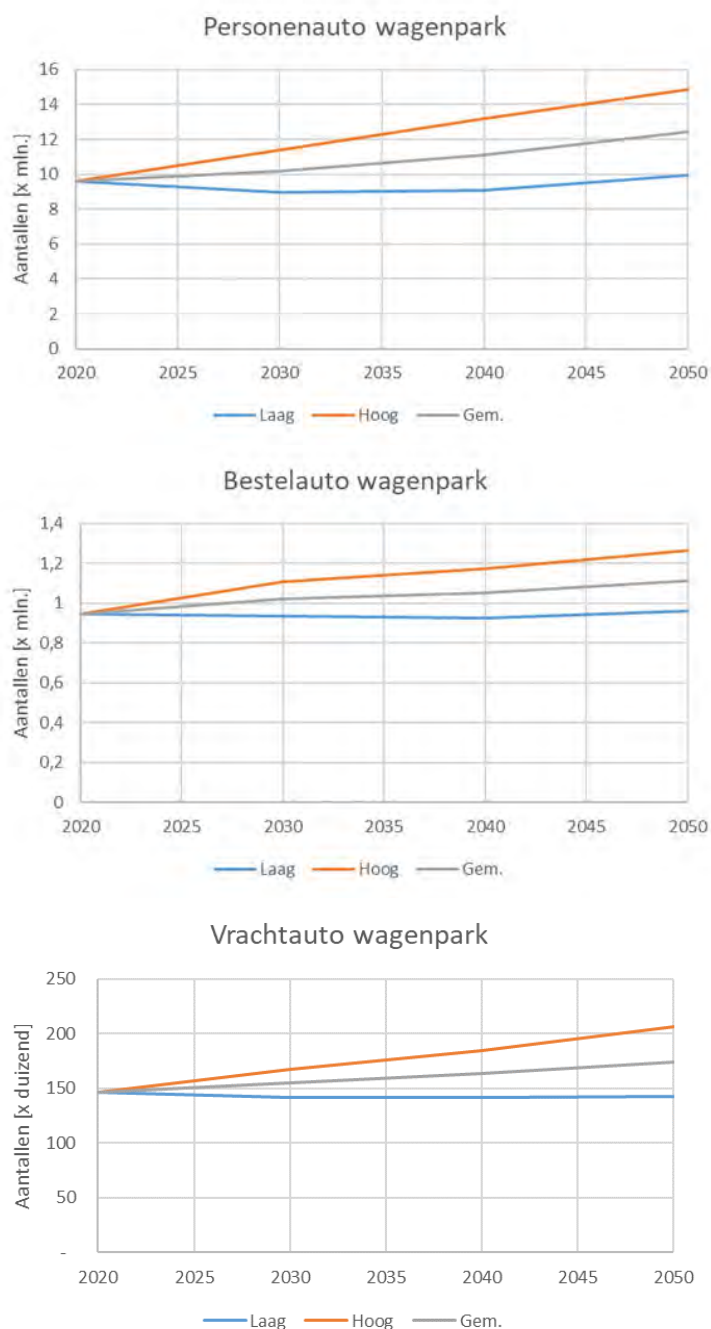
Macro-economische ontwikkeling	Laag	Midden	Hoog
Verkeersprestaties en omvang wagenpark	WLO-laag	KEV22/23	WLO-hoog

¹⁵ PA= personenautopark; BA = bestelautopark; VA = vrachtautopark.

¹⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/04/11/bijlage-3-brief-formule-e-team-aan-secretariaat-ibo-klimaat-inclusief-bijlages>

2.2 VERWACHTE ONTWIKKELING WAGENPARK

De verwachte ontwikkelingen van het wagenpark zijn weergegeven in figuur 2 voor verschillende scenario's.

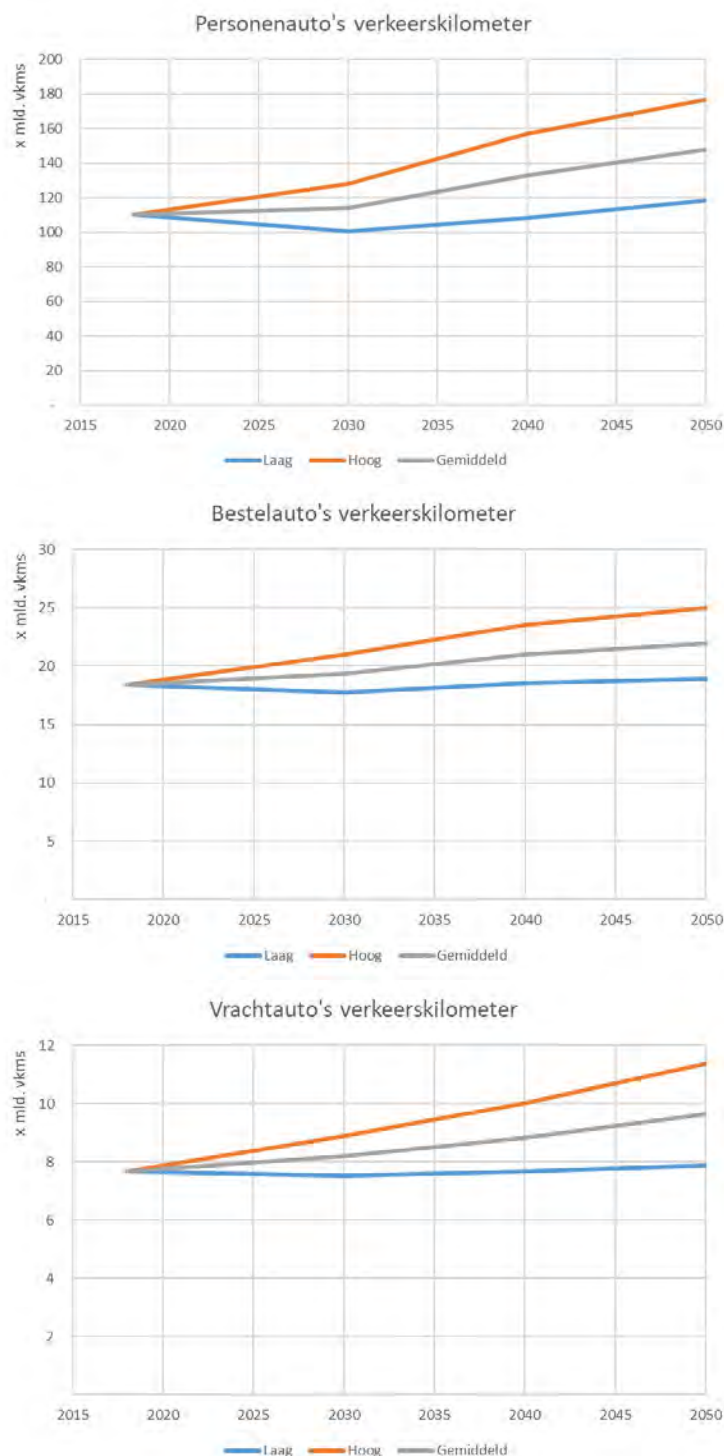


Figuur 2: Verwachte ontwikkeling van het wagenpark, PA, BA en VA.

2.3 VERWACHTE ONTWIKKELING VERKEERSPRESTATIES

Naast een ontwikkeling van het wagenpark is ook een ontwikkeling van de verkeersprestatie (het totaal aantal gereden voertuigkilometers in Nederland) te verwachten. Deze ontwikkeling is het gevolg van een combinatie van factoren zoals demografische groei, ruimtelijke ontwikkelingen en economische ontwikkelingen en autokostenontwikkelingen. De verwachte ontwikkeling van de verkeersprestaties zijn weergegeven in figuur 3 voor verschillende scenario's. Deze scenario's zijn gebaseerd op de WLO laag/hoog paden en middenscenario

Referentieprognose 2022 en 2023 (RP2022 en RP2023)¹⁷ met het LMS-model die ook in de Integrale Mobiliteitsanalyse (IMA)¹⁸ van IenW gebruikt worden. Ten opzichte van het middenpad leiden de paden hoog/laag tot circa +/-15 tot 20% variatie in de voertuigkilometers in 2050. Dit leidt vervolgens tot een hogere/lagere energievraag in Nederland en ook op VZP's.



Figuur 3: Verwachte ontwikkeling van de verkeersprestatie, PA, BA en VA.

¹⁷ <https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/@220597/hoofdrapport-referentieprognoses-2022/>

<https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@258711/hoofdrapport-referentieprognoses-2023/>

¹⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/12/18/bijlage-2-update-integrale-mobiliteitsanalyse>

2.4 VERWACHTE ZE-INGROEI

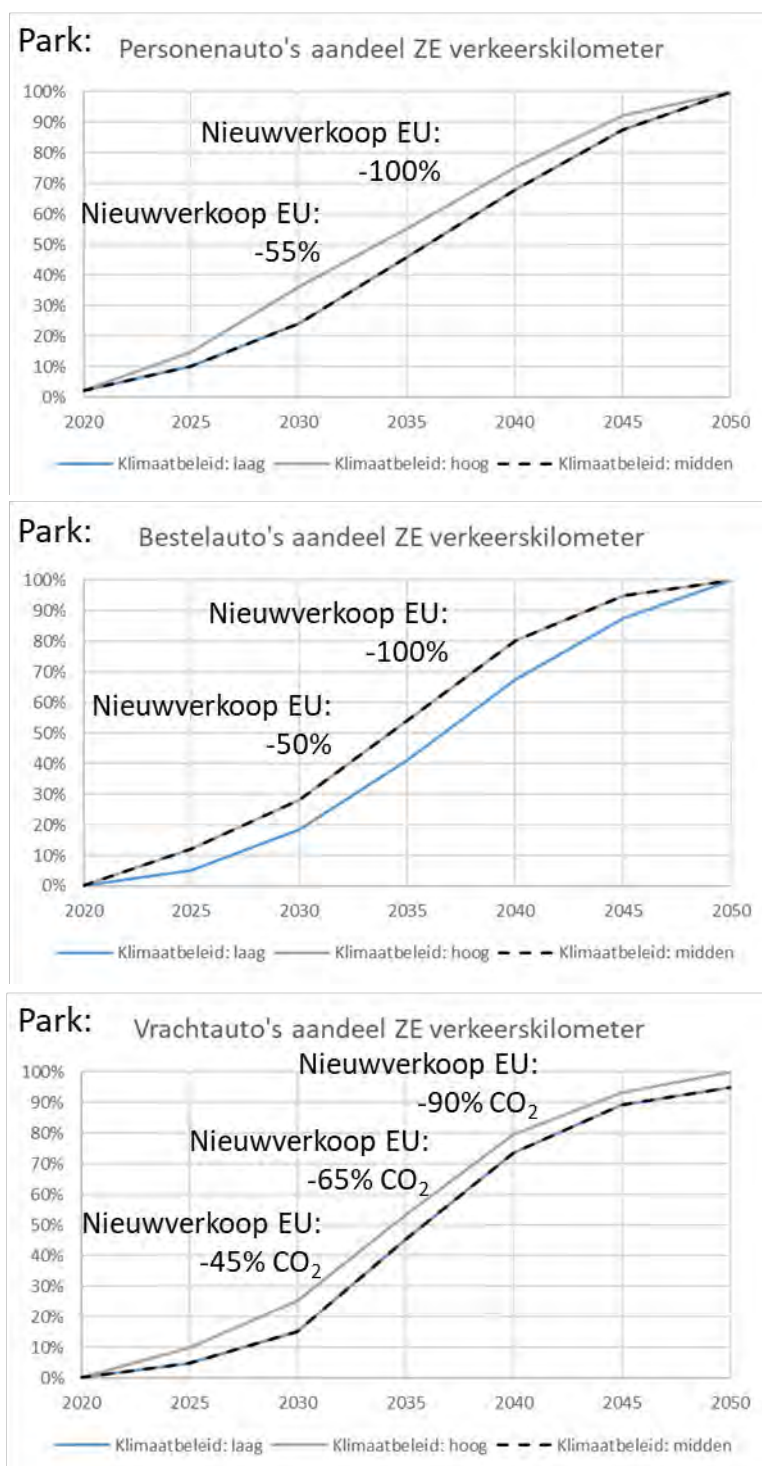
De verwachte ZE-ingroei in de verkeersprestaties is weergegeven in figuur 4 voor verschillende scenario's. Door het (aangescherpte) EU-bronbeleid dat inmiddels is vastgesteld voor personen-, bestel- en vrachtauto's zullen voertuigfabrikanten moeten sturen op een verkoopmix in hun Europese nieuwverkopen met een steeds groter aandeel ZE-voertuigen. Zo moeten de Europese nieuwverkopen PA/BA in 2030 50/55% CO₂-reductie bereiken t.o.v. 2021 en in 2035 moeten de nieuwverkopen 100% emissievrij zijn. Bij de vrachtauto nieuwverkopen zijn aangescherpte tussendoelen van -45%/-65%/-90% CO₂-uitstoot vastgesteld voor 2030/2035/2040. Het EU-beleid, met o.a. wettelijk vastgelegde CO₂-normen voor fabrikanten, is een grote drijvende kracht achter de transitiepaden in het Nederlandse wagenpark. Maar ook de Nederlandse (fiscale) context (o.a. BPM op nieuwe fossiele voertuigen personen- en bestelauto's, de vrachtwagenheffing met 75% korting voor ZE-trucks) zorgt voor een versnelde ingroei van ZE-voertuigen en de ontwikkeling van benodigde laadinfrastructuur die een randvoorwaarde is voor deze ingroeipaden van ZE-voertuigen. De Europese wetgeving vormt zodoende de 'stok-achter-de-deur' waar minimaal op wordt teruggevallen (Europese gemiddelde trend), terwijl het nationale beleid kan inzetten op een extra versnelling in aanloop naar de 100%/90%-reductie normen in 2035/2040 (voorloperspositie binnen Europa). De ondergrenzen van de ingroeipaden in Figuur 4 betreffen zodoende de ontwikkelingen waar minimaal van kan worden uitgegaan (met beperkt tot geen nationaal stimuleringsbeleid), terwijl de bovengrenzen de extra potentie van ZE-ingroei laten zien door middel van aanvullend nationaal beleid (nationale kop) of gunstigere marktontwikkelingen (markt ontwikkelt zich sneller dan EU-normen strikt vereisen).

Er zijn binnen sommige Europese facties soms geluiden¹⁹ om reeds vastgestelde EU-normen af te zwakken. Echter is de kans op een grote koerswijziging niet groot en als er al een afzwakking zou komen dan zou het waarschijnlijk gaan om het tijdelijk beperkt toestaan van conventionele brandstofvoertuigen in 2035-2040 in de Europese nieuwverkopen. Het effect van bijvoorbeeld een 90%-reductienorm in plaats van een 100%-reductienorm voor de nieuwverkopen in 2035-2040 is vrij beperkt (circa -2%-punt) op de geschetste bandbreedte in Figuur 4. Een veel grotere impact heeft eventueel aanvullend nationaal beleid in de periode 2025-2034, omdat er dan 10 jaar lang een substantieel hoger ingroeipad mogelijk is dan de Europese gemiddelde trend op basis van de CO₂-normen voor fabrikanten in 2025-2034. Dit zou bij personenauto's cumulatief tot circa 1 miljoen extra EV's kunnen opleveren en circa 10%-punt extra EV-ingroei in het wagenpark.

Merk op dat in alle paden een 100% emissievrij wagenpark in 2050 wordt bereikt. Dit is bewust gedaan om in alle paden naar hetzelfde eindbeeld toe te werken en dit te kunnen vertalen naar de benodigde laadinfrastructuur in dit eindbeeld. Het eindbeeld is daarmee hetzelfde in alle paden qua samenstelling (100% ZE), maar het tempo van de transitie naar 100% ZE en de hoogte van de energievraag verschilt per scenario. Er zijn andere paden denkbaar die eerder of later dan 2050 dit eindbeeld bereiken of waarin conventionele voertuigen met 100% hernieuwbare synthetische brandstoffen (e-fuels) een rol blijven spelen, maar die scenario's worden alleen kwalitatief geadresseerd. Er is namelijk nog veel onzeker rond e-fuels qua technologie, kosten, schaal waarop ze beschikbaar komen, duurzaamheidskenmerken etc. Daarnaast is er nog geen vastgesteld of voorgenomen beleid gericht op de inzet van e-fuels

¹⁹ <https://www.euractiv.com/section/electricity/news/car-industry-warns-eu-leaders-against-reversing-2035-combustion-engine-ban/>

om rond 2050 of richting 2050 het eventueel resterende deel conventionele voertuigen in het wagenpark te verduurzamen of om op een andere wijze beleidsmatig te sturen op een klimaatneutraal wagenpark in 2050.



Figuur 4: Verwachte ontwikkeling ZE-ingroei: personenauto's (boven), bestelauto's (midden) en vrachtauto's (onder).

2.4.1 Ingroei van waterstofvoertuigen

Onderdeel van ZE-voertuigen kunnen ook waterstofvoertuigen zijn, zoals waterstof brandstofcel elektrische voertuigen (FCEV) en de waterstof verbrandingsmotor voertuigen

(H2-ICE). Waterstofvoertuigen worden niet op grote schaal verwacht in de personen- en bestelautomarkt. Batterij-elektrische voertuigen zullen de dominante technologie worden in deze deelmarkten (PBL, 2024)²⁰. Waterstof zou in de vrachtautomarkt een rol kunnen gaan spelen. De ontwikkeling van waterstoftrucks en adoptie in de markt is op dit moment zeer onzeker. Naarmate de marktontwikkeling van BEV-trucks tegen barrières aanloopt zoals netcongestie, technologische tegenwind (hoger verbruik, minder actieradius) zullen er marktsegmenten kunnen ontstaan waar waterstoftrucks een aantrekkelijk alternatief kunnen vormen. Voor waterstoftrucks is een aparte tankinfrastructuur met waterstofvulpunten nodig en kunnen niet gebruik maken van de huidige tankinfrastructuur voor vloeibare brandstoffen.

De onzekerheid rond waterstofvoertuigen uit zich in onzekerheden m.b.t. de technologische ontwikkeling, de kosten t.o.v. BEV en diesel de benodigde tankinfrastructuur, het aandeel waterstof getankt op- en nabij het HWN, en specifiek op VZP's, de ingroei van waterstoftrucks in het park, de verbruiksefficiëncy van waterstoftrucks, bezettingsgraden van waterstofvulpunten.

Voor waterstofvoertuigen en het aandeel in de energiemix van 2030 is door Revnext een inschatting gemaakt. Uitgaande van de RED3-regelgeving voor hernieuwbare energie en de verwachte implementatie in de Nederlandse jaarverplichtingsystematiek vanaf 2026 wordt een minimum verplicht aandeel RFNBO's²¹ verwacht als subverplichting voor de sector 'land'²². Naar verwachting mag en wordt een deel van deze subverplichting ingevuld via de raffinageroute (indirecte inzet van groene waterstof)²³ en het overige deel moet worden ingevuld door directe inzet van groene waterstof in vrachtauto's (om de subverplichting RFNBO's voor de sector land te behalen). Hierbij gaan wij uit van een inzet van 1,5 PJ aan waterstof door circa 1.600 waterstoftrucks in 2030 (ongeveer 1,7% van de totale energievraag van vrachtauto's). Dit betekent dat er komende jaren jaarlijks enkele honderden waterstofvrachtauto's nieuw verkocht moeten worden om deze 1,5 PJ aan waterstof te kunnen afzetten aan deze 1.600 waterstoftrucks. Hiertoe wordt o.a. de SWiM-regeling (Subsidieregeling Waterstof in Mobiliteit) geïntroduceerd. Naast de RED3-doelstellingen tellen waterstoftrucks net als BEV-trucks mee als ZE-truck in de CO₂-norm van fabrikanten. In de scenario's laag/midden/hoog op de klimaat-as is een ingroei van waterstoftrucks vanaf 2030 verondersteld die oploopt naar 5/10/20% aandeel in de vrachtauto voertuigkilometers in 2050.

2.4.2 Biobrandstoffen en hernieuwbare synthetische brandstoffen (e-fuels)

Biobrandstoffen worden standaard bijgemengd in benzine/diesel aan de pomp (drop-in fuels; zoals E10 benzine (10% bio-ethanol bijgemengd in fossiele benzine) en B7 diesel (7% biodiesel bijgemengd in fossiele diesel). Er zijn ook hogere biobrandstof blends mogelijk zoals HVO100 biodiesel. Ze worden toegepast in voertuigen met een conventionele verbrandingsmotor.

Hernieuwbare synthetische brandstoffen zijn geproduceerd met elektriciteit. Ze worden geproduceerd met behulp van (groene of blauwe) waterstof en koolstof of (groene of blauwe)

²⁰ PBL (2024). Klimaatneutraal wegverkeer in 2050 - Een verkenning van beelden en paden daar naartoe.

²¹ Hernieuwbare Brandstoffen van Niet Biologische Oorsprong, hieronder valt groene waterstof.

²² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/04/26/voortgang-implementatie-red-iii-vervoer>

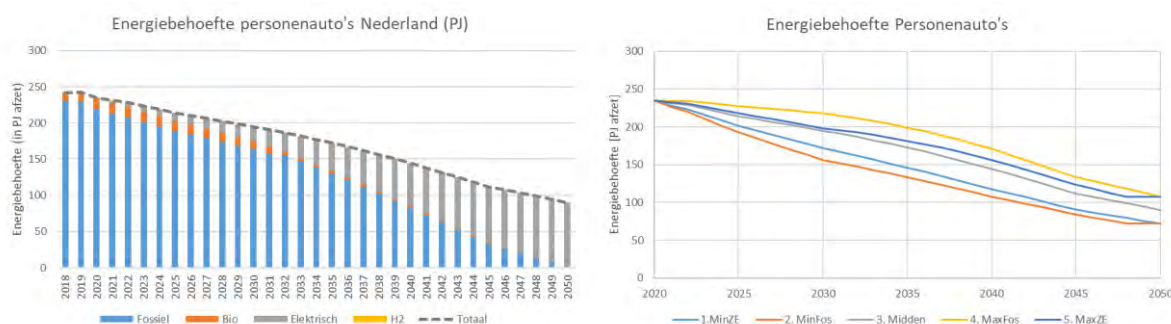
²³ Inzet van groene waterstof t.b.v. de raffinage van fossiele brandstoffen.

waterstof en stikstof. Er komt feitelijk wel CO₂ uit de uitlaat, maar dezelfde hoeveelheid CO₂ is tijdens de productie van de brandstof onttrokken aan de buitenlucht middels de groei van de biomassa of direct air capture (DAC), waardoor de netto CO₂-uitstoot nul is. Zowel biobrandstoffen als e-brandstoffen kunnen van de bestaande tankinfrastructuur gebruik maken.

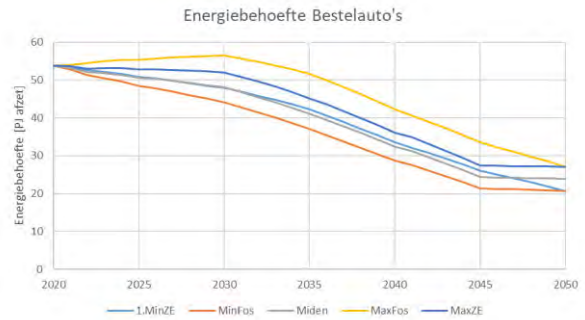
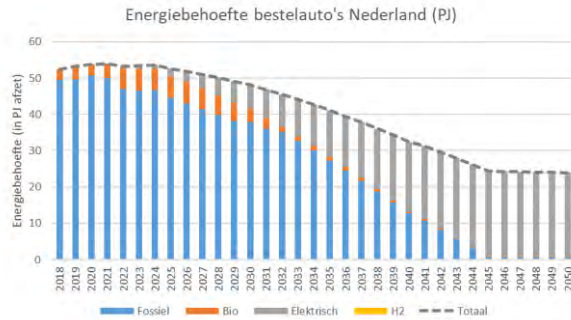
E-brandstoffen staan nog in de kinderschoenen qua technologie (en zijn veel duurder dan biobrandstoffen) en zullen naar verwachting met name in de zee- en luchtvaart nodig zijn en ingezet worden, omdat elektrificatie daar een minder geschikte optie is. De inzet van biobrandstoffen wordt afgedwongen door het RED2 en RED3 beleid. RED2/3 kan behaald worden via inzet van biobrandstoffen maar ook met de verdere elektrificatie van het wagenpark. Zonder aanvullend beleid (zoals een mogelijke vorm van RED4 beleid) zal de inzet van biobrandstoffen na 2030 afnemen doordat de RED-beleidsdoelen in steeds grotere mate met elektrificatie (en inzet van hernieuwbare elektriciteit) behaald kunnen worden. Het is denkbaar dat er aanvullend beleid komt om het resterende rijdende fossiele wagenpark richting 2050 met hogere aandelen biobrandstoffen of e-brandstoffen te verduurzamen. Hier is in deze studie geen rekening mee gehouden. Voor de benodigde tankinfrastructuur maakt het nagenoeg niet uit of deze uit fossiele-, bio- of e-brandstoffen bestaan. Gegeven het prille marktstadium en onzekerheden in technologische- en beleidsontwikkelingen rond bio- en synthetische brandstoffen is het aan te bevelen om deze ontwikkelingen goed te blijven monitoren in de routekaart voor de verzorgingsplaats van de toekomst.

2.5 VERWACHTE ONTWIKKELING ENERGIEBEHOEFTE

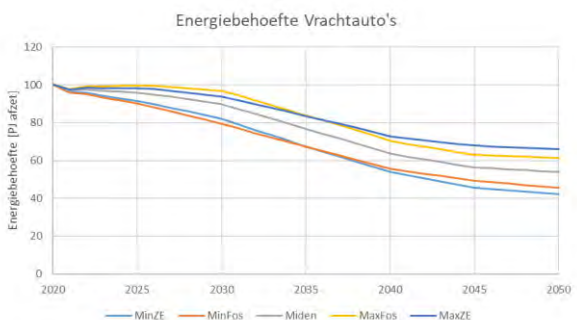
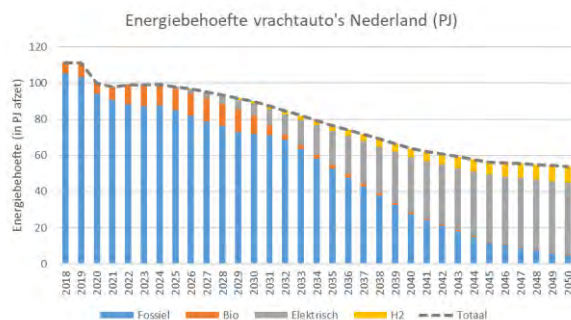
De verwachte energiebehoefte is weergegeven in figuur 5, figuur 6 en figuur 7 voor het middenscenario per energiedrager (links) en de totale energiebehoefte voor verschillende scenario's (rechts). De energiebehoefte wordt berekend op basis van de verkeersprestaties [vkms] en het gemiddeld verbruik per energiedrager [MJ/km]. Er wordt gebruik gemaakt van verbruikscijfers van PBL, die ook worden gebruikt voor het maken van de KEV.



Figuur 5: Energiebehoefte personenauto's, middenscenario per energiedrager, totaal per scenario.



Figuur 6: Energiebehoefte bestelauto's, middenscenario per energiedrager, totaal per scenario.



Figuur 7: Energiebehoefte vrachtauto's, middenscenario per energiedrager, totaal per scenario.

In de geschetste scenario's hierboven is de energiebehoefte maximaal bij de scenario's MaxFos en minimaal bij MinFos. MaxFos omvat namelijk een hoge verkeersprestatie, groter wagenpark, een hoger aandeel relatief energie-inefficiënte conventionele voertuigen en een lager aandeel energie-efficiënte EV's maar met een lagere verbetering van de EV-energie-efficiëntie in de tijd. In MinFos werken deze factoren precies vice versa. De bandbreedte van MaxZE en MinZE is iets nauwer en schommelt meer om middenraming. Voor vrachtauto's is dit iets anders, omdat hier ook het aandeel waterstof varieert, en met toenemend aandeel waterstof (H2) neemt de energiebehoefte juist toe vergeleken met scenario's waarin het aandeel BEV groter is (BEV-vrachtauto's zijn energie-efficiënter dan waterstofvrachtauto's). Naarmate de wagenparken van alle drie voertuigtypen sterk elektrificeren richting 2050, neemt de totale energiebehoefte in alle scenario's sterk af. Dit komt doordat batterij-elektrisch voertuigen (BEV) de dominante voertuigtechnologie in het wegverkeer wordt en een BEV een factor 2 tot 3 energie-efficiënter is dan vergelijkbare conventionele voertuigen met een verbrandingsmotor. Zo zijn er bij voertuigen met een verbrandingsmotor grote energieverliezen bij de verbranding in het motorblok en zijn er bij waterstofvoertuigen grote energieverliezen bij de omzetting van waterstof naar elektriciteit. Bij een batterij-elektrisch voertuig zijn de energieverliezen (o.a. bij omzetting wisselstroom naar gelijkstroom) veel beperkter.

3 Fase 2a: Energiebehoefte en benodigde tank- en laadpunten op VZP's

3.1 ELEKTRICITEITSVRAAG EN BENODIGDE LAADPUNTEN PER MODALITEIT

3.1.1 Methodiek

Er zijn verschillende methoden denkbaar en terug te vinden in verschillende eerdere onderzoeken naar de energievraag op VZP's en benodigde laadpunten en vermogensvraag. Qua methodiek volgt deze studie op hoofdlijnen de aanpak in TNO (2019)², maar voor de invulling van belangrijke parameters in de berekening en variatie tussen de scenario's zijn deels nieuwe onderbouwingen opgesteld en aannames gemaakt en is deels gebruik gemaakt van eerdere onderzoeken.

De methodiek gaat uit van de volgende stappen met daarin per stap aangegeven de belangrijke parameters voor de berekening. In paragraaf 3.1.8 worden onderstaande stappen schematisch uitgewerkt aan de hand van een rekenvoorbeeld voor een specifiek zichtjaar:

- De totale energievraag van elektrische voertuigen in Nederland per jaar, zoals gepresenteerd in Fase 1 (zie Hoofdstuk 2);
- Het aandeel snelladen binnen de laadmix, en doorvertaling naar aandeel snelladen op VZP's langs het HWN;
- Omrekening van energievraag (MJ's) op VZP's naar elektriciteitsvraag (kWh's) op VZP's per jaar;
- De elektriciteitsvraag omrekenen naar totale laadtijd, middels elektriciteitsvraag omrekenen naar [laadtijd per jaar] o.b.v. [gemiddelde laadtijd per laadsessie] x [aantal laadsessies om de totale jaarlijkse elektriciteitsvraag te kunnen laden];
 - o Gemiddelde laadtijd per laadsessie = [gemiddelde laadvraag per sessie] / [gemiddeld laadvermogen] + [extra tijd voor aan/afkoppelen en in-/uitrijden];
 - o Aantal laadsessies = [totale elektriciteitsvraag op VZP's per jaar] / [gemiddelde laadvraag per sessie];
- Benodigde aantal laadpunten = [totale laadtijd in jaren] / [de gemiddelde bezettingsgraad van laadpunten].

3.1.2 Scenario aannames

Meer klimaatambitie wordt modelmatig benaderd door snellere mondiale opschaling van ZE-voertuigproductie (aanbod) en adoptie (vraag) met schaalvergroting, leereffecten, technologische verbeteringen en dalende prijzen als gevolg. Dit leidt tot een snellere ingroei van ZE-voertuigen in Nederland en snellere technologische ontwikkeling van ZE (batterijtechnologie, laadvermogen, laadtijd). Met hogere laadvermogens en kortere laadtijden kan de rentabiliteit voor laadexploitanten stijgen en dat kan zich vertalen in lagere snellaadtarieven en een grotere rol voor laden op VZP's en hogere bezettingsgraden van laadpunten op VZP's. De dimensie klimaatbeleid (laag / midden / hoog) wordt als volgt vormgegeven, zie tabel 4.

Tabel 4: Dimensie klimaatbeleid, scenario's laag / midden / hoog.

Klimaatbeleid & EV technologie	Laag	Midden	Hoog
Laadvermogen gem. (kW) in 2030 / 2050	PA: 120 / 216 BA: 123 / 168 VA: 510 / 571	PA: 131 / 265 BA: 135 / 205 VA: 565 / 666	PA: 141 / 329 BA: 145 / 255 VA: 622 / 769
Batterijcapaciteit gem. (kWh) in 2030 / 2050	PA: 71 / 71 BA: 70 / 70 VA: 540 / 565	PA: 73 / 75 BA: 73 / 77 VA: 552 / 591	PA: 75 / 78 BA: 77 / 84 VA: 565 / 617
Rentabiliteit laadexploitant	Lager	Gemiddeld	Hoger
Snellaadtarieven	Hoger	Gemiddeld	Lager
Aandeel snelladen op VZP	PA+BA: Lager (3,0%) VA: Lager (7%)	PA+BA: Gemiddeld (3,5%) VA: Gemiddeld (8%)	PA+BA: Hoger (4,0%) VA: Hoger (10%)

Het is verondersteld dat de ontwikkeling van de bezettingsgraden zowel afhankelijk zijn van het klimaatbeleid en de macro-economische groei, zie tabel 5 tot en met tabel 8. De bezettingsgraad laat zien hoeveel procent van de tijd een laadpunt gemiddeld per jaar bezet is. Voor personenauto's en bestelauto's zijn dezelfde aannames gemaakt, omdat deze voertuigen van dezelfde snelladers en opstelvakken gebruik zullen maken. De gemiddelde bezettingsgraden voor PA/BA stijgen daarnaast met 2,5%-punt in de tijd. Voor vrachtauto's zijn er aparte opstelvakken en andere snelladers van toepassing. Bij vrachtauto's is een sterkere toename van de gemiddelde bezettingsgraad in de tijd aangenomen, namelijk 5,0%-punt toename, vanwege de hogere rentabiliteit die benodigd is bij een toenemende aandeel MCS-snelladers.

Tabel 5: Gemiddelde bezettingsgraden snellaadpunten PA/BA op VZP's in 2030.

Klimaatbeleid (mondiaal, EU en NL)			
Macro-economische ontwikkeling	Laag	Midden	Hoog
Laag	10,0%		12,5%
Midden		12,5%	
Hoog	12,5%		15,0%

Tabel 6: Gemiddelde bezettingsgraden snellaadpunten PA/BA op VZP's in 2050.

Klimaatbeleid (mondiaal, EU en NL)			
Macro-economische ontwikkeling	Laag	Midden	Hoog
Laag	12,5%		15,0%
Midden		15,0%	
Hoog	15,0%		17,5%

Tabel 7: Gemiddelde bezettingsgraden snellaadpunten VA op VZP's in 2030.

Klimaatbeleid (mondiaal, EU en NL)			
Macro-economische ontwikkeling	Laag	Midden	Hoog
Laag	10,0%		12,5%
Midden		12,5%	
Hoog	12,5%		15,0%

Tabel 8: Gemiddelde bezettingsgraden snellaadpunten VA op VZP's in 2050.

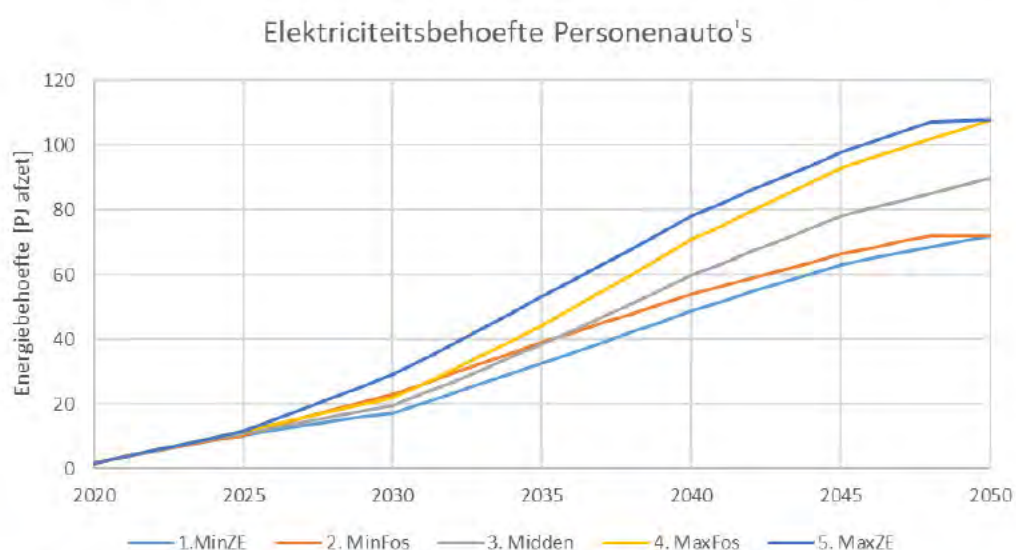
Klimaatbeleid (mondiaal, EU en NL)			
Macro-economische ontwikkeling	Laag	Midden	Hoog

Laag	15,0%		17,5%
Midden		17,5%	
Hoog	17,5%		20,0%

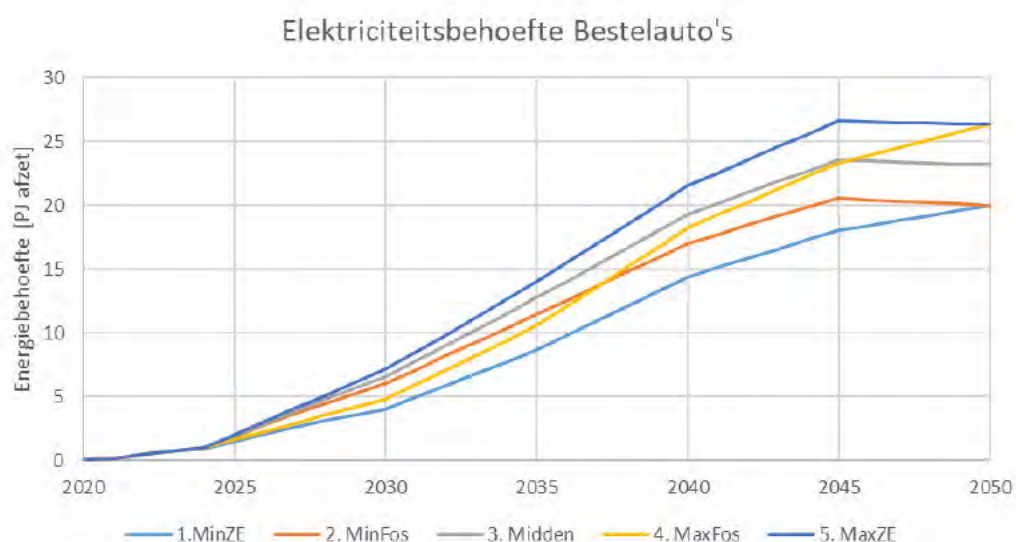
Verdere uitleg van de uitgangspunten en aannames volgen in de paragrafen hieronder.

3.1.3 Elektriciteitsvraag per scenario

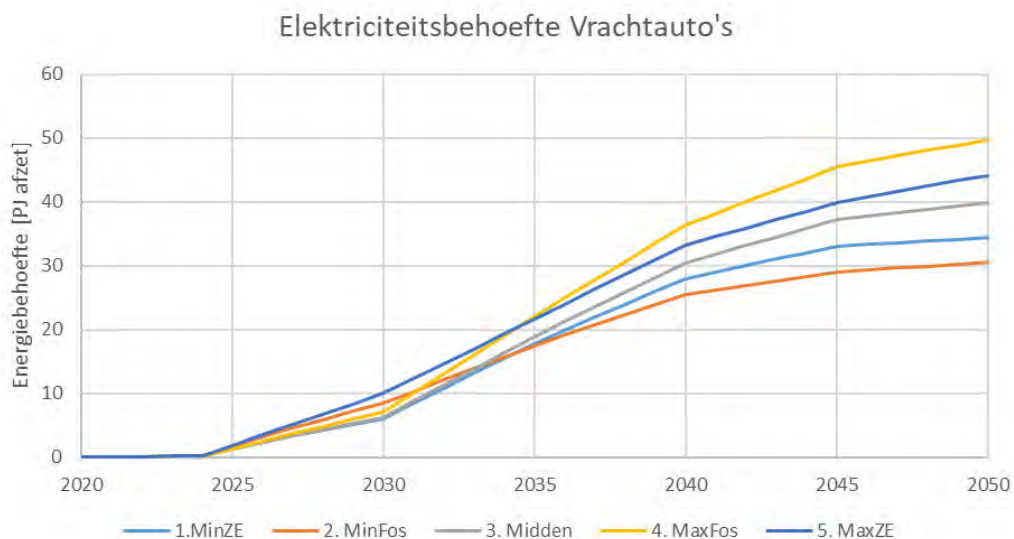
In figuur 8 is de elektriciteitsbehoefte van personenauto's in Nederland nader uitgelicht per scenario, zoals het middenscenario reeds te zien was in figuur 5. De bandbreedte wordt logischerwijs bepaald door de scenario's MinZE en MaxZE. De verschillen in het eindbeeld (2050) zijn te verklaren door verschillen in de verkeersprestatie aangezien voor alle scenario's het wagenpark dan 100% EV is. In de beginjaren zijn de verschillen te verklaren door verschillende EV-ingroeipaden in combinatie met verschillen in de verkeersprestatie.



Figuur 8: Ontwikkeling elektriciteitsbehoefte personenauto's in Nederland tot en met 2050.



Figuur 9: Ontwikkeling elektriciteitsbehoefte bestelauto's in Nederland tot en met 2050.



Figuur 10: Ontwikkeling elektriciteitsbehoefte vrachtauto's in Nederland tot en met 2050.

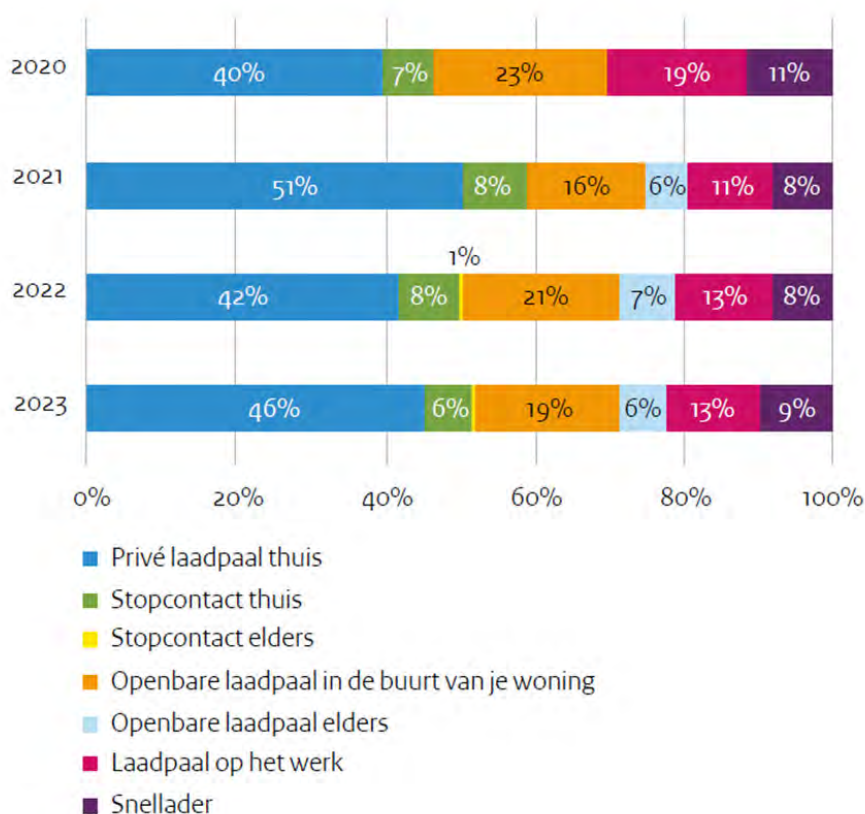
3.1.4 Laadmix

De laadmix is een belangrijk uitgangspunt voor het inschatten van de energiebehoefte van voertuigen op VZP's. De laadmix geeft inzicht in welke laadopties (thuis, werk/kantoor, openbaar, snelladen, op depot/standplaats) er zijn op welke locaties, met welke laadvermogens en met bepaalde laadtarieven. Onderstaand zijn de uitgangspunten voor personen-, bestel- en vrachtauto's verder uitgewerkt.

PERSONENAUTO'S

Uit het Nationale Laadonderzoek 2023 (RVO, 2023)²⁴ blijkt dat afgelopen jaren tussen de 8 en 11% van de laadbehoefte bij snelladers wordt afgenomen. In dit onderzoek gaan we uit van een aandeel van 10% die constant blijft tot 2050. Vervolgens zijn er aanvullende aannames gemaakt over het aandeel van snelladers op VZP's langs het HWN, snelladers nabij afritten (binnen 2 km hemelsbreed van het HWN) en snelladers binnenstedelijk/overig.

²⁴ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-09/RVO%20Nationaal%20Laadonderzoek%207-9-23.pdf>



Figuur 11: Ontwikkeling van het laadmix personenauto's in 2020-2023 (Nationaal laadonderzoek)²⁴.

De aanname/inschatting is dat 30 tot 40% van de 10% nationale snellaadvraag bij snelladers op VZP's geladen zal worden. Deze bandbreedte is mede gebaseerd op het huidige aandeel snelladers en het aandeel geïnstalleerd vermogen op VZP's, zie paragraaf 3.1.5. Dit betekent 3 tot 4% van de totale nationale elektriciteitsvraag van EV's voor personenauto's. Revnext rekent zodoende met 3,0% als ondergrens in scenario 'klimaatbeleid laag', 3,5% in scenario 'midden' en 4,0% in scenario 'klimaatbeleid hoog'. Merk op dat 3 tot 4% snelladen op VZP's lager is dan de 7 tot 9% tanken op VZP's zoals beschreven wordt in paragraaf 3.2. Dit wordt o.a. verklaard door andere kenmerken van laadinfrastructuur t.o.v. tankinfrastructuur. Meer alternatieven voor thuis- en openbaar laden in de buurt en grotere tariefverschillen tussen AC-(langzaam) en DC-laden (snelladen).

BESTELAUTO'S

In ElaadNL (2022⁵; 2023⁶) is met behulp van het LMS-model gekeken hoe lang de ritten zijn van alle bestelbussen. Vervolgens is deze rit vergeleken met de verwachte range van bestelauto's. Als een rit lang of middellang is, is de verwachting dat er onderweg bijgeladen dient te worden. Dit blijkt in 3% van de gereden kilometers het geval. De verwachting is dat vooral servicelogistiek van snellaadinfrastructuur gebruik zal maken. Naast 3% snelladen op VZP's wordt ook 2% snelladen op depots overdag verwacht. De komst van ZE-zones in steden kan voor extra vraag naar ZE-bestelauto's zorgen. Dit effect is meegenomen in de scenario's met ingroepipaden voor ZE-bestelauto's. Hierbij is sprake van een samenloop tussen het afschaffen van de BPM-vrijstelling voor dieselbestelauto's voor ondernemers en de ZE-zones die beide voor extra vraag naar ZE-voertuigen zorgen. Er is geen reden om aan te nemen dat ZE-zones specifiek de vraag naar laden op VZP's zal verhogen.

Aangezien er:

- 1) variatie kan zijn tussen verschillende bestelautoklassen (klein, midden, groot, extra groot);
- 2) bestelauto's van dezelfde snellaadinfrastructuur²⁵ gebruik kunnen maken nabij afritten en overig/stedelijk als personenauto's, en;
- 3) de actieradius onder winterse temperaturen lager kan zijn dan gemiddeld (en daarmee de vraag naar snelladen hoger);

rekent Revnext met dezelfde aannames als bij personenauto's:

- 3,0% als ondergrens in scenario klimaatbeleid laag;
- 3,5% in scenario klimaatbeleid midden en;
- 4,0% in scenario klimaatbeleid hoog.

VRACHTAUTO'S

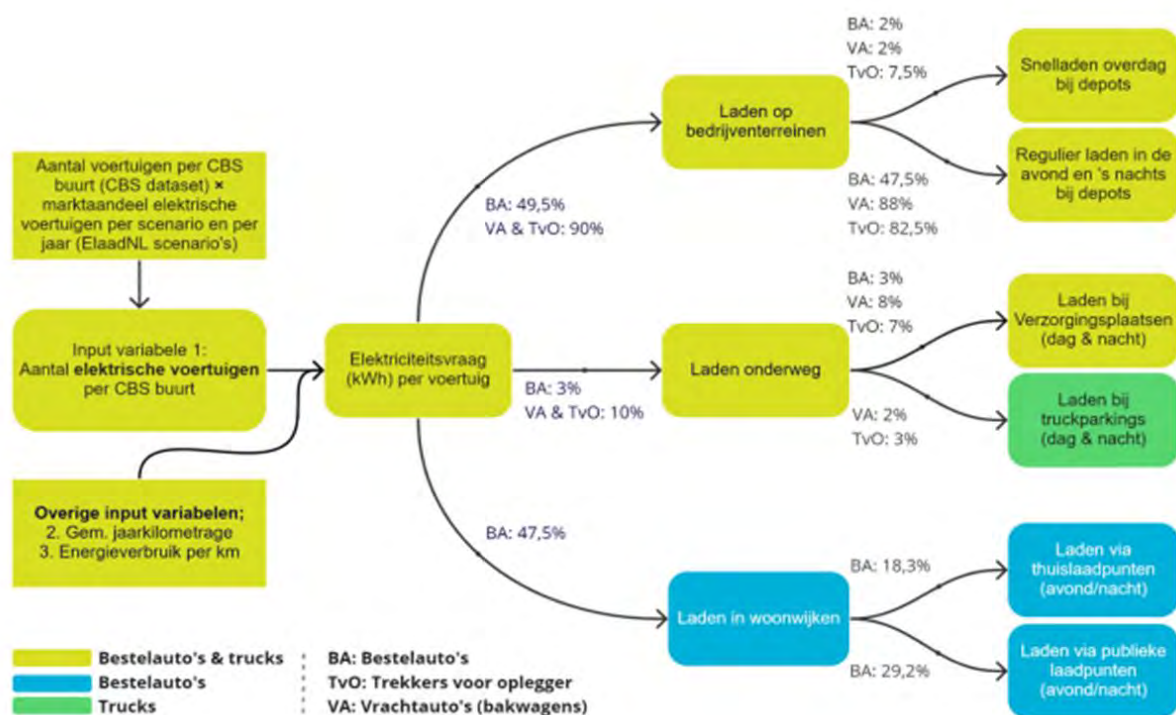
Voor vrachtauto's is door ElaadNL met behulp van het LMS-model gekeken naar middellange en lange ritten. Hierbij liggen de percentages voertuigen die bij VZP's laden hoger; op 7% van het aantal kilometers voor vrachtauto's en 8% voor trekkers met opleggers. Vanuit het aantal kWh's wordt gekeken naar de rij-rusttijdenwet die verordent dat er 45 minuten pauze dient te worden gehouden en er dus effectief circa 40 minuten is om een truck weer van elektriciteit te voorzien. Bij de aanleg van VZP's wordt beleidsmatig uitgegaan van het faciliteren van korte rust tot maximaal 4 uur op een VZP. De snelladers voor trucks op VZP's zijn dus niet bedoeld voor 'overnight charging'. Revnext rekent met de volgende aandelen van de laadbehoefte van vrachtauto's op VZP's:

- 7,0% in scenario klimaatbeleid laag,
- 8,0% in scenario klimaatbeleid midden en
- 10,0% (9% + 1% extra voor buitenlandse voertuigen bij de aanname dat ze relatief meer laden op VZP's) in scenario klimaatbeleid hoog.

In scenario 'hoog' is rekening gehouden met 1,0%-punt extra laadvraag van buitenlandse chauffeurs. Circa 13% van de verkeersprestatie door vrachtauto's in Nederland wordt gerealiseerd door buitenlandse voertuigen (CBS, 2024)²⁶. Aangenomen is dat buitenlandse ZE-voertuigen dubbel (16% i.p.v. 8%) zoveel gebruik zullen maken van snelladen op VZP's dan in het middenscenario (omdat ze geen eigen depot in de buurt hebben) en dit zorgt voor 1,0%-punt extra laadvraag (13% x 8% extra = 1,0%). Ook in de andere scenario's is dus rekening gehouden met buitenlandse ZE-voertuigen, alleen niet met een extra hoge laadvraag op VZP's. De extra laadvraag door buitenlandse voertuigen zou relatief sterk geconcentreerd kunnen zitten langs de goederenvervoercorridors in Nederland. Dit effect is in de verkeerskundige analyses in hoofdstuk 4 meegenomen.

²⁵ In sommige gevallen passen extra grote/ lange bestelauto's niet in reguliere parkeervakken van personenauto's.

²⁶ <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85415NED/table>



Figuur 12: ElaadNL⁵ aannames voor laadmix bestel- en vrachtauto's.

3.1.5 Laadvermogen laadpaalzijde

Het laadvermogen is medebepalend voor de snelheid waarmee voertuigen op VZP's laden en de benodigde laadtijd. Hiermee is dit ook een belangrijke factor voor het aantal snelladers die nodig zijn op VZP's. Zowel het laadpunt als het voertuig kunnen de beperkende factor zijn voor het effectieve laadvermogen. Onderstaand zijn de ontwikkelingen en uitgangspunten voor personen-, bestel- en vrachtauto's aan de laadpaalzijde verder uitgewerkt.

PERSONEN- EN BESTELAUTO'S

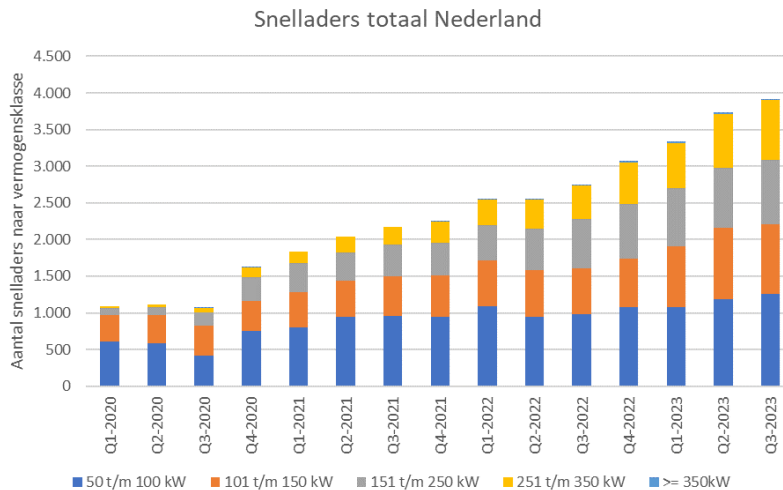
Het totale aantal snelladers alsmede het aantal snelladers op VZP's in Nederland wordt gemonitord door het RVO op basis van Eco-Movement data (RVO, 2023)²⁷. Aanname is dat de huidige snelladers in Nederland door personen- en bestelauto's gebruikt worden. De ontwikkeling van de afgelopen jaren wordt weergegeven in Figuur 13 t/m Figuur 18. De ontwikkeling van de afgelopen jaren is weergegeven in figuur 13 t/m figuur 18.

- Er zijn per Q3-2023 ongeveer 4.000 snelladers met een vermogen van 50kW of hoger in Nederland. De circa 4.000 snelladers eind 2023 hebben een geïnstalleerd vermogen van 650 MW, dat betekent gemiddeld 167 kW per snellader.
- Hiervan bevinden zich er circa 1.200 op VZP's (30%), zie Figuur 14. In totaal hebben 169 van de 230 VZP's 1 of meer laadpunten gerealiseerd. Dit is gemiddeld circa 7 snellaadpunten per VZP waar laadinfrastructuur aanwezig is. Het aandeel snelladers op VZP's schommelt de laatste 4 jaar tamelijk stabiel rond 30-35%.
- Bij VZP's verschuift de laadcapaciteit van snelladers naar steeds hogere laadvermogenklassen (stijgende trend), zie Figuur 15. Per Q3-2023 zitten VZP's gemiddeld op 207 kW vermogen. Naar verwachting worden op termijn alleen nog 300, 350 en 400

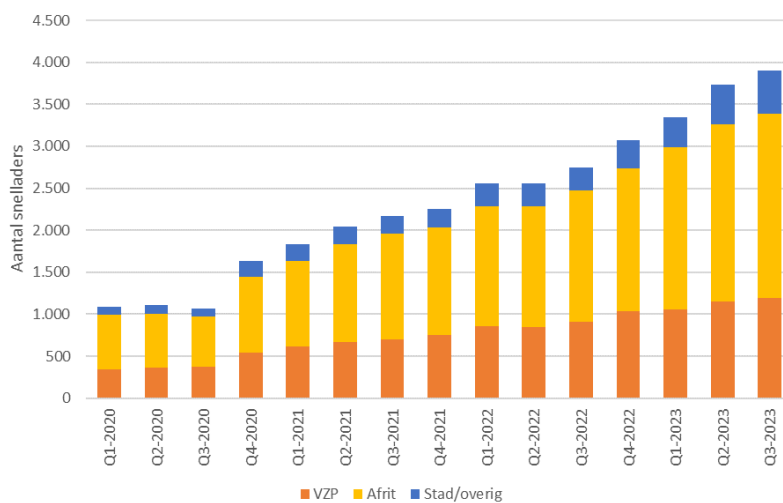
²⁷ <https://duurzamemobiliteit.databank.nl/mosaic/nl-nl/elektrisch-vervoer/laadinfra-in-nederland>

kW laders geïnstalleerd op VZP's. Het huidige gemiddelde vermogen per lader neemt naar verwachting verder toe van de huidige 207 kW naar gemiddeld 350 kW richting 2030-2050.

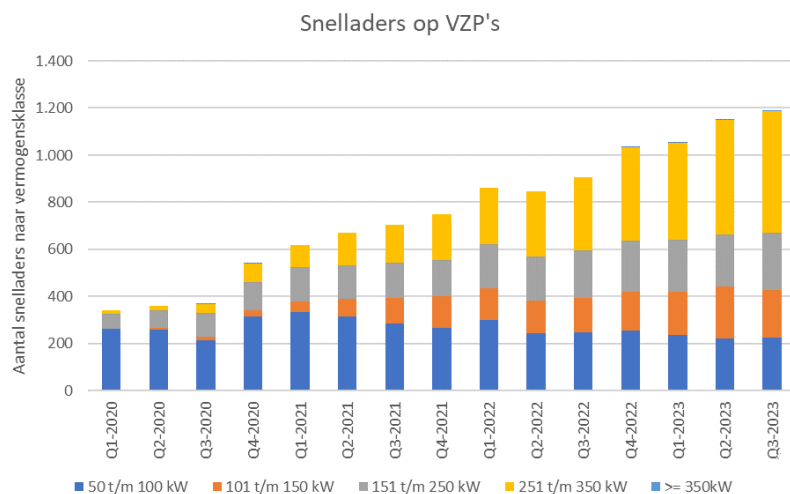
- Het aandeel snelladers “nabij afritten” schommelt de laatste 4 jaar tamelijk stabiel rond 55-60% en snelladers in “steden/overig” hebben 10-15% marktaandeel.
- Het aandeel geïnstalleerde vermogen op VZP's binnen het totale geïnstalleerde vermogen is de laatste 2 jaar gestabiliseerd rond 40%.
- VZP's omvatten dus 30% van de snelladers en 40% van het geïnstalleerde vermogen.



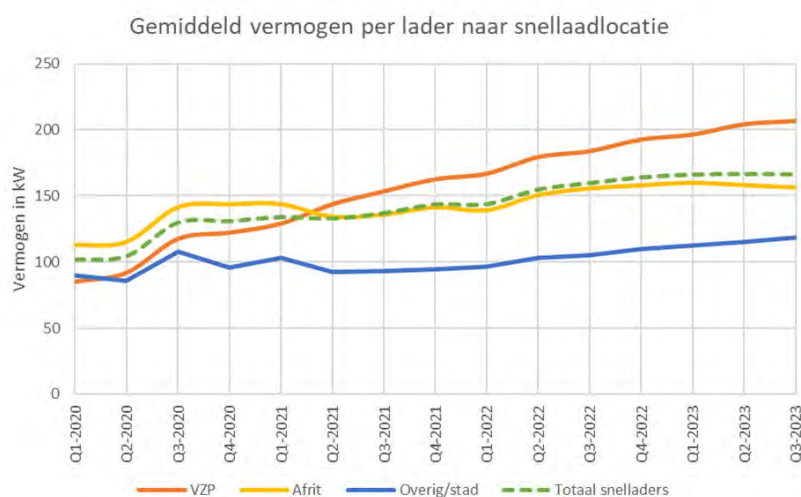
Figuur 13: Aantal snelladers in Nederland, per vermogensklasse



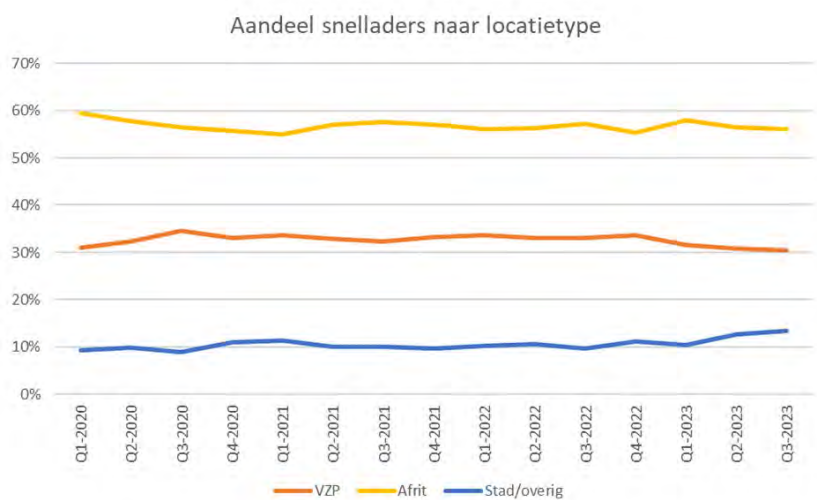
Figuur 14: Aantal snelladers in Nederland, per locatietype



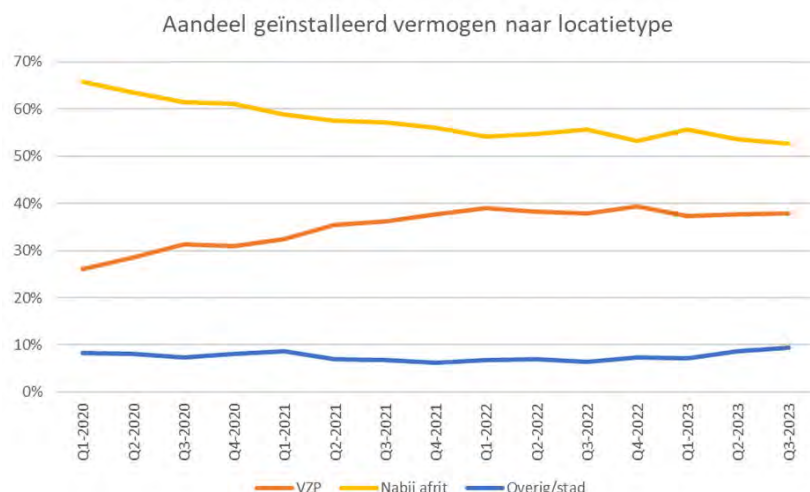
Figuur 15: Aantal snelladers in Nederland, op VZP's naar vermogensklasse



Figuur 16: Aantal snelladers in Nederland, per locatietype



Figuur 17: Aandeel snelladers, naar locatietype



Figuur 18: Aandeel geïnstalleerd vermogen, naar locatietype

VRACHTAUTO'S

Met name tussen nu en 2030 moet de laadtechnologie en het aanbod van fabrikanten nader vorm gaan krijgen en zijn er verschillende punten nog onzeker/onduidelijk. Er zullen naar verwachting twee typen laadstekkers een rol gaan spelen voor vrachtauto's, de CCS voor snelladers tot 350/400 kW en de MCS (op basis van het Megawatt Charging System MCS dat momenteel in ontwikkeling is)²⁸ voor de Megawatt laders > 1 MW. Vrachtauto's zullen, zodra de MCS-standaard is vastgesteld en gecertificeerd, standaard een MCS-aansluiting krijgen linksvoor op het voertuig. Momenteel werken elektrische vrachtauto's met CCS-stekkers en laders. De eerste laadpleinen²⁹ voor vrachtauto's werken met CCS-laders tot 350/400 kW vermogen. Op de korte termijn speelt CCS/400kW dus een grotere rol en vanaf omstreeks 2030 zal MCS/1MW een steeds grotere rol gaan spelen.

Een mogelijkheid is dat MCS-laadpalen zowel CCS als MCS-stekkers aanbieden, zodat iedere opstelplaats benut kan worden door iedere willekeurige elektrische vrachtauto met CCS en/of MCS-aansluiting. Zodoende kan via de CCS-stekker met maximaal 350/400 kW geladen en via de MCS-stekker met significant hogere laadvermogens. Het is afwachten welke vermogens de elektrische vrachtauto's mogelijk maken, maar naar verwachting is niet de MCS-lader maar het elektrische voertuig de beperkende factor (vermogen tot bijvoorbeeld 700 à 800 kW).

Qua ruimtegebruik op een VZP zou het inefficiënt zijn als er apart dedicated opstellvakken voor vrachtauto's komen voor CCS en MCS. Efficiënter is om beide mogelijk te maken bij ieder opstellvak en de netaansluiting zodanig te dimensioneren dat dit past bij de gemiddelde vermogensontwikkeling. Laadpalen voor vrachtwagens in 2030 kunnen naar verwachting gemiddeld 1 MW vermogen leveren.

3.1.6 Laadvermogen voertuigzijde

Ook het laadvermogen aan de voertuigzijde is medebepalend voor de snelheid waarmee voertuigen op VZP's laden. Onderstaand zijn de uitgangspunten voor personen-, bestel- en vrachtauto's verder uitgewerkt.

²⁸ <https://www.charin.global/technology/mcs/>

²⁹ <https://watthub.nl/>

PERSONENAUTO'S

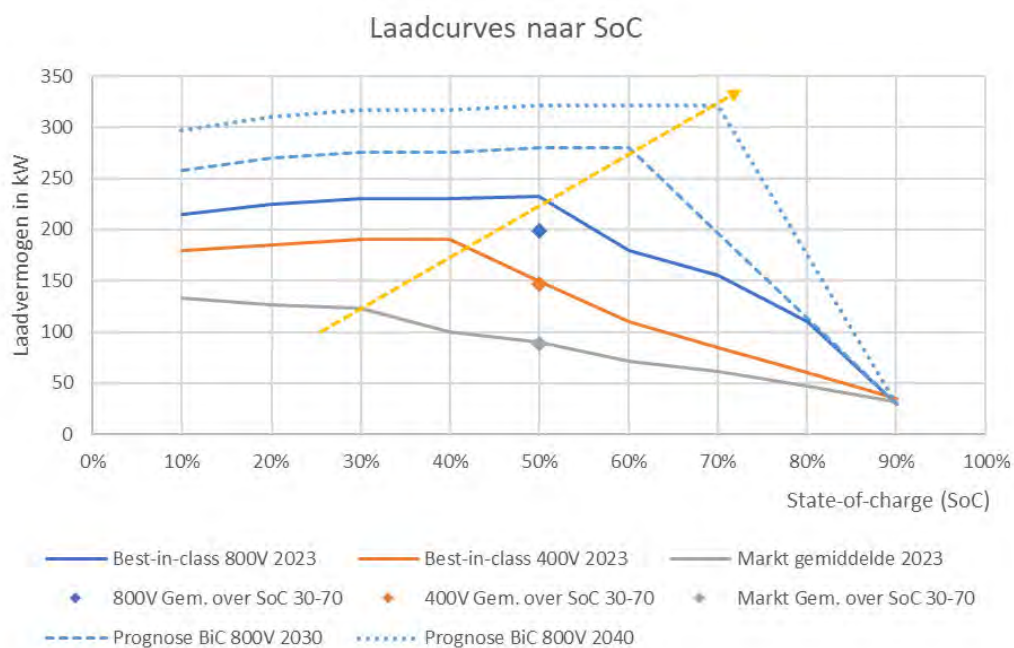
De gemiddelde laadsnelheid van de auto hangt af van de laadcurve en de batterijtechnologie. De laadcurve is het laadvermogen in functie van de mate waarin de batterij volgeladen is, ofwel de State-of-Charge (SoC). Het laadvermogen start typisch hoger bij een (bijna) lege accu en vakt af naarmate de accu voller geladen raakt. Vanaf 80% SoC en hoger daalt het laadvermogen zeer sterk tot uiteindelijk onder 50 kW. Vaak wordt uitgegaan van een laadsessie van 20% naar 80% SoC en is de laadcurve tussen 20 en 80% relevant voor gemiddelde laadsnelheid en laadtijd. Niet iedere gebruiker van een snellader op een VZP zal maximaal willen bijladen. Er zal een variëteit zijn van gebruikers die bijvoorbeeld 20-80% laden, 30-70% laden of 40-60% laden en precies voldoende willen bijladen om de eindbestemming te bereiken en aldaar tegen lagere tarieven kunnen gaan bijladen. Als representatieve gemiddelde laadsessie van auto's bij snelladers op VZP's gaan we uit van 30 tot 70% SoC.

Op basis van EV-database en Fastned laadcurve³⁰ data is de huidige markt in kaart gebracht. Er worden twee typen technologieën onderscheiden, 400 volt en 800 volt systeemspanning, waarbinnen een range aan aanbod en laadcurves mogelijk is. Figuur 19 geeft het marktgemiddelde (gemiddeld 90 kW over 30-70 SoC), de best-in-class 400V-technologie (gemiddeld 145 kW over 30-70 SoC), en de best-in-class 800V-technologie (gemiddeld 200 kW over 30-70 SoC). Naarmate de technologie geavanceerder wordt start het laadvermogen hoger en buigt de laadcurve minder snel af. De verwachting is dat richting 2030 steeds meer fabrikanten overstappen van de huidige 400V- naar 800V-technologie. Voorbeelden van koplopers in 400V-technologie zijn de Tesla modellen zoals de Model 3 en Model Y. Voorbeelden van koplopers in 800V-technologie zijn de Kia en Hyundai modellen zoals de EV6 en EV9 en Ioniq 5 en 6. Ter illustratie: de beste modellen in de markt kunnen momenteel in circa 10 minuten 40% van de accu bijladen (van 30 naar 70% SoC)³¹.

Er is een grote potentie voor nieuwe modellen met hogere laadcurves die minder snel afbuigen. De hoogste laadvermogens zitten in de hogere autosegmenten D en E. Naar verwachting gaat dit verder 'doorsijpelen' naar de lagere segmenten C en B. In het A-segment (kleine stadsauto met kleine batterij) is snelladen minder relevant en kostentechnisch niet rendabel om duurdere 800V-systemen in te zetten om hoge laadsnelheden mogelijk te maken en zullen dus in de toekomst ook met lagere laadvermogens laden. Naar verwachting gaan A-segment auto's weinig tot niet gebruik maken van snelladers op VZP's.

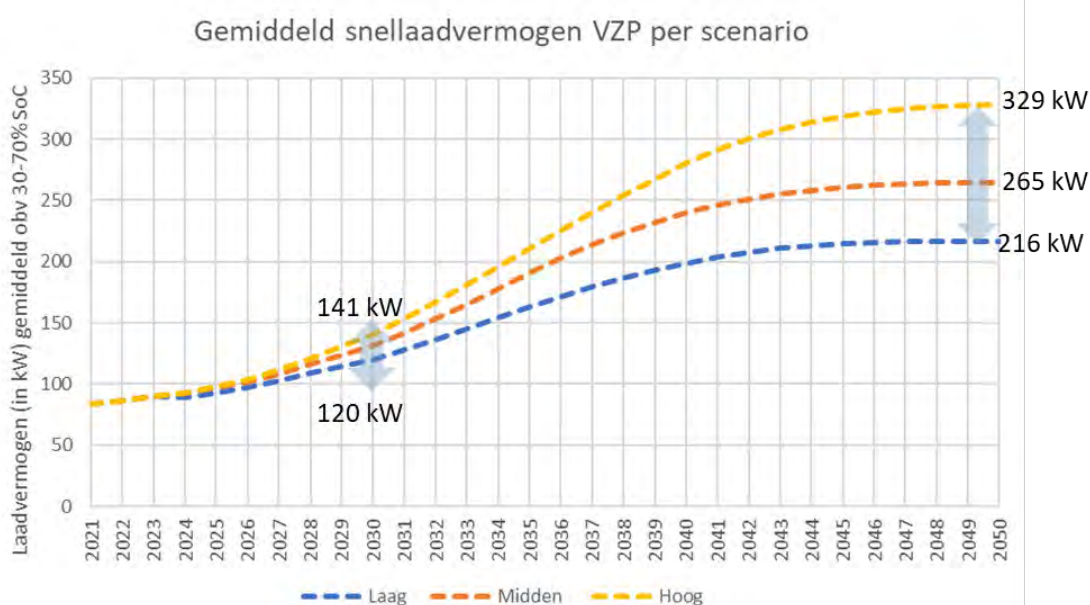
³⁰ Laadcurves variëren afhankelijk van batterijtemperatuur / weersomstandigheden. Uitgangspunt zijn gemiddelde omstandigheden.

³¹ Dit voorbeeld gaat uit van een accucapaciteit van 85 kWh x 40% = 34 kWh laadbehoefte bij een gemiddeld vermogen van 200 kW betekent dit 10 minuten laadtijd.



Figuur 19: Laadcurves personenauto's

Aan de hand van verschillende aannames over technologische verbeteringen (en overstap naar 800V) in het nieuwe aanbod per bouwjaar zijn gemiddelde laadvermogens per segment nieuwverkopen en per segment in het wagenpark gemodelleerd tot 2050, zie Figuur 20. Dit resulteert op de lange termijn (2050) in een bandbreedte van een laadvermogen van 216 tot 329 kW (laag-hoog) in het park; gemiddeld 265 kW. In 2030 is dit gemiddeld 120-141 kW.

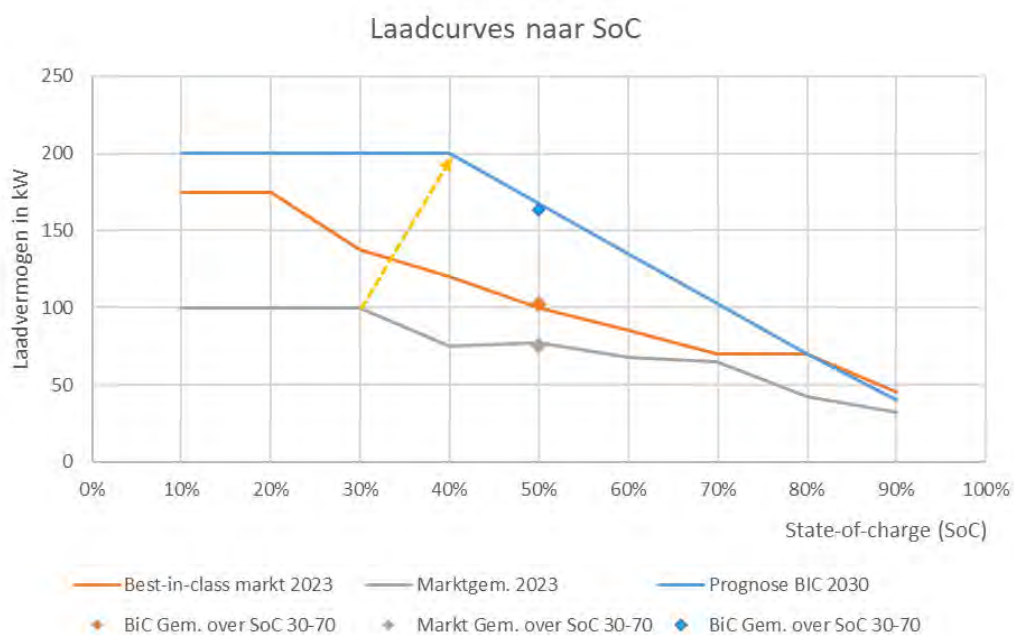


Figuur 20: Gemiddeld snellaadvermogen wagenpark personenauto's op VZP's, per scenario

BESTELAUTO'S

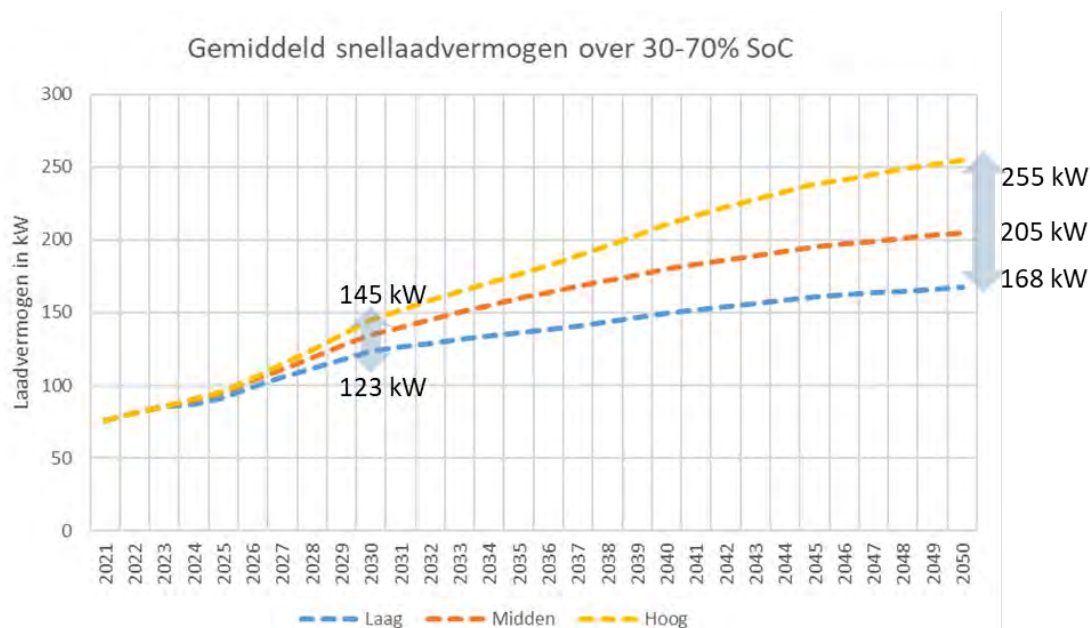
De laadcurve voor bestelauto's staat weergegeven in Figuur 21. Ten tijde van dit onderzoek waren er nog relatief weinig elektrische bestelauto's waarvoor de laadcurves beschikbaar waren. De meeste bestelauto's hebben op termijn voldoende aan een laadvermogen van 150-200 kW aangezien hun dagelijkse inzet binnen de actieradius van het voertuig blijft. Bestelauto's zullen hoofdzakelijk 's nachts en op bedrijventerreinen gaan laden. De logistieke sector waarin bestelauto's worden gebruikt is echter heel divers. Zo zullen er ook deelmarkten en inzetpatronen zijn die wel gedurende dag vereisen dat er onderweg bijgeladen wordt. Vanuit technisch oogpunt zal het aanbod en de beschikbare technologie voor bestelauto's dezelfde ontwikkelingen volgen als bij personenauto's. Naar verwachting zullen ondernemers met bestelauto's wel heel rationeel en prijsbewust afwegen welk batterijgrootte en laadvermogens nodig zijn voor de logistieke inzet.

De huidige best-in-class bestelauto qua laadvermogen (Volkswagen ID Buzz) heeft een maximaal laadvermogen van 175 kW, terwijl dit laadvermogen over 30-70 SoC gemiddeld 106 kW bedraagt. Het verval in laadvermogen is bij dit model nog aanzienlijk, hetgeen de komende jaren net als bij personenauto's naar verwachting zal verbeteren. Het gemiddelde laadvermogen in de bestelautomarkt (Nederlands BEV-park) lag in 2023 rond 76 kW.



Figuur 21: Laadcurves bestelauto's

Op de lange termijn (2050) is er een bandbreedte in het **wagenpark** van gemiddeld **168 tot 255 kW** laadvermogen (laag-hoog) en in het middenscenario 205kW, zie Figuur 22. In 2030 is dit gemiddeld 123-145 kW in laag/hoog. Het laadvermogen van bestelauto's is tot 2030 vergelijkbaar met personenauto's, waarna het belang van een verdere toename in laadvermogen bij bestelauto's minder snel toeneemt dan bij personenauto's.



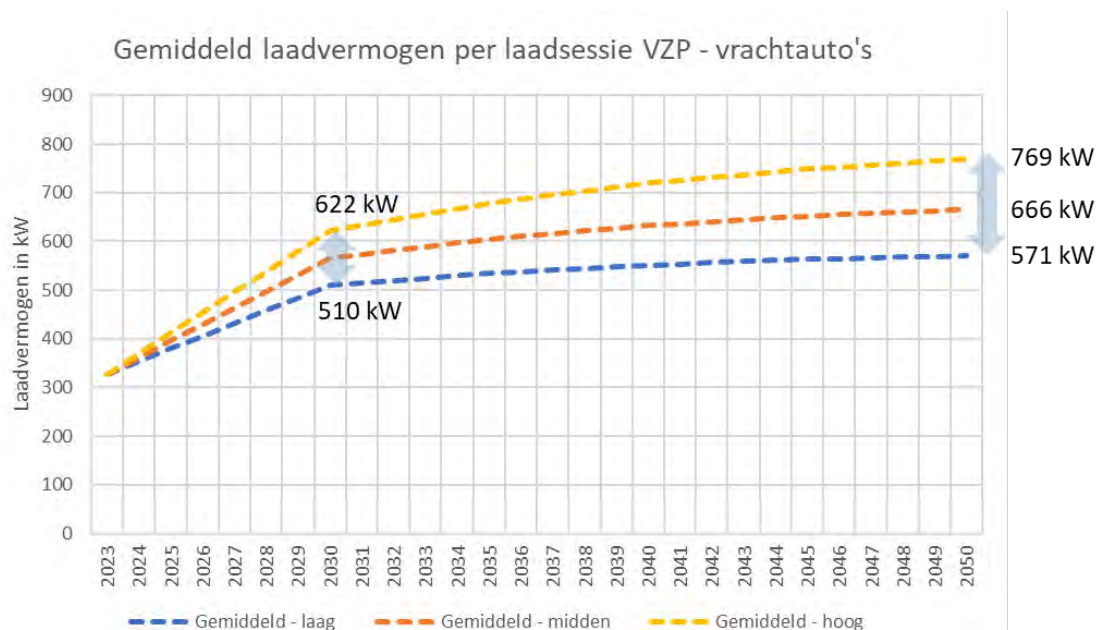
Figuur 22: Gemiddeld snellaadvermogen wagenpark bestelauto's op VZP's, per scenario

VRACHTAUTO'S

Vrachtauto's laden momenteel met maximaal 375 kW DC. Elektrische vrachtauto's hebben rechttere laadcurves dan personen- en bestelauto's waardoor deze maxima volgehouden kan worden tijdens de gehele laadbeurt (tot 80% SoC). Dit zorgt ervoor dat de nieuwste modellen (DAF XD/XF Electric en Scania) in 45 min tot 1 uur voor 80% opgeladen kunnen worden. De maximale actieradius van elektrische vrachtauto's bedraagt momenteel rond de 500 km.

Het uitgangspunt is dat elektrische vrachtauto's in 2030 een grotere actieradius hebben, waardoor 90% van de ritten zonder onderweg bijladen kan plaatsvinden. Om ervoor te zorgen dat deze voertuigen in 45 min, de verplichtte rusttijd, voor gemiddeld 60% (van 20 naar 80%) opgeladen kunnen worden, zal de laadsnelheid op moeten lopen naar gemiddeld 600 kW op termijn. Er is nog veel onzekerheid over het toekomstige laadgedrag van vrachtauto's op VZP's. Naar verwachting zal op korte termijn een mix van CCS- en MCS-laders gebruikt worden en liggen gemiddelde laadsnelheden nog wat lager. Om deze reden gaan we tot 2030 uit van een laadsessie van 40% bijladen, waarna deze lineair oploopt naar 60% in 2050 (naarmate laadsnelheden stijgen en meer MCS-laders aanwezig zijn).

Het onderscheid tussen de scenario's in Figuur 23 komt voort uit een verschil in accucapaciteit en het percentage van de accu dat opgeladen kan worden in 45 minuten. Het is voor vrachtwagens niet per se noodzakelijk dat snelladen (ruim) sneller dan 45 minuten kan gaan plaatsvinden. Revnext rekent met 510 kW (laag) tot 622 kW (hoog) en gemiddeld met 565 kW (midden) in 2030 en 571 kW (laag) tot 769 kW (hoog) en gemiddeld met 666 kW (midden) in 2050.



Figuur 23: Gemiddeld snellaadvermogen wagenpark vrachtauto's op VZP's, per scenario

3.1.7 Bezettingsgraden en laadgedrag

De gemiddelde bezettingsgraad geeft aan hoeveel procent van de tijd een gemiddelde laadpunt op een gemiddelde VZP bezet is. In de methodiek om het benodigde aantal laadpunten op VZP's per zichtjaar te bepalen nemen we een gemiddelde bezettingsgraad op jaarbasis aan. Binnen de jaargemiddelde bezetting is allerlei variatie mogelijk ten aanzien van seizoenen (bijvoorbeeld meer laadvraag in de winter dan in de zomer vanwege hoger energieverbruik), doordeweekse werkdagen versus weekenddagen, overdag versus nacht, drukke uren versus minder drukke uren en drukke VZP-locaties versus minder drukke VZP-locaties.

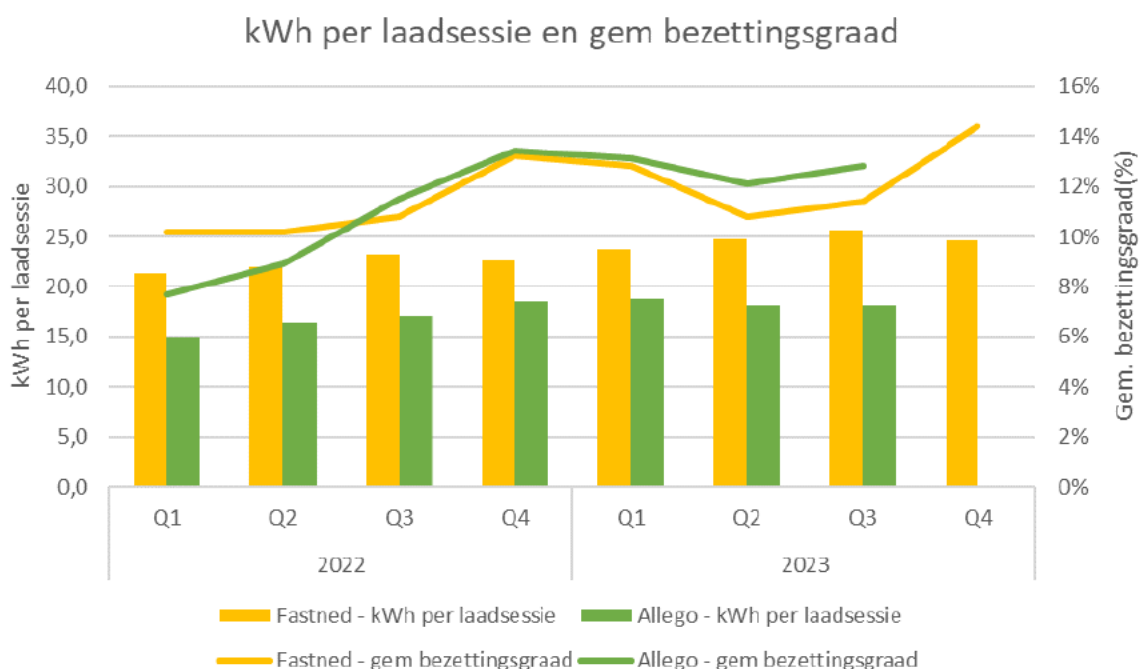
De gemiddelde bezettingsgraad per dag geeft aan hoeveel uren per dag en hoeveel procent van de tijd een snellader gemiddeld bezet is. De gemiddelde bezettingsgraden van snelladers op VZP's zijn een belangrijke factor in de berekening van de benodigde snellaadinfrastructuur. Bezettingsgraden hebben ook een relatie met potentiële wachttijden en veiligheid op de VZP's, maar daarmee ook met de rentabiliteit voor de exploitant en laadtarieven op VZP's en daaraan gerelateerd de laadvraag op VZP's. Zodanig zijn hogere gemiddelde bezettingsgraden goed voor de business case van de laadexploitant en voor de laadtarieven maar kunnen op piekmomenten leiden tot wachtrijen en een hoge gelijktijdigheid van laadsessies.

PERSONEN- EN BESTELAUTO'S

Snellaad-dienstverleners Fastned en Allego publiceren de gemiddelde bezettingsgraad van hun laadpunten en gemiddelde energievraag per laadsessie in hun financiële rapportages. Circa 5% van de publieke laders van Allego zijn snelladers. De gemiddelde bezettingsgraad van de Fastned snelladers per kwartaal in 2022-2023 was 10,2% tot 14,4%. De gemiddelde bezettingsgraad over 2022 was 11,4% en 12,5% over 2023. De gemiddelde bezettingsgraad van de Allego laders per kwartaal in 2022-2023 was 7,7% tot 13,4%. De gemiddelde bezettingsgraad over 2022 was 10,7% en 12,7% over 2023. Op basis van deze praktijkcijfers rekent Revnext met gemiddeld 10-12,5-15% bezetting in laag-midden-hoog tot en met 2025.

Naar verwachting zullen de gemiddelde bezettingsgraden, naarmate de EV-markt steeds volwassener wordt, op termijn verder stijgen naar gemiddeld 12,5-15-17,5% bezetting in laag-midden-hoog.

De gemiddelde laadsessie bij Fastned betreft circa 25 kWh. Uitgaande van momenteel gemiddeld 65 kWh accucapaciteit in het EV-wagenpark, komt dit redelijk goed overeen met een laadsessie van 40% (van 30 naar 70% SoC), zoals aangenomen in dit onderzoek.



Figuur 24: Gemiddelde energievraag per laadsessie en bezettingsgraden snelladers Fastned en Allego.

In Tabel 9 zijn de aannames met betrekking tot bezettingsgraden op een rij gezet. Revnext rekent tot en met 2025 met gemiddeld 10-12,5-15% bezetting in laag-midden-hoog. Dit correspondeert met [2,4]; [3,0]; [3,6] uur per dag bezetting.

Tabel 9: Scenario aannames bezettingsgraden tot 2025, scenario's laag / midden / hoog.

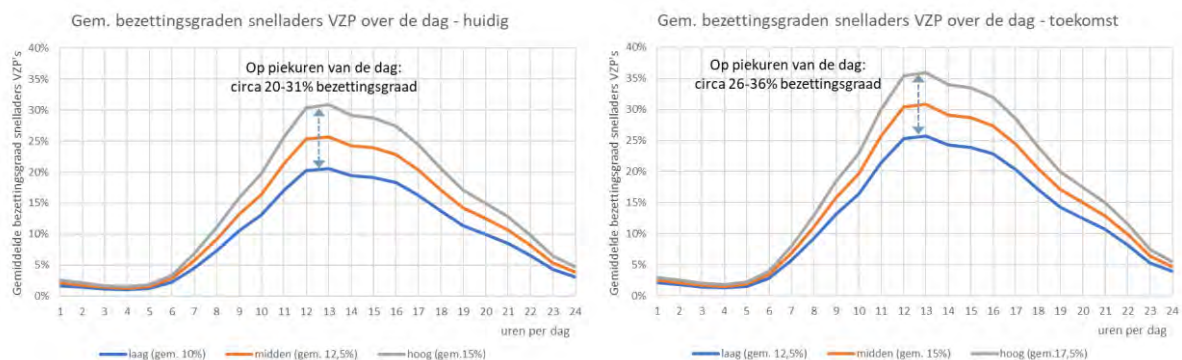
Scenario aannames klimaat-as	Laag	Midden	Hoog
Gem. bezetting (%)	10%	12,5%	15%
Gem. bezetting (uren per dag)	2,4	3,0	3,6
Rentabiliteit exploitant	Lager	Gemiddeld	Hoger
Laadtarieven exploitant	Hoger	Gemiddeld	Lager
Vraag naar laden op VZP	Lager (3,0%)	Gemiddeld (3,5%)	Hoger (4,0%)

Figuur 25 laat zien hoe de bezetting van snelladers indicatief verdeeld is over de uren van de dag³². De linker grafiek geeft inzicht in de huidige situatie o.b.v. recente data van CPO's (laadpaal-exploitanten). Rond het middaguur is sprake van de piekbezetting van gemiddeld 25%. Dit betekent dat van de 60 minuten tussen 12.00 en 13.00 uur laadpunten gemiddeld 15

³² Revnext bewerking o.b.v. ElaadNL, Outlook Personenauto's Update 2024, bijlage 8: Gebruik van snelladers.

minuten bezet zijn. Zoals genoemd kan dit in drukke maanden, op drukke locaties en drukke dagen van de week hiervan afwijken.

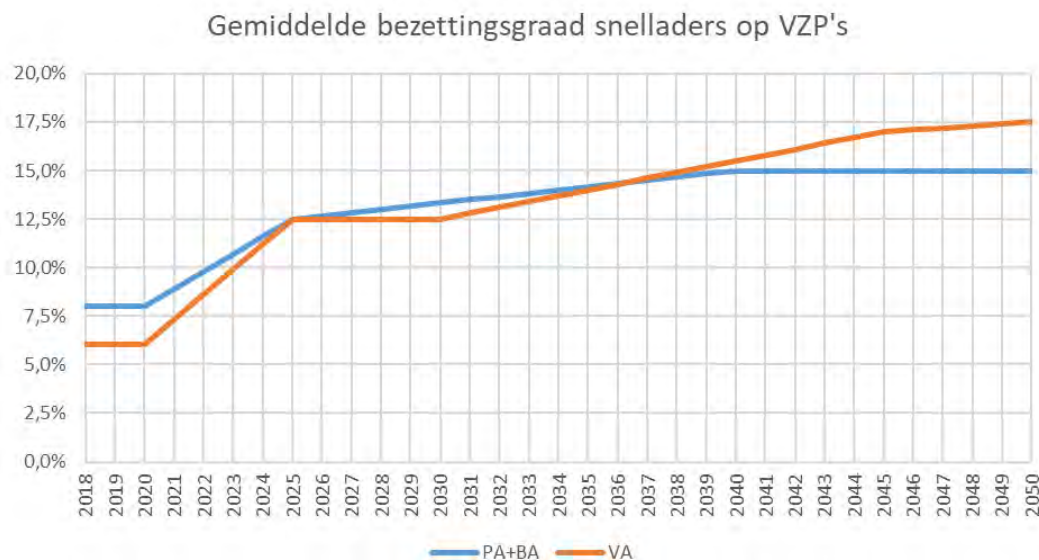
Aangenomen is dat de gemiddelde bezettingsgraad 2,5%-punt stijgt tussen 2025 en 2040 naarmate de personen- en bestelautoparken sterk zullen elektrificeren. Revnext rekent vanaf 2040 met gemiddeld 12,5-15-17,5% bezetting in laag-midden-hoog. Dit correspondeert met [3,0]; [3,6]; [4,2] uur per dag bezetting. In de rechter grafiek is te zien hoe de grafiek verandert als we uitgaan van gemiddeld 2,5%-punt hogere bezettingsgraden in de toekomst. Hierbij is de verdeling over de uren van de dag niet aangepast. De piekzetting in scenario 'midden' stijgt van circa 25% naar 30% rond het middaguur.



Figuur 25: Bezettingsgraad over de dag nu (links) en toekomst (rechts).

VRACHTAUTO'S

De markt voor snelladers en laadpleinen voor vrachtauto's bevindt zich nog in een zeer pril stadium. Praktijkgegevens zijn nog nauwelijks beschikbaar. Aangezien MCS-laders duurder zijn zullen naar verwachting hogere bezettingsgraden nodig zijn voor een rendabele exploitatie. Waar de gemiddelde bezettingsgraad bij PA/BA 2,5%-punt stijgt in de tijd (naar 12,5-17,5% min-max), wordt bij VA aangenomen dat deze na 2030 5%-punt doorstijgt naar 15-20% (min-max) in 2050. In Figuur 26 zijn de gemiddelde bezettingsgraden voor PA/BA en VA samen gevisualiseerd tot en met 2050.



Figuur 26: Gemiddelde bezettingsgraad PA, BA en VA snelladers op VZP's tot en met 2050.

3.1.8 Voorbeeldberekening en raming benodigde laadpunten

In deze paragraaf wordt de methodiek zoals beschreven in paragraaf 3.1.1 toegepast en uitgelegd aan de hand van voorbeeldberekeningen.

PERSONEN- EN BESTELAUTO'S

In Figuur 27 en Figuur 28 is de methodiek voor het ramen van het benodigd aantal laadpunten aan de hand van een voorbeeldberekening voor zichtjaar 2030 (middenscenario) uitgewerkt voor personenauto's en bestelauto's.

Voorbeeldberekening personenauto's 2030, middenscenario

- In 2030 circa 1,5 mln. BEV personenauto's
- Elektriciteitsvraag Nederland: 19,5 PJ
- Aandeel snelladen Nederland: 10%
- Aandeel snelladen op VZP's binnen totaal snelladen: 35%
- Aandeel snelladen op VZP's binnen totaal Nederland: 3,5% [35% x 10%]
- Elektriciteitsvraag op VZP's: 0,68 PJ [19,5 x 3,5%]
- Elektriciteitsvraag op VZP's: 0,190 TWh = 190 mln. kWh [0,68 PJ / 3,6]
- Gemiddeld laadvermogen personenautopark op VZP's: 131 kW
- Gemiddelde batterijcapaciteit: 72,8 kWh
- Gemiddelde laadsessie: 40% van 30% SoC naar 70% SoC
- Gemiddelde laadsessie: 29,1 kWh [40% x 72,8 kWh]
- Gemiddelde laadtijd per sessie: 13,3 min [29,1 kWh / 131 kW x 60 min]
- Additionele tijd per laadsessie: 2 min
- Aantal laadsessies: 6,5 mln. per jaar [190 mln. kWh / 29,1 kWh per laadsessie]
- Totale laadtijd: 100 mln. minuten [6,5 mln. x 15,3 minuten] = 190 jaren
- Gemiddelde bezettingsgraad per snellader: 13,33%
- Benodigd aantal snellaadpunten: 1.423 [190 jaren laadtijd / 13,33% gem bezetting]

$$\begin{aligned} & (40\% \cdot 73 \text{ kWh}) / 131 \text{ kW} \cdot 60 \text{ min} \\ & = 13,3 \text{ min} + 2 \text{ min extra tijd} \\ & = 15,3 \text{ min per laadsessie} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 19,5 \text{ PJ} \times 3,5\% \text{ op VZP} = \\ & 0,68 \text{ PJ} / 3,6 = \\ & 190 \text{ mln. kWh op VZP's} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 190 \text{ mln. kWh} / (40\% \cdot 73 = 29,1) \\ & = 6,5 \text{ mln. laadsessies} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & = 100 \text{ mln. minuten laadtijd} \\ & = 190 \text{ jaren laadtijd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \div \\ & \text{Gedeeld door 13,33\% gem.} \\ & \text{bezetting} \\ & = 1.423 \text{ snellaadpunten in 2030} \end{aligned}$$

Figuur 27: Voorbeeldberekening personenauto's, middenscenario zichtjaar 2030.

Voorbeeldberekening bestelauto's 2030, middenscenario

- In 2030 circa 300.000 BEV bestelauto's
- Elektriciteitsvraag Nederland: 6,6 PJ
- Aandeel snelladen Nederland: onbekend
- Aandeel snelladen op VZP's binnen totaal snelladen: onbekend
- Aandeel snelladen op VZP's binnen totaal Nederland: 3,5% [aanname]
- Elektriciteitsvraag op VZP's: 0,23 PJ [6,6 x 3,5%]
- Elektriciteitsvraag op VZP's: 0,064 TWh = 64 mln. kWh [0,23 PJ / 3,6]
- Gemiddeld laadvermogen bestelautopark op VZP's: 135 kW
- Gemiddelde batterijcapaciteit: 73,2 kWh
- Gemiddelde laadsessie: 40% van 30% SoC naar 70% SoC
- Gemiddelde laadsessie: 29,3 kWh [40% x 73,2 kWh]
- Gemiddelde laadtijd per sessie: 13 min [29,3 kWh / 135 kW x 60 min]
- Additionele tijd per laadsessie: 2 min
- Aantal laadsessies: 2,2 mln. per jaar [64 mln. kWh / 29,3 kWh per laadsessie]
- Totale laadtijd: 32,8 mln. minuten [2,2 mln. x 15 minuten] = 62,3 jaren
- Gemiddelde bezettingsgraad per snellader: 13,33%
- Benodigd aantal snellaadpunten: 468 [62,3 jaren laadtijd / 13,33% gem bezetting]

$$\begin{aligned} & (40\% \cdot 73 \text{ kWh}) / 135 \text{ kW} \cdot 60 \text{ min} \\ & = 13 \text{ min} + 2 \text{ min extra tijd} \\ & = 15 \text{ min per laadsessie} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 6,6 \text{ PJ} \times 3,5\% \text{ op VZP} = \\ & 0,23 \text{ PJ} / 3,6 = \\ & 64 \text{ mln. kWh op VZP's} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 64 \text{ mln. kWh} / (40\% \cdot 73 = 29,3) \\ & = 2,2 \text{ mln. laadsessies} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & = 32,8 \text{ mln. minuten laadtijd} \\ & = 62,3 \text{ jaren laadtijd} \end{aligned}$$

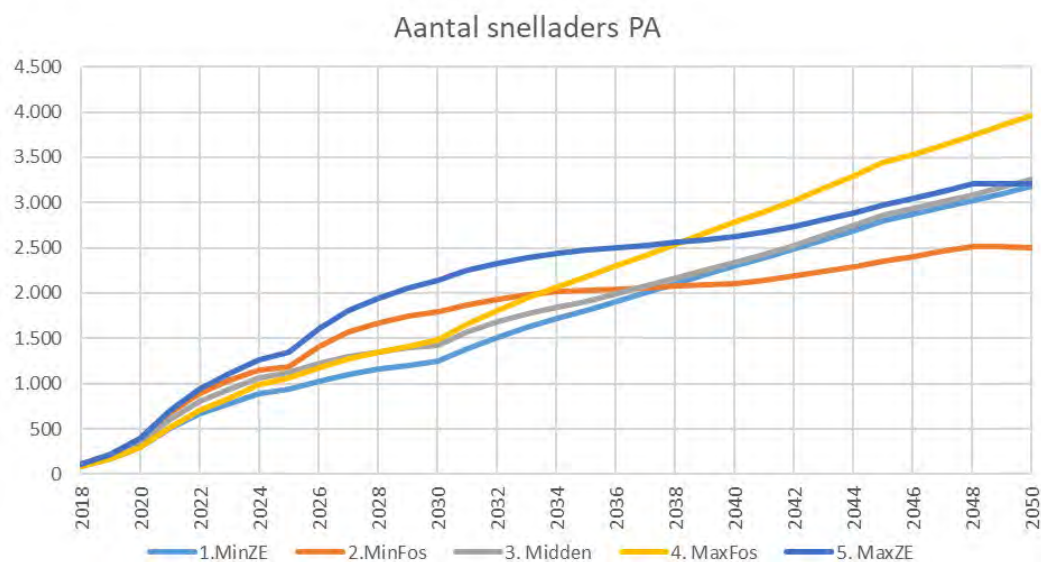
$$\begin{aligned} & \div \\ & \text{Gedeeld door 13,33\% gem.} \\ & \text{bezetting} \\ & = 468 \text{ snellaadpunten in 2030} \end{aligned}$$

Figuur 28: Voorbeeldberekening bestelauto's, middenscenario zichtjaar 2030.

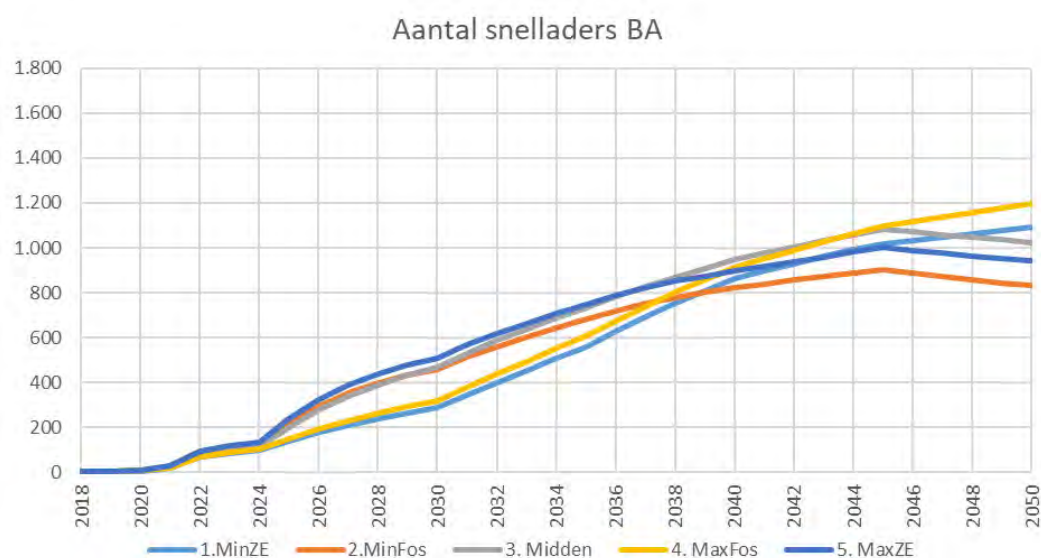
In Figuur 29 en Figuur 30 is de raming per jaar tot en met 2050 te zien voor het benodigde aantal snellaadpunten op VZP's in Nederland. Aangezien personen- en bestelauto's van dezelfde snelladers gebruikmaken is in Figuur 31 de totale behoefte aan snellaadpunten voor lichte voertuigen (PA en BA) te zien tot en met 2050.

In Figuur 29 is tot circa 2038 te zien dat het maximale vraag naar laadpunten bepaald wordt door het MaxZE-scenario. Echter, naarmate in alle scenario's richting 2050 het wagenpark

volledig elektrificeert, worden verschillen in het eindbeeld 2050 voornamelijk bepaald door de omvang van het verkeer en de lagere bezettingsgraad van laadpunten in MaxFos vergeleken met MaxZE. Het scenario MaxFos beschrijft in die zin de maximale vraag naar fossiele brandstoffen tijdens de transitie naar het eindbeeld in 2050 waarin er uiteindelijk geen vraag naar fossiele brandstoffen meer is (zie ook paragraaf 3.2). Vanaf 2040 dekt de term 'MaxFos' de invulling van het scenario eigenlijk niet meer goed, doordat in alle scenario's het wagenpark voor meer dan 70% van de voertuigkilometers inmiddels is geëlektrificeerd. 'MaxFos' moet na 2040 in feite als 'MaxVerkeer' geïnterpreteerd worden en 'MinFos' als 'MinVerkeer'.



Figuur 29: Benodigd aantal snellaadpunten personenauto's op VZP's, per scenario tot en met 2050.



Figuur 30: Benodigd aantal snellaadpunten bestelauto's op VZP's, per scenario tot en met 2050.

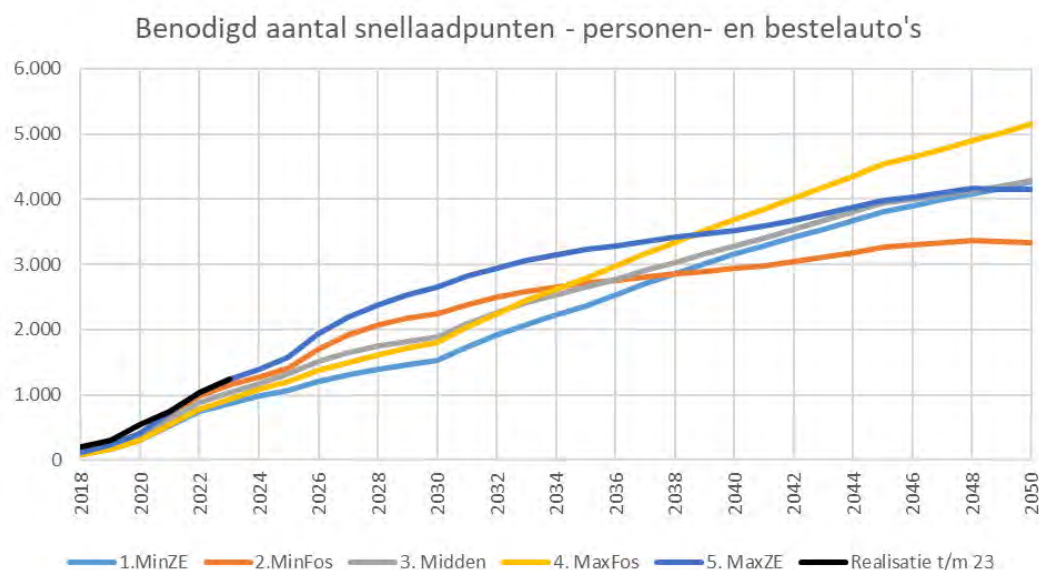
Het aantal benodigde snellaadpunten voor personenauto's en bestelauto's samen ligt in 2030 tussen 1.531 (MinZE), 1.891 (Midden) en 2.647 (MaxZE). In 2030 betekent dit gemiddeld 8 snellaadpunten per VZP in het middenscenario ($1.891/230 = 8$) met een maximale

bandbreedte van gemiddeld 7-12 per VZP uitgaande van de 4 overige scenario's. Waar er in 2022 169 van de 230 VZP's waren met überhaupt minimaal 1 snellaadpunt en gemiddeld 7 per VZP, zal dit richting 2030 moeten stijgen gemiddeld 8 per VZP op alle 230 VZP's (of gemiddeld 11 snellaadpunten ($1891/169 = 11$) op de VZP's waar überhaupt reeds snelladers aanwezig zijn of een combinatie van meer snellaadlocaties en meer snellaadpunten per VZP). De elektriciteitsbehoefte stijgt dus circa een factor 4 tot 2030, terwijl de uitbreiding van het aantal snellaadpunten slechts ruim een factor 1,5 hoeft te stijgen. Dit is mogelijk doordat gemiddelde bezettingsgraden van snellaadpunten verder stijgen, gemiddelde laadvermogens omhooggaan, gemiddelde laadtijden omlaag gaan en doordat het huidige aantal snelladers op VZP's licht overgedimensioneerd is voor de huidige vraag.

Het aantal benodigde snellaadpunten voor Personenauto's + Bestelauto's ligt in 2050 tussen 3.336 (MinFos), 4.280 (Midden) en 5.156 (MaxFos). In 2050 betekent dit gemiddeld 19 snellaadpunten per VZP in het middenscenario ($4.280/230 = 19$) met een maximale bandbreedte van gemiddeld 14-23 per VZP uitgaande van de 4 overige scenario's.

In Figuur 31 is met de zwarte lijn ook de daadwerkelijke realisatie van snellaadpunten op VZP's te zien tot en met 2023. De ontwikkeling ligt tegen de bovengrens van de scenario's zoals Revnext het benodigd aantal laadpunten berekend heeft. Dit betekent dat het aantal snellaadpunten op VZP's tussen 2023 en 2030 moet toenemen van circa 1.200 naar bijna 2.000 (middenscenario). Deze stijging is aanzienlijk kleiner dan de verwachte groei van het EV-wagenpark in dezelfde periode, en dat komt o.a. doordat laadvermogens van voertuigen omhoog gaan, laadtijden omlaag gaan en bezettingsgraden van laadpunten stijgen.

In 2050 komen de scenario's MinZE (lichtblauwe lijn), MaxZE (donkerblauwe lijn) en het middenscenario (grijze lijn) allemaal rond 4.000 laadpunten uit. In MinZE zijn er weliswaar minder ZE-voertuigkilometers, maar zijn laadvermogens lager, laadtijden langer en bezettingsgraden lager waardoor er meer laadpunten nodig zijn. In MaxZE werken deze factoren precies vice versa, waardoor deze scenario's op ongeveer hetzelfde aantal laadpunten uitkomen in het eindbeeld. De scenario's MinFos en MaxFos zorgen voor de bandbreedte van circa 3.300 tot 5.200 laadpunten. In MinFos zijn er minder ZE-voertuigkilometers en zijn de EV-technologie en bezettingsgraden hoog ontwikkeld, waardoor er minder laadpunten nodig zijn. In MaxFos werkt dit wederom vice versa, waardoor er juist meer laadpunten nodig zijn.



Figuur 31: Benodigd aantal snellaadpunten PA+BA op VZP's, per scenario tot en met 2050.

VRACHTAUTO'S

In Figuur 32 is een vergelijkbare voorbeeldberekening opgenomen voor vrachtauto's. De voorbeeldberekening geldt voor het middenscenario in zichtjaar 2030 en komt uit op 243 benodigde snellaadpunten. Dit betekent gemiddeld ongeveer 1 snellaadpunt voor vrachtauto's per VZP. In de praktijk en in de analyse naar de benodigde laadpunten per specifieke VZP-locatie in het volgende hoofdstuk, zal naar voren komen dat langs drukke snelwegen en goederenvervoercorridors meer laadpunten nodig zijn dan op andere locaties.

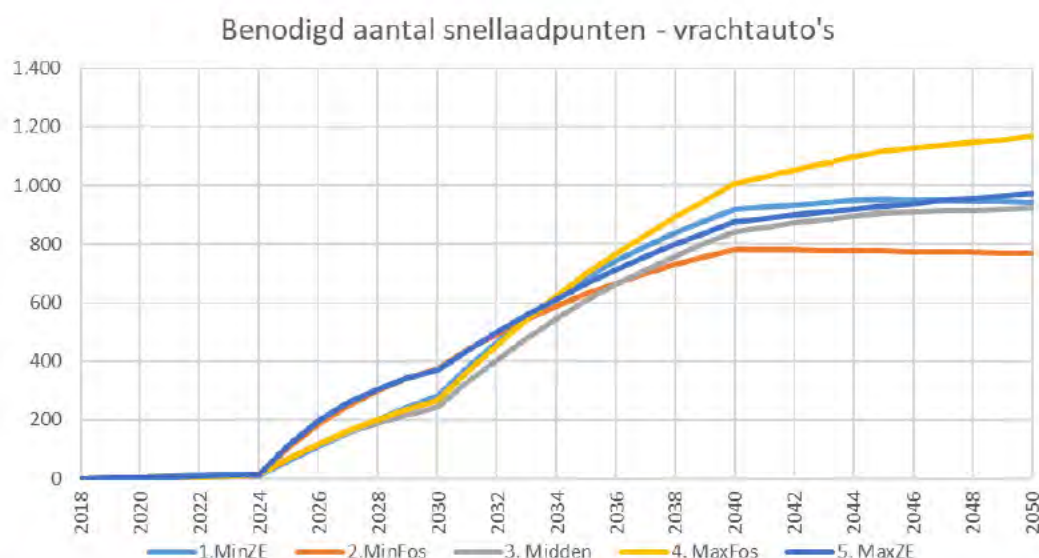
Voorbeeldberekening vrachtauto's 2030, middenscenario

- In 2030 circa 27.000 BEV vrachtauto's
- Elektriciteitsvraag Nederland: 6,2 PJ
- Aandeel snelladen Nederland: onbekend
- Aandeel snelladen op VZP's binnen totaal snelladen: onbekend
- Aandeel snelladen op VZP's binnen totaal Nederland: 8% [ElaadNL]
- Elektriciteitsvraag op VZP's: 0,50 PJ [6,2 x 8%]
- Elektriciteitsvraag op VZP's: 0,138 TWh = 138 mln. kWh [0,50 PJ / 3,6]
- Gemiddeld laadvermogen vrachtautopark op VZP's: 565 kW
- Gemiddelde batterijcapaciteit: 552 kWh
- Gemiddelde laadsessie: 40% van 30% SoC naar 70% SoC
- Gemiddelde laadsessie: 221 kWh [40% x 552 kWh]
- Gemiddelde laadtijd per sessie: 25,5 min [221 kWh / 565 kW x 60 min]
- Additionele tijd per laadsessie: 2 min
- Aantal laadsessies: 0,627 mln. per jaar [138 mln. kWh / 221 kWh per laadsessie]
- Totale laadtijd: 15,9 mln. minuten [0,627 mln. x 25,5 minuten] = 30,3 jaren
- Gemiddelde bezettingsgraad per snellader: 12,5%
- Benodigd aantal snellaadpunten: 243 [30,3 jaren laadtijd / 12,5% gem bezetting]



Figuur 32: Voorbeeldberekening vrachtauto's, middenscenario zichtjaar 2030.

In Figuur 33 zijn de verschillende scenario's voor de benodigde laadpunten voor vrachtauto's tot en met 2050 gepresenteerd. In 2050 resulteert dit in een bandbreedte van 800 tot 1.200 snellaadpunten op VZP's en gemiddeld 921 in het middenscenario. Dit betekent gemiddeld 4 snellaadpunten per VZP met een bandbreedte van 3,5 tot 5 per VZP.



Figuur 33: Benodigd aantal snellaadpunten vrachtauto's op VZP's, per scenario tot en met 2050.

3.2 BRANDSTOFVRAAG EN BENODIGDE VULPUNTEN PER MODALITEIT

3.2.1 Methodiek

De brandstofvraag op VZP's wordt afgeleid op basis van energiemixscenario's uit hoofdstuk 2. Voor de toedeling aan VZP's en inschatting van aantallen vulpunten worden in de volgende paragrafen aannames en onderbouwingen uiteengezet.

3.2.2 Scenario aannames

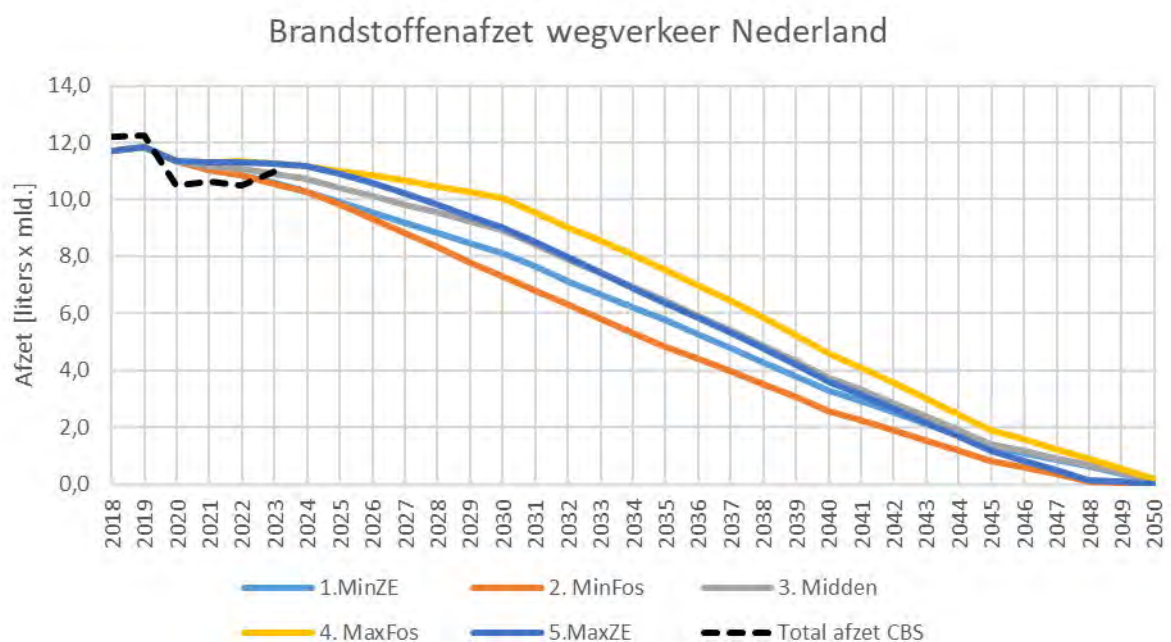
De dimensie macro-economische groei (laag / midden / hoog) wordt vormgegeven zoals te zien in Tabel 10. Meer economische groei en een hoge technologische ontwikkeling vertaalt zich in groter wagenpark, lagere olie- en brandstofprijzen en meer kilometers op de weg. Dit resulteert in een groter aandeel van de brandstofafzet op VZP's. Als totaal aandeel van VZP's binnen de Nederlandse brandstofvraag wordt gerekend met 7 tot 9%, waarbij personen- en bestelauto's boven dit gemiddelde liggen en vrachtauto's onder dit gemiddelde. In paragraaf 3.2.3 wordt dit nader uiteengezet.

Tabel 10: Dimensie macro-economische groei

Macro-economische ontwikkeling	Laag	Midden	Hoog
Aandeel brandstofafzet NL op VZP's getankt	Totaal: 7%	Totaal: 8%	Totaal: 9%
Onderverdeling PA/BA en VA	PA en BA: 7,6% VA: 5%	PA en BA: 8,6% VA: 6%	PA en BA: 9,6% VA: 7%

3.2.3 Brandstofafzet in Nederland en aandeel op VZP's

In 2018-2019 bedroeg de motorbrandstof afzet in Nederland ca. 12 mld. liter, benzine en diesel samen (CBS, 2024)³³. In de verschillende scenario's neemt de energiebehoefte naar motorbrandstoffen snel af. Na een kort herstel in 2023/2024 als gevolg van de Corona/Oekraïne/Energie crisis in 2020-2022). In Figuur 34 zijn de verschillende scenario's voor de vraag naar brandstof (benzine/diesel) in het wegverkeer te zien. Biobrandstoffen zijn via bijmenging onderdeel van deze ramingen. In 2030 wordt een brandstofafzet verwacht van tussen de 7,5 mld. liter (MinFos) en 10,0 mld. liter (MaxFos). Het middenscenario komt uit op circa 9 mld. liter in 2030. Ten opzichte van de 11 mld. liter in het laatste realisatiejaar 2023, zal in 2037 de brandstofafzet in het middenscenario zijn gehalveerd tot circa 5,5 mld. liter brandstof.



Figuur 34: Historische brandstofafzet wegverkeer Nederland en scenario's tot en met 2050.

In Figuur 35 is de totale brandstofafzet in Nederland (linker-as) afgezet tegenover de brandstofafzet op VZP's (rechter-as) op basis van gegevens van het Rijksvastgoedbedrijf³⁴. Tussen 2008 en 2022 is de afzet in Nederland circa 25% gedaald terwijl dit op VZP's in dezelfde periode 50% is gedaald. Tussen 2009 en 2014 is in beide ontwikkelingen (afzet in Nederland en afzet op VZP's) een dalende trend te zien, waarna 2015-2019 een herstel laat zien met een vlakke stabiele ontwikkeling. Vervolgens is de Covid- en Oekraïne-crisis te zien in 2020-2022 en is op landelijke niveau in 2023 een post-Covid herstel te zien.

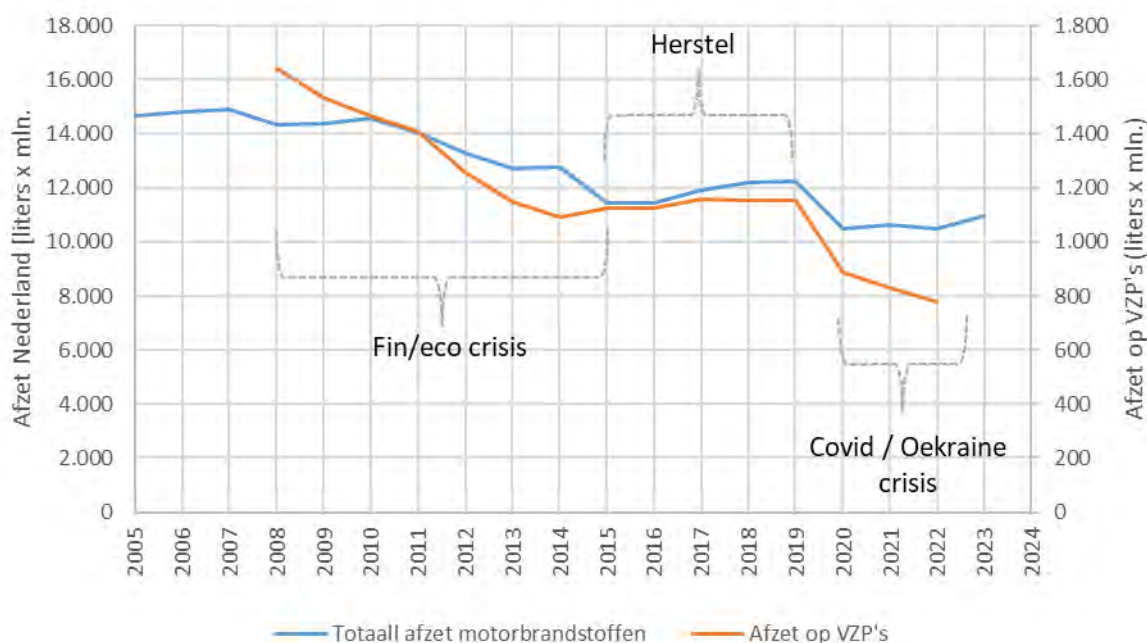
Het aandeel brandstofafzet op VZP's is weergegeven in Figuur 36. Het aandeel op VZP's is gedaald van 12% in 2008 tot circa 7,5% in 2022. In het laatste meer 'stabiele' jaar 2019 lag het aandeel op VZP's op 9,5% en schommelde dit aandeel al meerdere jaren rond de 9,5%. Uitgaande dat de jaren 2020-2022 geen volledig stabiel en representatief beeld geven is aangenomen dat het aandeel brandstofafzet op VZP's richting toekomst stabiel blijft tussen 7 en 9%, waarbij 8% aandeel in het middenscenario is aangenomen. Dit betekent dat een

³³ <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/84596NED>

³⁴ Gepubliceerd in de beantwoording van een WOO-verzoek.

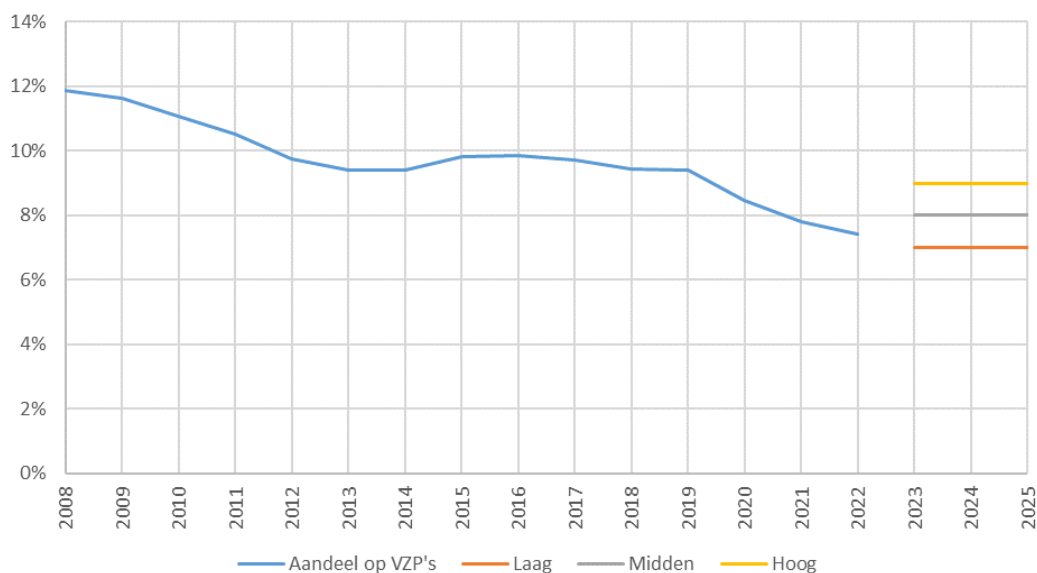
verdere daling van de brandstofafzet op VZP's richting toekomst niet verklaard wordt door een afnemend marktaandeel, maar door de veranderende samenstelling van het wagenpark en de energievraag richting elektriciteit in plaats van fossiele brandstoffen.

Afzet motorbrandstoffen (2005-2023)



Figuur 35: Brandstofafzet Nederland totaal en op VZP's, 2008-2022.

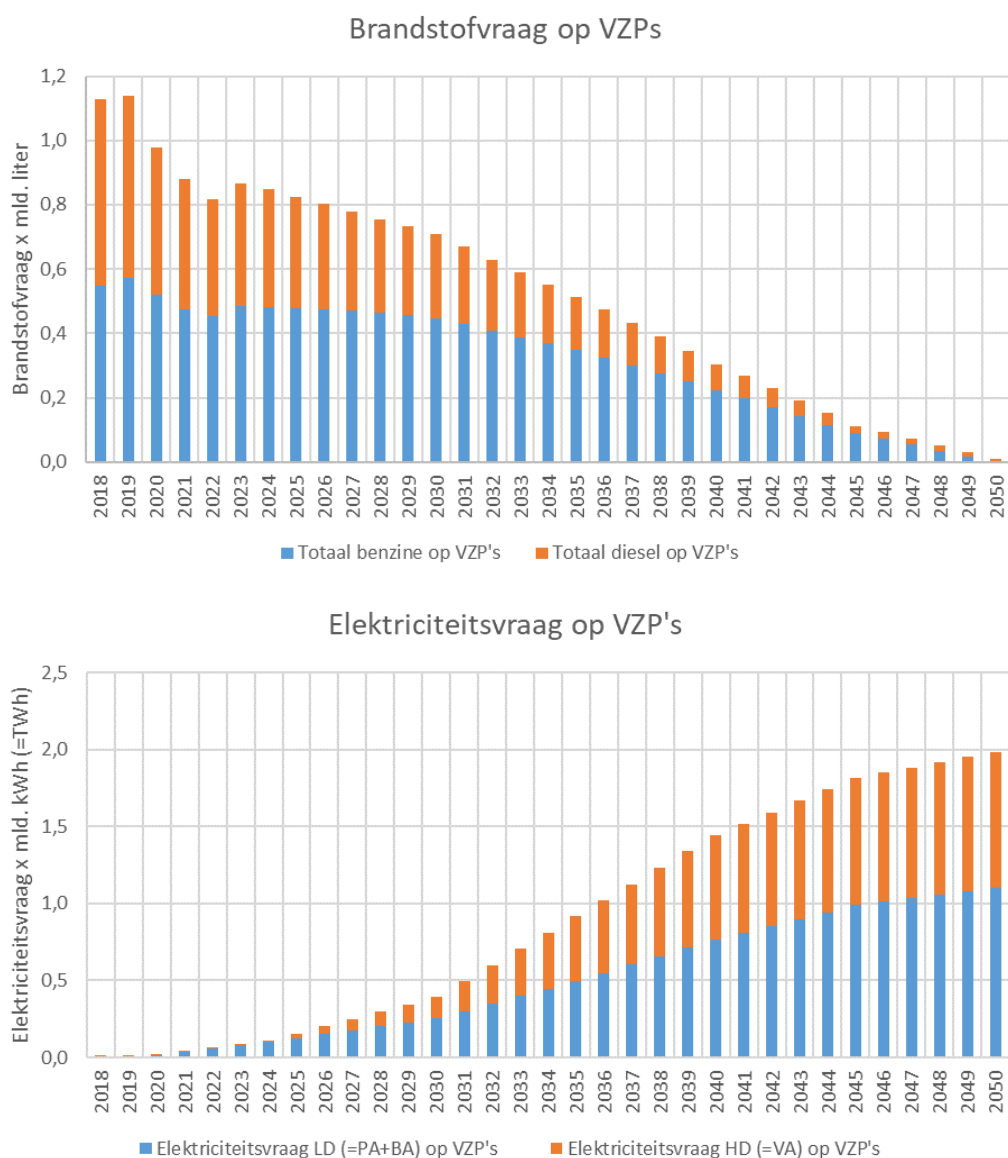
Aandeel brandstofafzet VZPs i.r.t. totaal afzet



Figuur 36: Aandeel brandstofafzet op VZP's en scenario aannames³⁵ tot en met 2050.

³⁵ De lijnen in 2023-2025 lopen constant door tot 2050.

In Figuur 37 is voor het middenscenario de brandstofvraag op VZP's weergegeven met onderscheid naar benzine- en diesel. In de aangeleverd realisatiedata voor de brandstofafzet op VZP's is geen onderscheid tussen benzine- en diesel inzichtelijk. Hiervoor zijn nadere aannames gemaakt, waarbij is aangenomen dat personen- en bestelauto's meer dan de gemiddelde 8% van hun brandstofvraag op VZP's tanken en vrachtauto's³⁶ minder dan 8%, waarbij het totale gemiddelde op 8% blijft. Benzine wordt vrijwel geheel getankt door personenauto's en diesel vrijwel geheel door bestel- en vrachtauto's. Naast de afnemende brandstofvraag is ook de toenemende elektriciteitsvraag weergegeven in figuur ... Bij de elektriciteitsvraag is onderscheid gemaakt tussen lichte voertuigen (personen- en bestelauto's) en zware voertuigen (vrachtauto's). De totale elektriciteitsvraag stijgt in het middenscenario naar circa 2 TWh op VZP's in 2050.

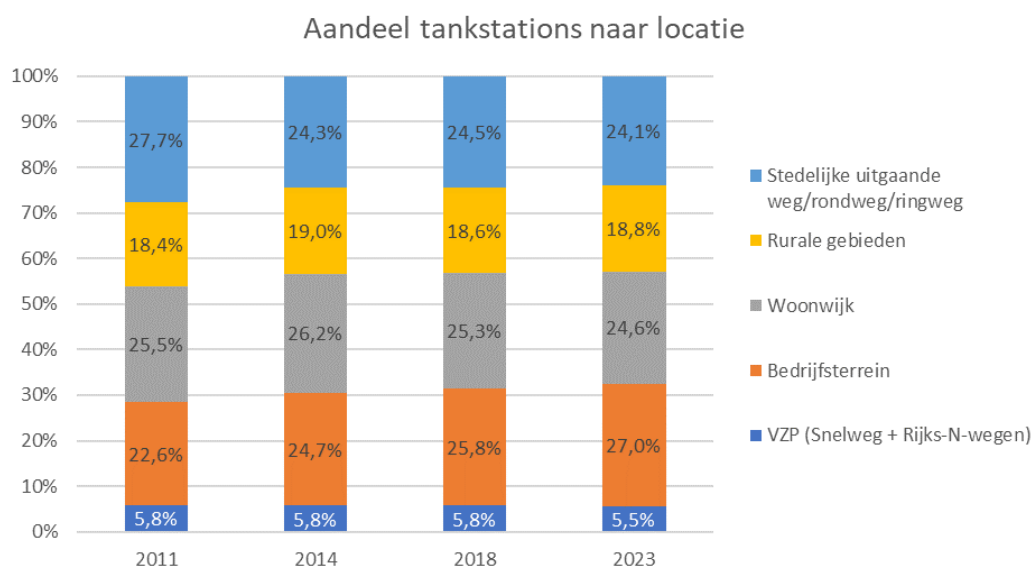


Figuur 37: Brandstof- versus elektriciteitsvraag op VZP's, middenscenario tot en met 2050.

³⁶ In de vrachtautosector geldt over het algemeen dat tanken op VZP's langs het HWN de duurste optie is die zoveel mogelijk vermeden wordt. Vanwege de grote tankinhoud en actieradius van vrachtauto's kan in de planning zoveel mogelijk rekening gehouden worden aantrekkelijke- en minder aantrekkelijke tanklocaties.

3.2.4 Vulpunten en bezettingsgraden tanknetwerk

Het totaal aantal tankstations in Nederland (zowel HWN als OWN) is licht aan het afnemen. In 2011 waren dit er 4.206, in 2023 4.131. Het aandeel VZP's is met circa 5,5 tot 6,0% (~235) redelijk constant over de jaren 2011-2023. Met name het aantal en aandeel tankstations op bedrijfsterreinen neemt toe, wat ten koste gaat van tankstations op stedelijke uitgaande weg/rondweg/ringweg. De brandstofafzet op VZP's ligt met circa 7 tot 9% ongeveer een factor 1,5x zo hoog als het aandeel VZP-tankstations in het totaal aantal tankstations in Nederland.

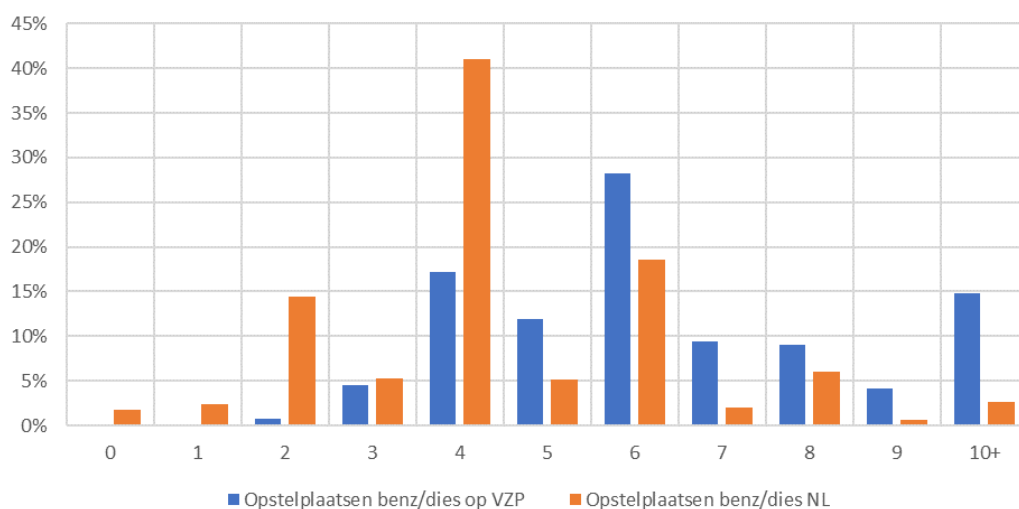


Figuur 38: Aandeel tankstations naar locatie in Nederland, 2011-2023 (BOVAG, 2023)³⁷.

In Figuur 39 is de verdeling van het aantal opstelplaatsen voor benzine/diesel per tankstation te zien. Gemiddeld is een tankstation op een VZP groter dan het landelijke totaalgemiddelde. Het meest voorkomend op VZP's zijn 6 opstelplaatsen voor personen- en bestelauto's die benzine of diesel willen tanken. Het gemiddelde op VZP's ligt iets hoger op 7 opstelplaatsen, doordat er ook tankstations zijn met 10+ opstelvakken. In totaal zijn er circa 1.750 opstelplaatsen op VZP's voor benzine/diesel.

³⁷ BOVAG (2023) Tankstations in Cijfers 2023, o.b.v. Petrolview.

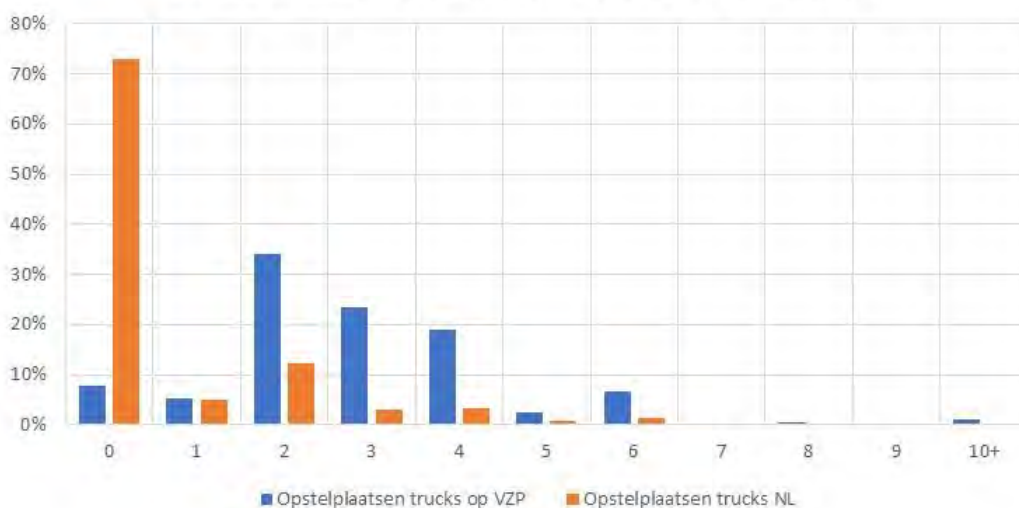
Verdeling aantal opstelplaatsen PA/BA per tankstation



Figuur 39: Verdeling aantal opstelplaatsen per tankstation op VZP's vs. totaal NL in 2023³⁸.

In Figuur 40 is hetzelfde inzicht voor vrachtauto's gevisualiseerd. Het landelijke beeld laat zien dat er heel veel tankstations (ruim 70%) in Nederland zijn die helemaal geen opstelplaatsen en vulpunten voor vrachtauto's hebben. Op VZP's ligt voor trucks het zwaartepunt rond 2 tot 3 opstelplaatsen per tankstation en zijn er gemiddeld ongeveer 3 opstelplaatsen per VZP. In totaal zijn er circa 700 opstelvakken voor vrachtauto's op VZP's. Het overgrote deel van de vrachtauto's tankt op depot of op bedrijventerreinen.

Verdeling aantal opstelplaatsen trucks per tankstation



Figuur 40: Verdeling aantal opstelplaatsen trucks per tankstation op VZP's vs. totaal NL in 2023³⁸.

Ten aanzien van de benodigde tankinfrastructuur voor benzine/diesel kunnen we twee scenario's beschreven worden. Ten eerste kan geredeneerd worden dat als er geen VZP's omgebouwd worden naar snellaadstations, dan zal de brandstofvraag steeds verder dalen (halvering rond 2037 en nihil rond 2050). Dit betekent dat de huidige gemiddelde

³⁸ Petrolview (2023) maatwerkcijfers Petrolview.

bezettingsgraden van brandstofvulpunten op VZP's die rond 7 tot 8% liggen zullen zijn gehalveerd rond 2037 en naar nul gaan richting 2050.

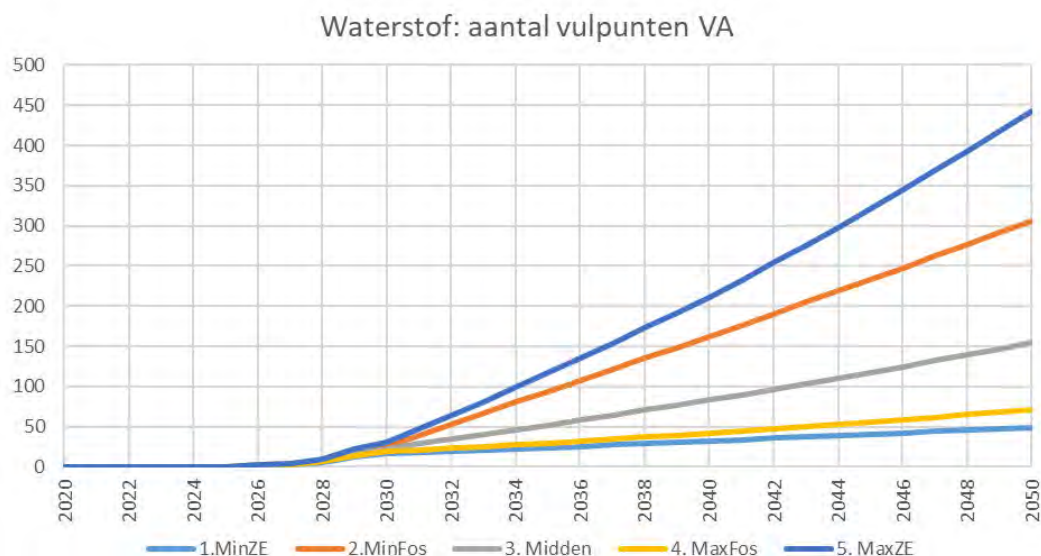
In een transitiescenario waarin het aantal vulpunten wordt afgebouwd of VZP's bij een nieuw veilingmoment omgebouwd worden naar snellaadstation kan de gemiddelde bezettingsgraad gemiddelde business case van exploitanten bij de resterende VZP's tijdelijk min of meer op peil gehouden worden, mits de afname in lijn ligt met de dalende brandstofvraag. In hoofdstuk 5 wordt een transitiescenario verder uitgewerkt.

3.3 WATERSTOFVRAAG EN BENODIGDE VULPUNTEN PER MODALITEIT

3.3.1 Methodiek

Voor het benodigd aantal vulpunten voor waterstof wordt dezelfde methodiek toegepast als voor snellaadpunten, maar dan op basis van kenmerken voor waterstofvoertuigen. Er wordt minder met technologische kenmerken gevarieerd dan bij batterij-elektrische voertuigen, omdat er nog veel onbekend en onzeker is bij waterstoftrucks. De belangrijkste aannames betreffen de aannames dat waterstof alleen nodig zal zijn voor het zware wegverkeer. Binnen de vrachtauto deelmarkt wordt richting 2050 gevarieerd met een marktaandeel van 5/10/20% marktaandeel voor waterstoftrucks in 2050 in de scenario's laag/midden/hoog.

Figuur 41 laat zien dat er in 2030 ongeveer 16 tot 30 waterstofvulpunten nodig zijn op VZP's, met 23 vulpunten in het middenscenario. Richting 2050 neemt deze brandbreedte toe naar circa 50 tot 450 vulpunten op VZP's in 2050, met circa 150 vulpunten in het middenscenario. Dit betreft circa 31 kton H2 in 2050 getankt op VZP's (middenscenario).



Figuur 41: scenario's benodigde waterstof vulpunten op VZP's, tot en met 2050.

4 Fase 2b: Energiebehoefte en benodigde tank- en laadpunten specifiek per VZP

4.1 SCENARIO'S EN UITGANGSPUNTEN

De randtotalen, ofwel de totale brandstof- en elektriciteitsvraag op alle VZP's samen opgeteld, volgen uit de aannames in Tabel 4 en Tabel 10 in combinatie met de energiemixscenario's. Deze aannames staan nogmaals samengevat in Tabel 11. Vervolgens wordt de geraamde totale energievraag op VZP's via een voorspellend model toegedeeld aan de 230 individuele VZP's. Tot slot wordt opnieuw een onderverdeling naar PA, BA en VA per VZP gemaakt o.b.v. verhoudingen in verkeersprestaties in het servicegebied van de betreffende VZP. De methodiek en resultaten van het voorspellend model om tot een 'verdeelsleutel' te komen wordt in dit hoofdstuk nader uiteengezet.

Tabel 11: Aandeel brandstof- en elektriciteitsvraag op VZP's.

Scenario	Laag	Midden	Hoog
Aandeel brandstofafzet NL op VZP's getankt	Totaal: 7%	Totaal: 8%	Totaal: 9%
Onderverdeling brandstofafzet PA/BA en VA	PA en BA: 7,6% VA: 5%	PA en BA: 8,6% VA: 6%	PA en BA: 9,6% VA: 7%
Aandeel snelladen op VZP	PA+BA: Lager (3,0%) VA: Lager (7%)	PA+BA: Gemiddeld (3,5%) VA: Gemiddeld (8%)	PA+BA: Hoger (4,0%) VA: Hoger (10%)

4.2 VERDELING ENERGIEBEHOEFTE NAAR VZP'S

De energie-afname is niet gelijk verdeeld over alle VZP's. Vanwege verschillen in locatie eigenschappen, posities in het netwerk en eigenaren, verschilt de brandstofafzet per VZP. Voor de huidige situatie (of laatste realisatiejaar) is de actuele brandstofafzet per VZP en voertuigtype niet bekend. Daarom is een modelmatige berekening gemaakt om deze verdeling te bepalen. Door een individuele inschatting per MBVP te maken voorkomen we dat alle MBVP's binnen dezelfde afzetcategorie (o.b.v. het RVB-cijfers) exact dezelfde energievraag, namelijk de middenwaarde van de afzetklasse, krijgen toegedeeld. De individuele inschatting per MBVP geeft dus ook verschillen weer per MBVP binnen de afzetklassen zoals door RVB aangeleverd.

4.2.1 Beschikbare informatie

Van 227 van de 230 VZP's met een MBVP hebben we een afzetcategorie ontvangen voor het jaar 2022 van de RVB (Rijksvastgoedbedrijf). De afzetcategorieën zijn getoond in tabel 12. Van deze 227 MBVP's weten we ook de totale afzet in 2022.

Tabel 12 Aangeleverde afzetcategorieën brandstofafzet op VZP's.

Nr.	Afzetcategorieën (liters)
1	< 1 mln.
2	1 tot 1,5 mln.
3	1,5 tot 2 mln.
4	2 tot 2,5 mln.
5	2,5 tot 3 mln.
6	3 tot 3,5 mln.
7	3,5 tot 4 mln.
8	4 tot 5 mln.
9	5 tot 7,5 mln.
10	> 7,5 mln.

4.2.2 Aanpak

We hebben een Multi-Lineair Regressie (MLR) model opgesteld dat, voor 2022, de afzet per MBVP voorspelt. De resultaten van het model zijn getoetst tegen de afzetcategorieën en de totale afzet. Als determinanten zijn verschillende locatiekenmerken van de VZP's genomen.

DETERMINANTEN

De geanalyseerde determinanten zijn weergegeven in tabel 13 samen met een omschrijving, de bron van de data en een a priori hypothese.

Tabel 13 Geanalyseerde determinanten voor MLR.

Variable	Omschrijving	Bron	A priori hypothese m.b.t. effect op afzet (energievraag)
Oppervlakte VZP (m2)	Totale oppervlakte van VZP	RVB	+
Aantal parkeerplaatsen vrachtwagens	Het aantal parkeerplaatsen geschikt voor vrachtvoertuigen	NDW	+
Toegekend VTGKMS LD	Per wegvak (LMS) berekend welke VZP met tankstation het snelst bereikbaar is.	Zelf berekend	+
Toegekend VTGKMS HD	Voor deze wegvakken krijgt het tankstation de voertuigkilometers toegekend. Onderscheid gemaakt tussen light duty en heavy duty	Zelf berekend	+
Groot/Bekend merk	Is het tankstation van een groot/bekend merk (> 15 vestigingen op VZP's)	RVB	+
Aantal VZP's met merknaam	Aantal VZP's met een tankstation van hetzelfde merk	RVB	+
Grootte benzinestation (m2)	Oppervlakte van het tankplein	RVB	+
Nabijheid grens	Tankstations die binnen 20km (hemelsbreed) van de grens liggen zijn gemarkeerd. Hier is vervolgens, visueel, nog een correctie op toegepast voor tankstations die weliswaar binnen 20km van de grens liggen, maar: - er geen directe route naar België/Duitsland is - of er over de grens geen plaatsen/tankstations nabij zijn	Zelf berekend	- (concurrentie buitenland)
Adressendichtheid als indicator om de stedelijkheidsgraad te benaderen	Het aantal adressen binnen 5,5 km van het tankstation. Gem. verplaatsing 22,7 km per rit (LRO 2022) ³⁹ , 48% aandeel OWN (RWS), per rit begin en einde rit een stuk OWN, dus $22,7 \times 48\% / 2 = 5,5$ km.	Zelf berekend, gevoeligheidsanalyse op straal 10 en 2,5 km uitgevoerd	+
Tankstationsdichtheid	Het aantal tankstations (inclusief tankstations OWN) binnen 5,5km van het tankstation.	Zelf berekend, gevoeligheidsanalyse op straal 10 en 2,5 km uitgevoerd	- (meer concurrentie)
Servicegebied VZP (km2)	Met voronoi diagrammen per tankstation een servicegebied bepaald	Zelf berekend	+
Grootte wegrestaurant (m2)	Omvang van het wegrestaurant als die aanwezig is.	RVB	+

³⁹ Landelijk Reizigersonderzoek (LRO). <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/03/01/landelijk-reizigersonderzoek-2023#:~:text=Dit%20onderzoek%20brengt%20trends%20in,in%20de%20periode%202018%2D2023.>

Voor de determinanten is eerst een correlatietabel gemaakt om sterk correlerende variabelen uit te sluiten. Vervolgens is voor elke determinant de correlatie met de afzetcategorie bepaald om een rangorde te maken voor de sterkst verklarende waarde (op basis van de R-kwadraat waarde). Tabel 14 toont de resultaten hiervan. Hierna zijn logische combinaties van variabelen gemaakt en getoetst op zo kleine mogelijk afwijking t.o.v. afzetcategorieën.

Twee MBVP's ('t Hol en De Knoest) hebben we als uitschieters aangemerkt: de toegewezen afzetcategorie wijkt sterk af van de locatiekenmerken. Deze MBVP's zijn niet meegenomen in het schatten van de MLR. De schatting is daarom op basis van 225 MBVP's gemaakt.

Tabel 14 Correlatie determinanten met de te verklaren variabele.

Variabele	R2
Grootte benzinestation (m2)	0,74
Toegekend VTGKMS LD	0,68
Toegekend VTGKMS (LD + HD)	0,68
# tankstations binnen 5,5km	0,62
Groot merk	0,57
Oppervlakte VZP (m2)	0,56
Toegekend VTGKMS HD	0,56
aantal MBVP merk	0,56
# adressen binnen 5,5km	0,5
Parkeerplaatsen vracht	0,46
servicegebied VZP MBVP (voronoi, km2)	0,3
Nabij grens	0,13
Grootte wegrestaurant (m2)	0,11

4.2.3 Resultaten

De beste 'fit' is gevonden met onderstaande variabelen en parameters. De grootte van het tankstation (oppervlakte) en het aantal adressen binnen 5,5km zijn de belangrijkste determinanten. Daarnaast heeft de aanwezigheid van een wegrestaurant ook een positieve invloed op de afzet. De nabijheid tot de grens heeft een negatieve invloed op de afzet van meer dan 1 miljoen liters.

Afzet MBVP (liters)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Grootte benzinestation (m2)} * 852,5) \\
 &+ (\# \text{ adressen binnen 5,5km} * 15,75) + (\text{Nabij grens} * -1.036.649) \\
 &+ (\text{Grootte wegrestaurant (m2)} * 10,43)
 \end{aligned}$$

Figuur 42 toont de resultaten in relatie tot de afzetcategorie volgens de RVB. Waarden in de diagonale as (linksboven naar rechtsonder) zijn waarden waarvan de categorieën exact overeenkomen. Te zien is dat het gros van de voorspellingen op of in de buurt van de diagonaal liggen. De maximale afwijking is 5 categorieën. Uiteindelijk voorspellen we voor 65 MBVP's (29%) dezelfde categorie. Voor 143 (64%) MBVP's wijken we maximaal 1 categorie af en voor 192 (85%) MBVP's wijken we maximaal 2 categorieën af.

		Afzetcategorie volgens RvB										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tot
RevNext	1 < 1 mln	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5
	2 1 tot 1,5 mln	4	3	3	3	1	0	0	0	0	0	14
	3 1,5 tot 2 mln	1	4	4	3	1	1	0	1	0	0	15
	4 2 tot 2,5 mln	3	3	8	12	4	3	1	1	0	0	35
	5 2,5 tot 3 mln	0	3	10	11	7	3	4	2	2	1	43
	6 3 tot 3,5 mln	2	0	2	5	6	12	4	4	3	0	38
	7 3,5 tot 4 mln	0	1	0	1	4	5	2	2	1	0	16
	8 4 - 5 mln	0	0	2	1	3	2	5	6	7	2	28
	9 5 - 7,5 mln	0	0	0	0	0	3	4	4	15	2	28
	10 > 7,5 mln	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Tot		11	17	30	36	26	29	20	20	28	8	225

Figuur 42 Afzetcategorieën volgens RVB versus eigen inschattingen.

Voor alle 230 MBVP's is met de MLR een afzet (in liters) bepaald. Door dit aantal liters te delen door het totaal aantal liters is per MBVP een aandeel berekend. De som van alle voorspelde liters afzet per MBVP komt overeen met de totale afzet op MBVP's die in 2022 is gerealiseerd.

4.2.4 Verdeling naar voertuigtype en zichtjaren

De verkregen informatie over de afzetcategorieën per MBVP en de totale afzet zegt niks over de verhouding tussen benzine of diesel of tussen voertuigtypen (personen/bestelauto en vracht). Voor de verdeling van de energiebehoefte is onderscheid maken naar voertuigtypen wel relevant. Laadinfra voor personen/bestelauto's verschilt namelijk van die voor zware vrachtvoertuigen.

VERKEERSPRESTATIE

Om onderscheid te maken naar voertuigtypen is gekeken naar de verschillen in verkeersprestatie (uitgedrukt in voertuigkilometers) op het HWN per voertuigtype per VZP. Hiervoor is gebruik gemaakt van het Landelijk Model Systeem (LMS, RP 2022) van Rijkswaterstaat. Met het LMS⁴⁰, basisjaar 2018, kunnen namelijk niet alleen voor het basisjaar de voertuigkilometers berekend worden, maar zijn ook prognoses voor de toekomstjaren 2030, 2040 en 2050 beschikbaar. Voor de tussenliggende jaren is interpolatie toegepast.

Met het LMS zijn voertuigkilometers te berekenen voor de voertuiglengteklassen L1, L2 en L3. Per wegdeel op het HWN zijn werkdagintensiteiten omgerekend naar voertuigkilometers op jaarbasis⁴¹. Met verdeelsleutels⁴¹ zijn deze categorieën omgezet naar Personenauto (PA), bestelauto (BA) en vrachtauto (VA). Personenauto's vallen onder L1. Bestelauto's vallen deels onder L1 en deels L2 en vrachtauto's vallen deels onder L2 maar voor het overgrote deel onder L3.

SERVICEGEBIEDEN

Om de voertuigkilometers, berekend met het LMS, aan VZP's toe te kennen, zijn per VZP hun 'servicegebieden' bepaald. Voor elk wegvak is bepaald welke VZP (met MBVP) het snelst te bereiken is (zie paragraaf 5.2.1 voor meer informatie hoe dit gedaan is). Zo ontstaat per MBVP

⁴⁰ Het LMS-model heeft als basisjaar 20218 en kan prognoses genereren voor zichtjaren 2030/2040/2050.

⁴¹ Volgens dezelfde methode als door het PBL in de KEV wordt toegepast.

een netwerk van wegvakken die als het servicegebied van die MBVP zijn aangenomen. Het resultaat hiervan is te zien in figuur 43. De berekende verkeersintensiteiten in het LMS zijn uitgesplitst naar lengteklassen L1 (< 5,6m), L2 ($\geq 5,6m$ en $\leq 12,2m$) en L3 ($>12,2m$). Per wegvak is de verkeersprestatie berekend door de intensiteit per lengteklasse te vermenigvuldigen met de lengte van het wegvak. Dit aantal voertuigkilometers is tevens als één van de mogelijke indicatoren gebruikt voor het tankgedrag en energiebehoefte per VZP.

De verkeersprestatie van niet-toegedeelde wegvakken (zoals wegvakken richting de grens en toe- en afritten) is, per provincie, evenredig over alle MBVP's verdeeld. De servicegebieden zijn bepaald aan de hand van het netwerk in het basisjaar. De verkeersprestatie op nieuwe wegvakken in toekomstige netwerken (i.v.m. uitbreiding van het wegennet) is ook, per provincie, evenredig verdeeld over alle MBVP's.

AANDEEL VZP'S PER ZICHTJAAR

Het aandeel per MBVP in de totale energiebehoefte is voor het basisjaar 2022 bepaald aan de hand van een Multi-Lineaire Regressie analyse. Vanwege verschillende ontwikkelingen, zoals woningbouw of netwerkaanpassingen, kan de ontwikkeling van de verkeersprestatie voor de verschillende zichtjaren per VZP verschillen.

Per MBVP is een groeifactor per zichtjaar bepaald op basis van de ontwikkeling van het aantal voertuigkilometers in het servicegebied. De (geschaalde) groeifactoren zijn toegepast op het aandeel voor het basisjaar. Op deze manier krijgt een MBVP waar de verkeersprestatie meer dan gemiddeld toeneemt in dat zichtjaar een groter aandeel in de energiebehoefte.

VERDELING NAAR VOERTUIGTYPE

De berekende energiebehoefte per voertuigtype (berekend in hoofdstuk 3) is aan MBVP's toegedeeld door per voertuigtype naar de relatieve onderlinge verhouding te kijken. Dit is toegelicht in onderstaande tabellen.

In tabel 15 is te zien dat in 2022 ruim 73% van de verkeersprestatie toegekend aan de MBVP's van personenauto's afkomstig is, 16% aan bestelauto's en bijna 10,5% aan vrachtauto's. Deze totale verdeling is redelijk constant door de tijd. Alle voertuigkilometers voor personenauto's in 2022 (die 73,4% van alle voertuigkilometers in 2022 vormen) zijn weer onder te verdelen naar de verschillende MBVP's. Zie tabel 16.

Tabel 15 Verdeling verkeersprestatie naar voertuigtype.

	2022	2030	2040	2050
PA	73,4%	72,9%	73,7%	73,8%
BA	16,1%	16,4%	15,5%	15,3%
VA	10,5%	10,6%	10,8%	10,8%

Ten behoeve van de uitleg van de methodiek is de fictieve situatie aangenomen dat er in totaal 3 MBVP's zijn. In 2050 is daarvoor de verdeling per MBVP en per voertuigtype weergegeven in tabel 16 (fictieve data). Voor personenauto's is te zien dat 25,6% van alle voertuigkilometers in het servicegebied van MBVP B is gemaakt. Samen met de 20,1% van MBVP A en de 28,1% van MBVP C telt dit op tot 73,8%. Van de totale energiebehoefte voor personenauto's delen we $(25,6/73,8) = 34,7\%$ toe aan MBVP B. Samen met de toedeling aan de andere twee MBVP's

telt dit op tot 100% voor personenauto's. Voor de andere voertuigtypen gebeurt dit op gelijke wijze. De toegepaste verdelingen in dit fictieve voorbeeld staan in Tabel 16 en Tabel 17.

Tabel 16 Verdeling verkeersprestatie naar voertuigtype per MBVP in 2050 (fictief).

	MBVP A	MBVP B	MBVP C	Totaal
PA	20,1%	25,6%	28,1%	73,8%
BA	4,5%	2,1%	8,7%	15,3%
VA	2,9%	3,6%	4,3%	10,8%

Tabel 17 Verdeling energiebehoefte naar voertuigtype per MBVP in 2050 (fictief).

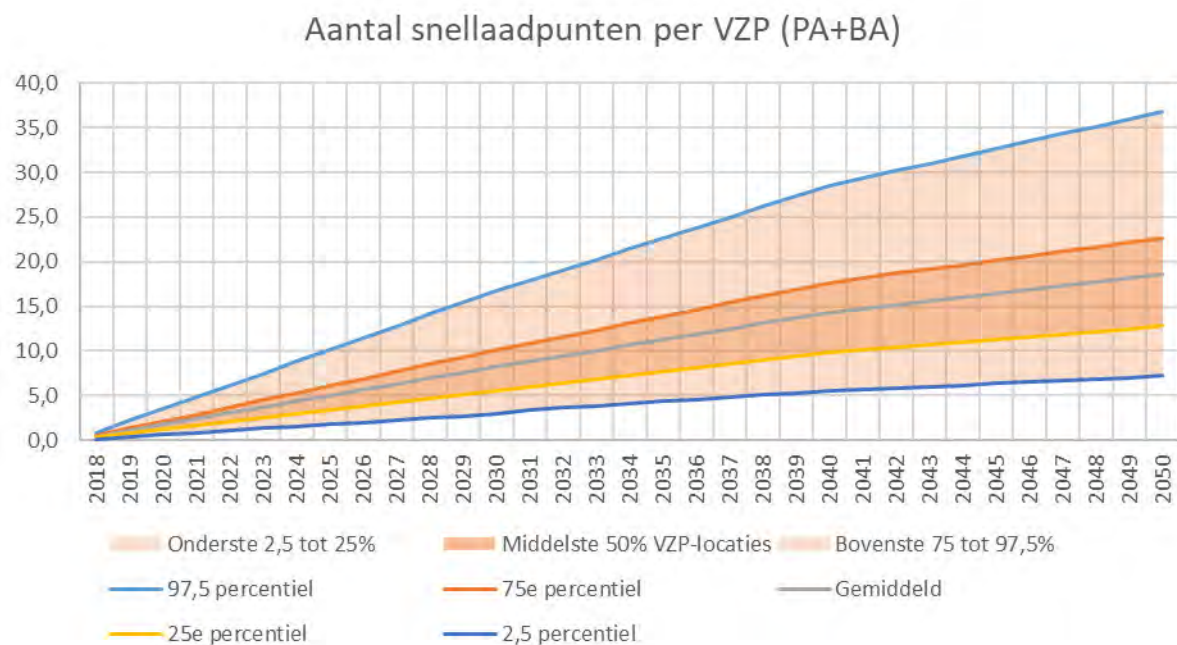
	MBVP A	MBVP B	MBVP C	Totaal
PA	27,2%	34,7%	38,1%	100%
BA	29,4%	13,7%	56,9%	100%
VA	26,9%	33,3%	39,8%	100%



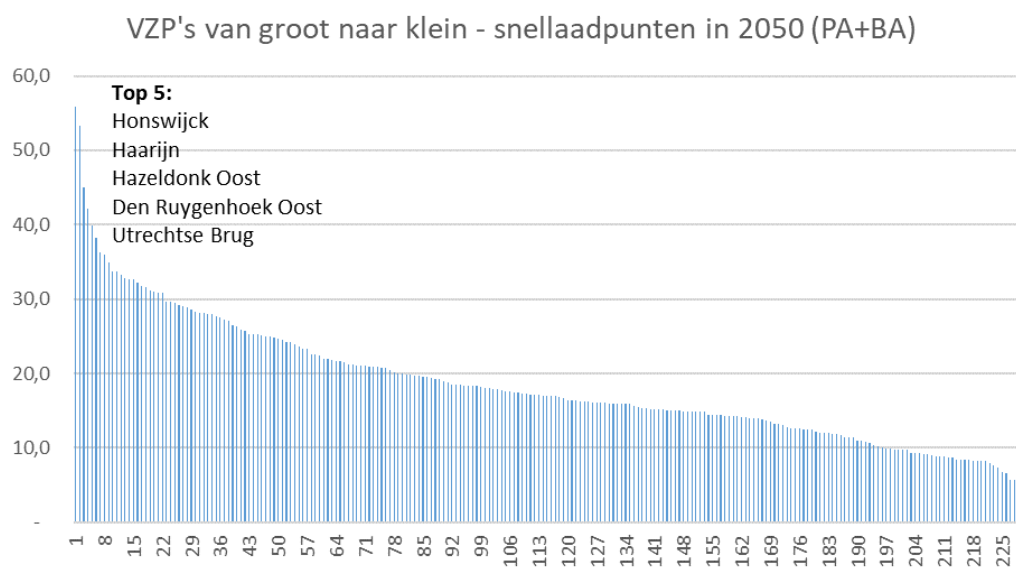
Figuur 43 Servicegebieden per VZP.

4.3 VERDELING AANTAL SNELLADERS PER VZP

Als resultaat van fase 2b kan het aantal snelladers per VZP voor ieder van de 230 VZP's geraamd worden, met onderscheid naar personen-, bestel-, en vrachtauto's. In Figuur 44 is de verdeling te zien van het benodigd aantal snellaadpunten voor personen- en bestelauto's samen opgeteld per VZP richting 2050. Het gemiddelde loopt in het middenscenario op tot circa 19 in 2050. Aan de hand van de percentiellijnen 25 en 75 kan de positie van de middelste 50% van de VZP-locaties beoordeeld worden (donkeroranje vlak). Aan de hand van de percentiellijnen 2,5 en 97,5 kan de positie van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de VZP-locaties beoordeeld worden (donker- + lichtoranje vlakken). Voor 95% van de VZP-locaties geldt met andere woorden dat in 2050 tussen de 7 en 37 snellaadpunten per locatie benodigd is.



Figuur 44 Verdeling benodigd aantal snellaadpunten (PA+BA) per VZP tot 2050.



Figuur 45 Prognose benodigd aantal snellaadpunten (PA+BA) per VZP tot 2050.

5 Fase 3 – Verkenning afbouwscenario's VZP's met MBVP

5.1 DOEL VERKENNING TRANSITIE-SCENARIO'S

Het doel van de verkenning van twee transitie-scenario's is om meer inzicht te krijgen in hoe gedurende de transitie afwegingen en keuzes gemaakt kunnen worden over welke VZP's met een MBVP wanneer omgebouwd zouden kunnen worden tot een ZE-VZP. Het zijn nadrukkelijk onderzoeksscenario's en geen scenario's die al voorgenomen beleidskeuzes bevatten. In een transitie-scenario kunnen verschillende factoren, beperkingen en uitgangspunten een rol spelen. In dit onderzoek is alleen gekeken naar de veranderende energiebehoefte (van brandstof tanken naar elektriciteit laden), de timing qua veilingmomenten van VZP's en de gevolgen van omzettingen van VZP's met MBVP naar ZE-VZP's op de dekking van het tanknetwerk. Het doel is om inzichten en aandachtspunten te verzamelen over hoe het tanknetwerk richting 2050 omgebouwd kan en hoe al dan niet rekening gehouden kan worden met eisen of randvoorwaarden vanuit het behouden van een voldoende of adequaat dekkend netwerk gedurende de transitie en/of het terugvallen op een basisnetwerk.

5.2 DEFINITIE DEKKEND NETWERK

Voor de definitie van een dekkend netwerk is de dekking van het huidige netwerk geanalyseerd en gedefinieerd aan de hand van enkele indicatoren. Voor weggebruikers op het hoofdwegennet is de dekking van het tanknetwerk relevant om bij een naderende lege tank onderweg op tijd te kunnen bijtanken en eventuele extra gereden kilometers en extra reistijd door omrijden of uitwijken naar het onderliggend wegennet te voorkomen. Vanuit veiligheidsoverwegingen is de dekking van het netwerk van belang om te voorkomen dat voertuigen met een lege tank stilvallen langs de snelweg, onveilige situaties op de VZP's ontstaan doordat er een hogere (piek)vraag is dan de (resterende) VZP's met MBVP kunnen faciliteren of door extra (vracht)verkeer dat uitwijkt naar tankstations op het onderliggend wegennet. De huidige dekking wordt besproken in de volgende paragraaf.

Voor deze indicatoren waarmee de dekking van het netwerk kan worden gedefinieerd, is vervolgens een doorvertaling gemaakt naar de toekomstscenario's. Het uitgangspunt is hierbij dat gerelateerd aan de afnemende vraag naar vloeibare motorbrandstoffen de grenswaarden van deze indicatoren kunnen toenemen. Met andere woorden: naarmate het aantal benzine- en dieselveertuigen afneemt, kan de dekking van het netwerk aan tankinfrastructuur op VZP's steeds verder afnemen. Daarna is, schematisch, een overzicht gegeven van het benodigde basisnetwerk dat voortkomt uit de onderzochte definitie van een dekkend netwerk. Uitgangspunt is dat zolang er voertuigen met verbrandingsmotoren in het Nederlandse wagenpark danwel buitenlandse voertuigen met verbrandingsmotoren op de Nederlandse wegen aanwezig zijn, een bepaalde basisdekking met een basisnetwerk nodig blijft vanuit oogpunt van verkeerveiligheid.

5.2.1 Huidige dekking

Figuur 47 toont de locaties van VZP's langs het Nederlandse HWN. Data is afkomstig van Rijkswaterstaat. In totaal zijn er 286 VZP's waarvan 230 een MBVP hebben.

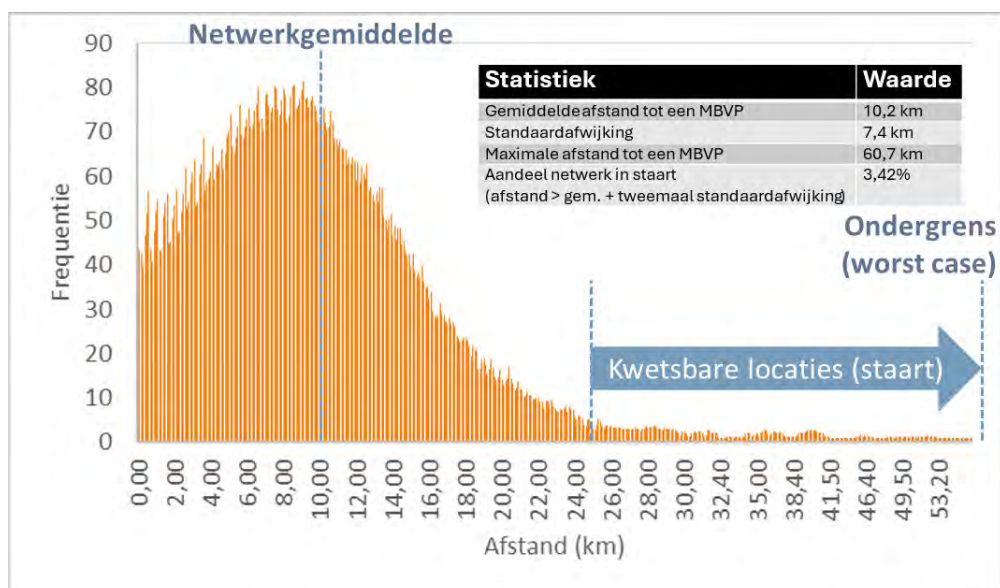
Voor het kwantificeren van dekking op het HWN is deze opgedeeld in ruim 12.000 locaties op basis van de hectometer markeringen in het NWB (Nederlandse Wegenbestand). Dit is per 500 meter per richting gedaan voor de hoofdrijbanen. Met GIS-software en het LMS-netwerk

(RP2022) is vanuit elke locatie de rijafstand (kilometers) berekend naar alle VZP's via de snelste route (o.b.v. reistijd). Per locatie zijn de te bereiken VZP's gerangschikt op rijafstand met inachtneming van de volgende regels:

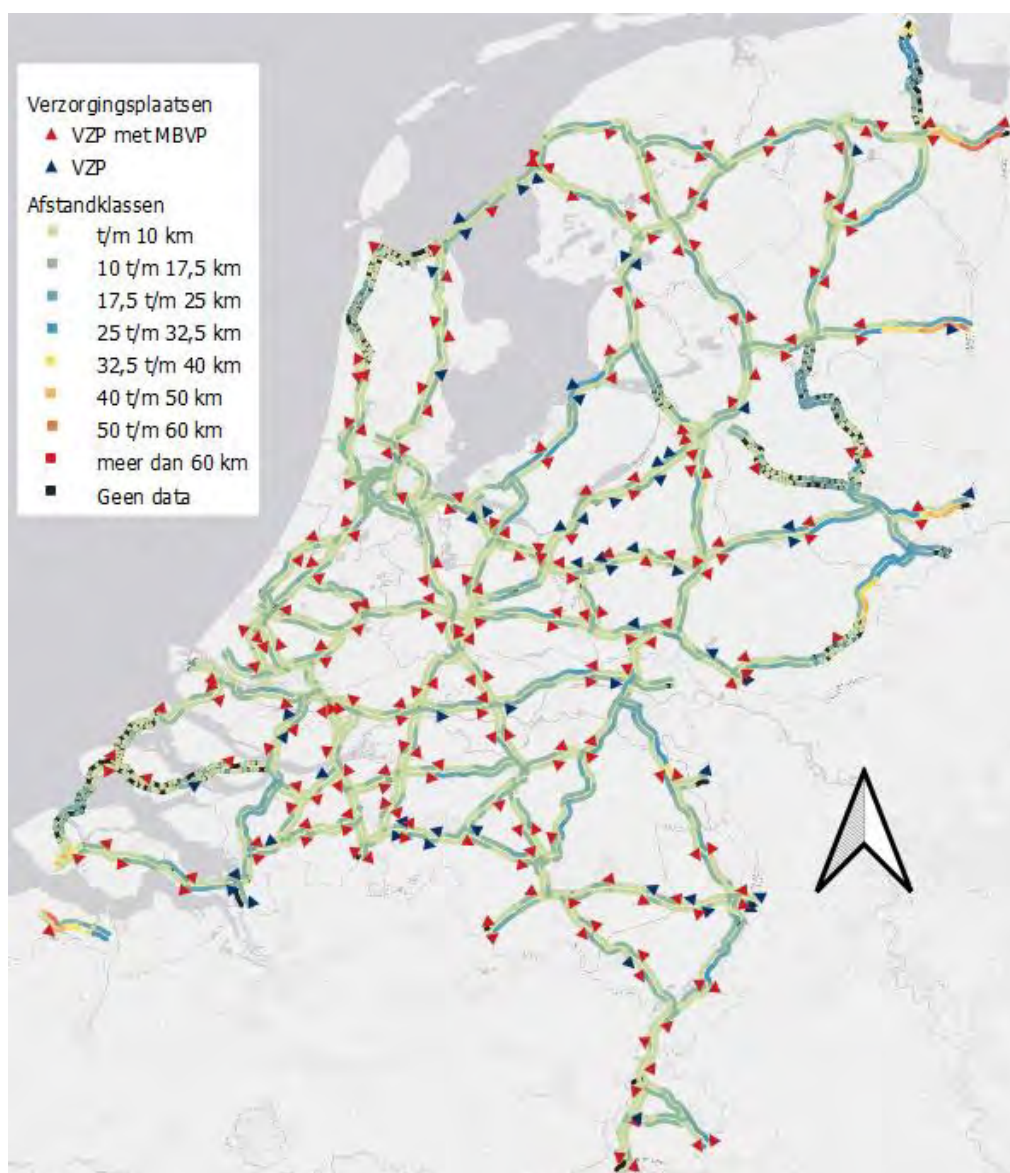
- VZP's op de tegenrichting doen niet mee (locatie op A12 Li: A12 Re telt niet mee);
- VZP's die reeds gepasseerd zijn doen niet mee (locatie op A12 Li: voor locaties op A12 Li doen alleen degene met lagere hectometrering mee);
- VZP's op dezelfde route (hetzelfde wegnummer, rijrichting en niet gepasseerd) krijgen 10% afstandsbonus (alleen betrekking op het rangschikken). Dit om te voorkomen dat er veel onlogische routes naar nabijgelegen VZP's op een ander wegnummer berekend worden die niet op een logische vervolgroute liggen vanuit de geëvalueerde locatie gezien. De omrijdkilometers die zouden resulteren zijn zodoende omgezet in een afstandsbonus voor VZP's op dezelfde route (en wegnummer).

Figuur 46 toont de statistieken van het huidige netwerk. De gemiddelde afstand tot een MBVP bedraagt in de huidige situatie 10,2 km met een standaardafwijking van 7,4 km. Onder de aanname van een enigszins gelijkmatige verdeling van MBVP's langs het HWN zou dit bij benadering betekenen dat de gemiddelde afstand tussen twee VZP's circa 20 kilometer is (want gezien vanuit alle willekeurige punten tussen twee VZP's op 20 km afstand van elkaar is de gemiddelde afstand tot de eerstvolgende VZP circa 10 km). Merk op dat de meeste VZP's met MBVP in/rond de stedelijke gebieden liggen, waar ook de meeste kilometers snelweg zijn. Dit is te zien in figuur 47. De verdeling in Figuur 46 is dan ook rechts-scheef verdeeld (positief-scheef). Er zijn dus relatief veel VZP's (meer dan de helft) waar de gemiddelde afstand tot een eerstvolgende VZP kleiner is dan 10 km en daarentegen zijn er relatief weinig VZP's (minder dan de helft) waar de gemiddelde afstand tot de eerstvolgende VZP juist aanzienlijk groter is dan 10 km (de rechterstaart van de verdeling).

Naast de gemiddelde afstand moet men ook kijken naar de spreiding over het netwerk. In figuur 46 is een enigszins normale verdeling te herkennen met een eenzijdige staart (positief-scheef). Voor meer dan 88% van het wegennet geldt dat er binnen 18 kilometer (ongeveer gemiddelde plus éénmaal de standaardafwijking) een MBVP te bereiken is. Voor ongeveer 3,5% van het netwerk geldt dat de afstand tot de dichtstbijzijnde MBVP groter dan 25 kilometer (gemiddelde plus tweemaal de standaardafwijking) is. De maximale gevonden afstand is 60,7 kilometer. In figuur 47 is te zien dat voor de waarden in de 'staart' geldt dat deze allemaal in de grensgebieden te vinden zijn. Te herkennen aan de geel/oranje/rode kleuren. Voor wegvakken richting de grens is geen rekening gehouden met MBVP's in het buitenland. De afstand voor deze wegvakken is wellicht overschat. Dit zou kunnen gelden voor, bijvoorbeeld, de A7, A37 en A1 richting Duitsland.



Figuur 46 Statistieken dekkingen en spreiding afstand tot MBVP voor hoofdwegenet.



Figuur 47 Nederlands HWN, verzorgingsplaatsen en Afstand tot dichtstbijzijnde MBVP.

Verantwoording en disclaimer: er zijn 12.362 locaties bepaald op het HWN. Er is geen rekening gehouden met MBVP's langs het OWN of over de grens. Voor de berekening van snelste route is de wettelijke maximumsnelheid gehanteerd. Voor 792 locaties (6%) was geen route te berekenen, omdat: 1) het gaat om wegvakken richting grens waar het netwerk eindigt. 2) Bij wegvakken met één rijbaan verliep de geografische koppeling tussen NWB en LMS-netwerk niet altijd goed waardoor geen route berekend kon worden.

5.2.2 Indicatoren voor definitie dekkend netwerk

Voor het definiëren van de huidige dekking van het netwerk zijn drie indicatoren opgesteld en uitgewerkt:

4. **Het netwerkgemiddelde:** De gemiddelde afstand tot de dichtstbijzijnde volgende MBVP in Nederland (10 km in 2022);
5. **De kwetsbare locaties:** De 'staart', zoals getoond in Figuur 46, bestaat voornamelijk uit locaties aan de randen van Nederland. Als aanvulling op het gemiddelde moet deze indicator ervoor zorgen dat ook in specifieke gebieden de bereikbaarheid van MBVP's niet te erg afneemt. Dit criterium is geoperationaliseerd op basis van het aandeel locaties in het netwerk met afstanden tot de eerstvolgende MBVP groter dan 25 km (in 2022). Deze grenswaarde betreft het 'netwerkgemiddelde plus tweemaal de standaardafwijking' van de verdeling in Figuur 46 (in 2022 10,2 km + 2 x 7,4 km). Deze grenswaarde kan strenger of minder streng gekozen worden en betreft een beleidsmatige keuze;
6. **De ondergrens (worst case):** De maximale afstand tot een eerstvolgende MBVP (60,7 km in 2022);

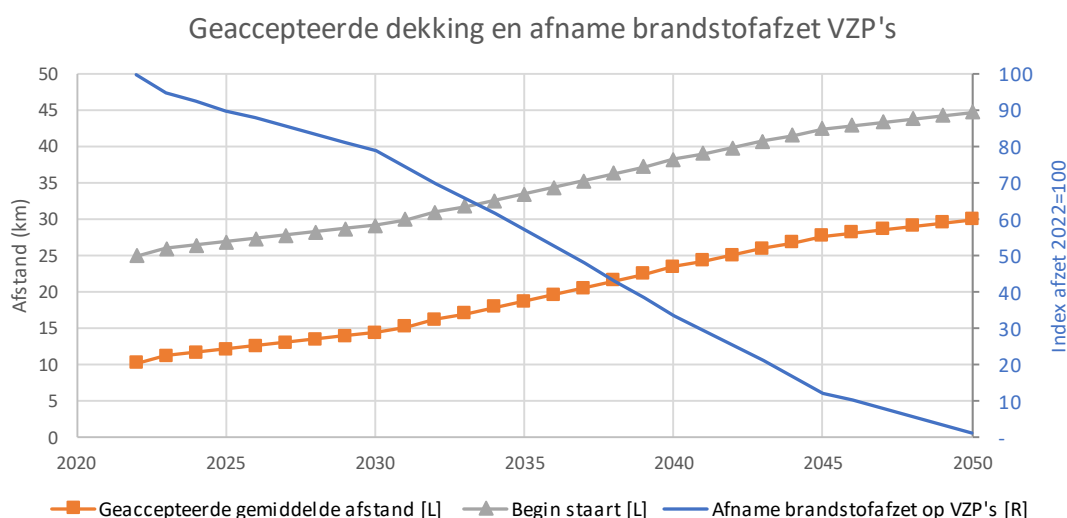
Deze indicatoren gebruiken we ook om een mogelijke definitie van een dekkend netwerk vorm te geven. Deze dekking is tijdsafhankelijk: uitgangspunt is dat de geaccepteerde grenswaarden voor de dekking mogen toenemen naarmate de vraag naar vloeibare motorbrandstoffen afneemt. Uitzondering hierop is de maximale afstand, die is voor de gehele tijdshorizon vastgezet op een vaste grenswaarde.

Het doel van deze drie indicatoren is om zowel gedurende de transitie als in de eindfase van de transitie waarin teruggevallen wordt op een basisnetwerk, bewust met de dekking van het tanknetwerk om te gaan. Dit kan enerzijds door niet geheel willekeurig of puur op basis van aankomende veilingmomenten in de tijd, het netwerk om te bouwen, maar ook oog te houden voor de kwetsbare locaties in de 'staartgroep' die veelal buiten de Randstad zullen liggen. Dit voorkomt verschraling van het netwerk in gebieden waar de afstanden tot MBVP's reeds aanzienlijk hoger liggen dan het landelijk netwerkgemiddelde. Daarnaast kan afgewogen worden op basis van welk criterium en daarmee hoe groot de 'staartgroep' met kwetsbare locaties gedefinieerd wordt en welk basisnetwerk op basis van dit criterium resulteert. Ondanks dat het aantal brandstofvoertuigen op de Nederlandse wegen sterk daalt zal dit in de laatste fase van de transitie (grofweg na 2040) nog niet naar nul gaan en zullen nog langere tijd voor een relatief kleine groep weggebruikers tankfaciliteiten blijven bestaan in Nederland. Als zou worden gekozen voor de voorgestelde definitie van een landelijk dekkend netwerk dan zou dit waarschijnlijk gepaard moeten gaan met overheidsingrepen om dit rendabel te houden voor de markt.

NETWERKGEMIDDELDE: DE GEMIDDELDE AFSTAND TOT DICHTSTBIJZIJNDE MBVP

De vraag naar motorbrandstoffen op VZP's loopt terug naar vrijwel nul omstreeks 2050. Aanname is dat als de vraag naar motorbrandstoffen halveert, de gemiddelde dekking van het

tanknetwerk ook kan halveren. Voor de eerste halvering komt dat neer op een tempo van +2km (bovenop het startpunt van 10 km in 2022) geaccepteerde gemiddelde afstand per 10% afname van de vraag (oranje lijn figuur 48). De geaccepteerde gemiddelde afstand neemt zo toe van ruim 10 km in 2022 tot ruim 30 km in 2050. In 2036, als de brandstofafzet gehalveerd is, is de geaccepteerde afstand ongeveer 20 km en dus ongeveer 40 km tussen twee MBVP's (uitgaande van een normale verdeling). Stel dat een halvering van de brandstofbehoefte en verdubbeling van het netwerkgemiddelde bereikt zou worden bij een halvering van het aantal MBVP's (wat dus niet exact het geval hoeft te zijn), dan zouden er tussen 2022 en 2036 115 van de 230 MBVP's omgebouwd kunnen worden. Iedere 10% afname van brandstofafzet en 2 km toename van het netwerkgemiddelde, zou dan de ombouw van circa 23 MBVP's betekenen (ter illustratie van het principe).



Figuur 48 Geaccepteerde dekking en afname brandstofafzet VZP's (let op verschillende y-assen).

OMVANG VAN DE 'STAARTGROEP' MET KWETSBARE LOCATIES

Als het begin van de 'staart' met kwetsbare locaties is het gemiddelde plus tweemaal de standaardafwijking gekozen. Voor het transitie scenario neemt deze grens toe in de tijd samen met de geaccepteerde gemiddelde afstand. De standaardafwijking is vastgezet⁴² op 2022 (dus ongeveer 7,4km). De grenswaarde voor de 'staart' is de grijze lijn in figuur 48. Voor het behouden van voldoende dekking en ter voorkoming van een toename van kwetsbare locaties met grote afstanden tot een eerstvolgende MBVP, is gedefinieerd dat het aantal wegvakken in de staart niet mag toenemen. De definitie van de staartgroep en eventuele toename van deze groep in de tijd is een beleidsmatige afweging en kan leiden tot andere uitkomsten. In het algemeen kan gesteld worden dat hoe groter deze kwetsbare groep wordt gedefinieerd en hoe strikter de eis ten aanzien van de toename van deze groep in de tijd, des te beperkender dit criterium wordt. Dit zal zich uiten in meer MBVP's die op hun veilingmoment niet kunnen worden omgebouwd waarna andere MBVP's op andere plekken in het netwerk in aanmerking zullen komen of gewacht moet worden tot nieuwe veilingmomenten zich aandienen. Daarnaast is het mogelijk dat een andere omvang van het basisnetwerk met een

⁴² In principe kan de standaardafwijking in de tijd en bij iedere omzetting van een MBVP veranderen naarmate het netwerk van MBVP's wordt afgebouwd. Dit bleek rekentechnisch niet werkbaar waardoor de standaardafwijking is vastgezet op het niveau van 2022.

andere verdeling tussen bijvoorbeeld stedelijke- en landelijke locaties resulteert die aan de gestelde criteria kan voldoen.

MAXIMALE AFSTAND TOT EEN MBVP ALS ONDERGREN (WORST CASE IN TANKNETWERK)

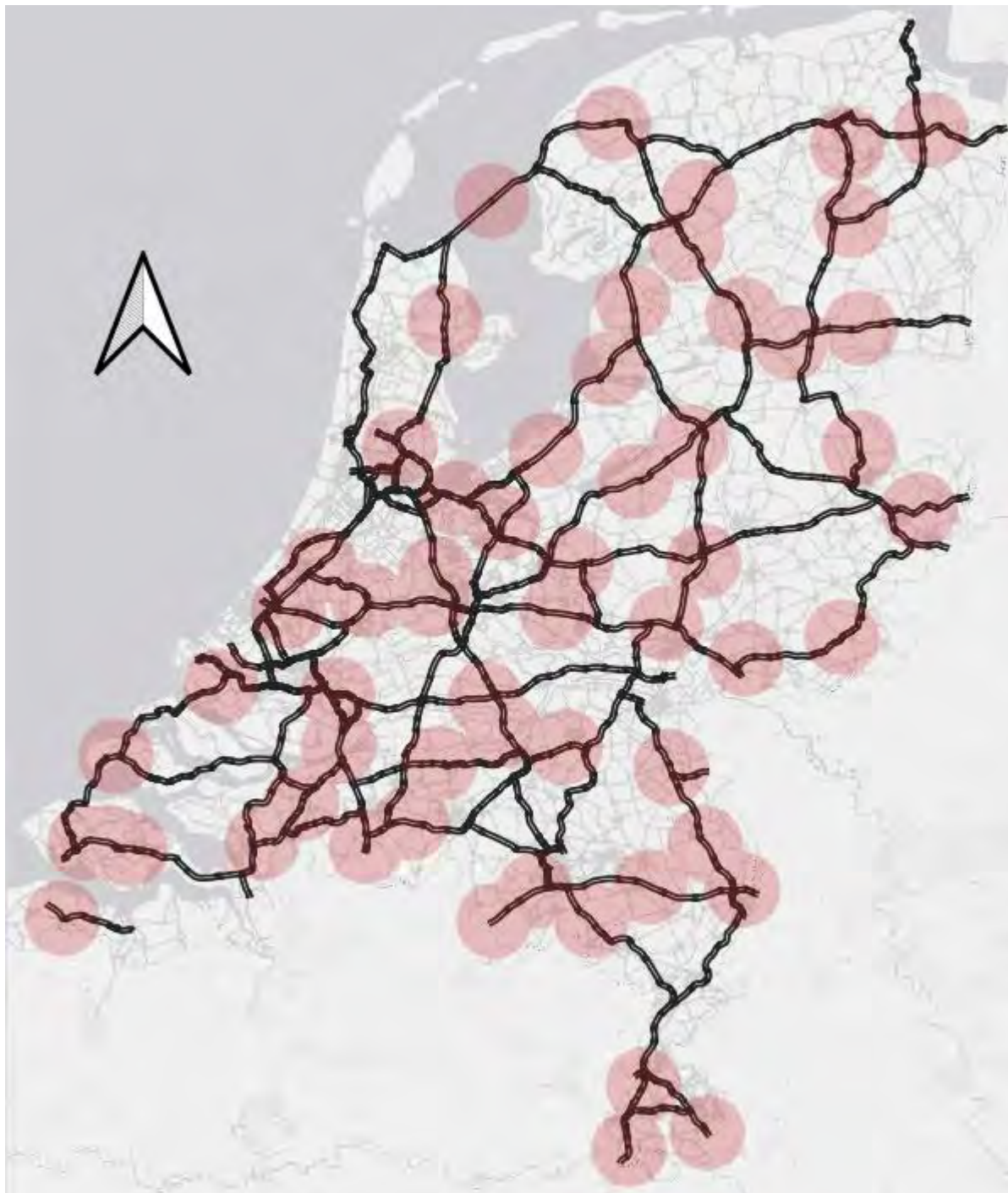
Voor het bepalen van het criterium met betrekking tot de maximale afstand tot een eerstvolgende MBVP in het netwerk is gekeken naar de afstand die een voertuig kan afleggen nadat het waarschuwinglampje van de brandstoftank aan gaat. Dit verschilt echter per voertuig en per voertuigtype (personen-, bestel-, en vrachtauto's), dus er is geen eenduidig antwoord. Deskresearch wees uit dat de meeste voertuigen 50 tot 100km kunnen rijden nadat het waarschuwinglampje aan gaat. We hebben als onderzoeksscenario de maximale afstand bepaald op 80 km voor de gehele periode tot en met 2050. Deze waarde geldt zodoende als ondergrens voor de benodigde dekking in het tanknetwerk.

5.2.3 Basisnetwerk

Hoewel de brandstofafzet op VZP's richting 0 gaat omstreeks 2050, kan ervoor gekozen worden om in de laatste fase van de transitie een basisnetwerk over te houden met een bepaalde basisdekking passend bij de drie gekozen criteria: netwerkgemiddelde, omvang groep kwetsbare locaties, maximale afstand tot een MBVP. Dit kan gezien worden als het basisnetwerk en kan om verschillende redenen overwogen worden, zoals de eerder benoemde veiligheidsaspecten (stilvallen van voertuigen langs het HWN, extra verkeer en onveilige situaties met vrachtauto's op OWN), verkeers- en milieuaspecten (vermijden van omrijdkilometers, extra voertuigkilometers op het OWN, extra reistijdverliezen en extra emissies) en tot slot verdelingsaspecten (zoals de verdeling van MBVP's naar stedelijke en landelijke gebieden en gemiddelde afstanden tot een eerstvolgende MBVP). In figuur 49 is dit basisnetwerk als een vlekkenkaart aangeduid. Het basisnetwerk is pad-afhankelijk: er zijn meerder combinaties mogelijk waarbij aan de definitie van een dekkend netwerk is voldaan. Het getoonde basisnetwerk is het resultaat van het uitgewerkte transitiepad '**Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk**'. Om deze reden en om bij commerciële belangen weg te blijven is het basisnetwerk weergegeven met vlekken en niet met specifieke VZP's.

Er zijn daarentegen ook argumenten te geven om geen basisnetwerk in stand te houden. Zo hebben brandstofvoertuigen technisch gezien voldoende actieradius om bij een waarschuwing melding van 'een bijna lege brandstoftank' alternatieven te zoeken nabij het HWN. Er zijn op dit moment ook geen wettelijke eisen ten aanzien van het in standhouden van een basisnetwerk voor tanken. Bij laden zijn er wel eisen vanuit de Europese AFIR-richtlijn, maar deze gelden niet uitsluitend voor VZP's langs het HWN, maar kan ook 'nabij het HWN' ingevuld worden. Als weggebruikers zich bewust zijn van het (bijna) niet meer beschikbaar zijn van MBVP's langs het HWN kunnen weggebruikers daar ook bewuster mee omgaan door bij tankstations op het OWN voldoende bij te tanken. Het in standhouden van een basisnetwerk zal vermoedelijk gepaard gaan met maatschappelijke kosten om de rentabiliteit van MBVP's voor exploitanten op peil te houden. Dit kan betekenen dat de overheid de exploitatie van het basisnetwerk in de laatste jaren van de transitie in steeds sterkere mate moet subsidiëren of exploitanten moeten de kosten in relatie tot de steeds lagere opbrengsten uit brandstofverkoop doorbelasten (in andere producten in de tankshop of via lagere aanbiedingen voor de exploitatie en daarmee lagere veilingopbrengsten voor de overheid).

Zodoende zijn er ook mengvormen denkbaar tussen het evenwichtig op peil houden van de dekking van het netwerk tot een bepaald moment en vervolgens het resterende basisnetwerk laten verschrallen tot de brandstofvoertuigen volledig zijn uitgefaseerd.



Figuur 49 Voorbeeld basisnetwerk tankinfra op VZP's.

5.3 TRANSITIESCENARIO'S

In de volgende sectie zijn de twee transitie-scenario's toegelicht. De sectie erna beschrijft de resultaten.

5.3.1 Twee transitie-scenario's

Als verkenning voor de transitie naar zero-emissie VZP's zijn twee scenario's uitgewerkt:

1. Scenario 'Volgorde veilingmomenten aanhouden zonder terugval op basisnetwerk';
2. Scenario 'Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk'.

SCENARIO 'VOLGORDE VEILINGMOMENTEN AANHouden ZONDER TERUGVAL OP BASISNETWERK'

Dit scenario beschrijft wat er zou gebeuren wanneer alle huidige veilingmomenten zouden worden gerespecteerd in de volgorde van locaties die zich daarvoor in de tijd aandienen. Dus, bijvoorbeeld, als de MBVP-vergunning in 2031 afloopt, dan wordt de VZP in 2031 omgebouwd tot een zero-emissie VZP's. Hierbij is in dit onderzoekscenario de aanname gemaakt dat ombouw vanaf 2025 kan beginnen (want 2024 is reeds bezig) indien er zich veilingen aandienen. Een ander startjaar, zoals 2028, is ook mogelijk voor dit transitiescenario, maar kan tot iets andere uitkomsten leiden door een andere volgorde en timing van locaties die omgebouwd worden. MBVP's met veilingjaar 2024 zijn in dit scenario met 15 jaar verlengd (en komen dus in 2039 aan bod). In dit scenario wordt op geen enkele wijze rekening gehouden met de dekking in het netwerk (zoals gemiddelde netwerkafstand, de staartgroep met kwetsbare locaties of de maximale afstand). In dit scenario wordt ook niet teruggevallen op een basisnetwerk.

SCENARIO 'HANDHAVEN EVENWICHTIGE DEKKING MET TERUGVAL OP BASISNETWERK'

In dit scenario houden we rekening met de definitie van een dekkend netwerk én met de benodigde capaciteit per zichtjaar waardoor niet zomaar elke VZP om te bouwen is wanneer de huidige vergunning afloopt. Om op een systematische manier per zichtjaar VZP's voor ombouw te selecteren zijn onderstaande stappen doorlopen:

1. Alle VZP's zijn gesorteerd, eerst op veilingmoment en vervolgens op afzet (2022 en kleinste afzet eerst);
2. Voor het zichtjaar is de totale afname in vraag naar motorbrandstof bepaald (bijv. voor 2025: geprognosticeerde afzet 2025 - geprognosticeerde afzet 2022);
3. Het selecteren van zoveel mogelijk VZP's met het veilingmoment in zichtjaar als kandidaat zolang blijft gelden dat de totale afzet van de niet geselecteerde VZP's groter is dan de vraag naar motorbrandstof in dat zichtjaar. VZP's met de kleinste afzet selecteren we het eerst als kandidaat om te gaan ombouwen⁴³.
4. Voor selectie berekenen we of de drie criteria (randvoorwaarden t.a.v. gemiddelde netwerkafstand, de staartgroep met kwetsbare locaties en maximale afstand) t.a.v. 'dekkend netwerk' niet overschreden worden:
 - a. Als ja: uitzoeken door welke VZP('s) dit komt en die de-selecteren.
 - b. Herhaling stap 4 totdat aan randvoorwaarden voldaan is.
5. Niet-geselecteerde VZP's in zichtjaar worden opnieuw geveild onder de Benzinewet en krijgen een nieuwe vergunning van 15 jaar.

Bovengenoemde stappen zijn chronologisch voor elk zichtjaar doorlopen.

5.3.2 Resultaten 'Veilingmomenten aanhouden zonder terugval op basisnetwerk'

In dit transitiescenario zijn alle VZP's omgebouwd in de periode 2025 – 2039. Het aantal VZP's per jaar is getoond in figuur 50. In de periode 2035 – 2038 ligt het ombouwtempo het hoogst met 24 tot 30 VZP's per jaar. Het respecteren van alle veilingmomenten betekent dat vanaf

⁴³ Aanname is dat VZP's met een kleine afzet het minst belangrijk zijn m.b.t. capaciteit in het netwerk.

2039 alle VZP's zijn omgebouwd, dus vanaf dat moment is er geen dekking meer langs het HWN.

Met betrekking tot de dekkingseisen die in het andere transitie scenario een rol spelen, komen deze criteria al ruim voor 2039 onder druk te staan. In meerdere zichtjaren komen er nieuwe locaties in de 'staartgroep' met kwetsbare locaties terecht en vanaf 2032 neemt dit aandeel ook toe tot boven het niveau van 2022 (3,47% van alle locaties langs het HWN). Bovendien komt in 2032 ook de maximale afstand tot een VZP boven de 80 km⁴⁴. Vanaf 2036 (nadat in 2035 30 VZP's zijn omgebouwd) komt de gemiddelde afstand boven de geaccepteerde gemiddelde afstand die in het tweede transitie scenario wordt gehanteerd. Concreet betekent dit dat omstreeks 2036 de gemiddelde afstand tot een MBVP ruim 20 km gedraagt en de gemiddelde afstand tussen MBVP's 40 km (bij benadering). De groep kwetsbare locaties is op dat moment groter dan 3,5% die gemiddeld boven een gemiddelde afstand van 35 km (20 km + 2 x 7,4 km) tot een eerstvolgende MBVP zitten. Dit betekent het netwerk rond 2036 reeds sterk verschaald is en in 2040 helemaal omgebouwd is. Figuur 4 laat zien dat rond 2036 circa 50% van de voertuigkilometers door emissieloze voertuigen worden gepresteerd en de overige 50% dus nog op fossiele brandstoffen is aangewezen. Weggebruikers zullen moeten uitwijken naar het OWN. Er is geen nader onderzoek gedaan naar aantallen opstelvakken, bezettingsgraden en de capaciteit van tankstations op het OWN en of de extra vraag van weggebruikers die normaal op het HWN tanken op het OWN-tanknetwerk kan worden opgevangen.

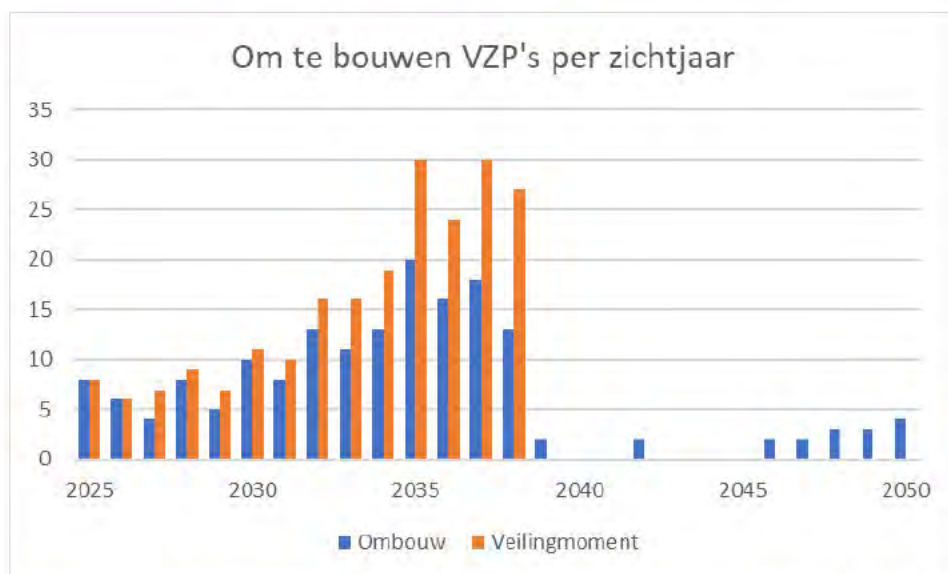


Figuur 50 Om te bouwen VZP's per zichtjaar in scenario 'Veilingmomenten aanhouden'.

5.3.3 Resultaten 'Handhaven evenwichtige dekking en terugval op basisnetwerk'

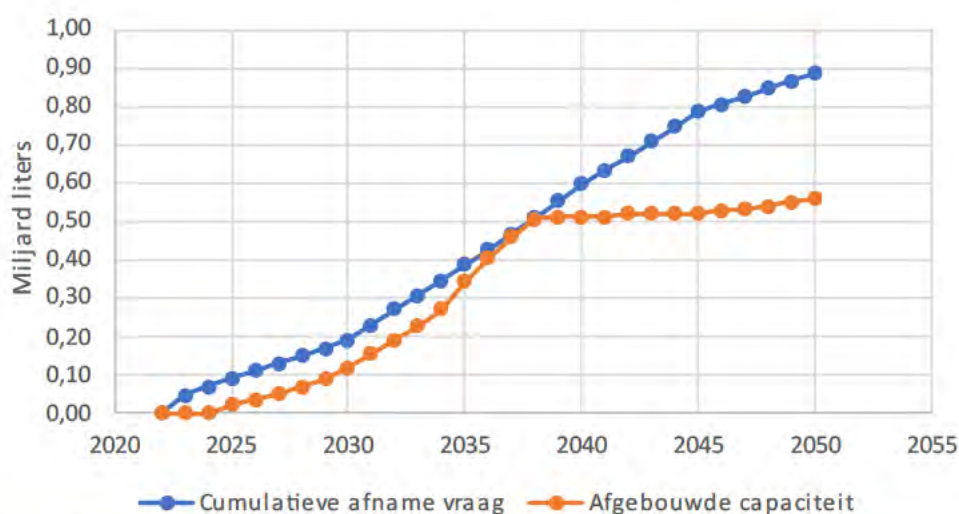
In dit scenario zijn VZP's voor ombouw geselecteerd met inachtneming van de geografische dekking en de benodigde capaciteit. Het aantal om te bouwen VZP's per jaar is getoond in figuur 51 (afgezet tegen het totale aantal VZP's met een veilingmoment in het zichtjaar). In 2025 en 2026 kunnen evenveel VZP's worden omgebouwd als veilingmomenten. In de jaren erna zijn er beperkingen op basis van de drie criteria voor een dekkend netwerk (netwerkgemiddelde, staartgroep met kwetsbare locaties en maximale afstand), waardoor een deel van de VZP's pas na 2040 wordt omgebouwd en uiteindelijk 59 niet omgebouwd worden. Deze vormen het zogenaamde basisnetwerk om aan de gekozen netwerkcriteria te kunnen blijven voldoen tot en met 2050.

⁴⁴ Oorzaak is overigens de ombouw van VZP De Beerze (grens A67 ri. België) waardoor voor ongeveer 5 km aan wegvakken geen route naar een MBVP te berekenen is.



Figuur 51 Om te bouwen VZP's per zichtjaar in scenario 'Handhaven dekking'.

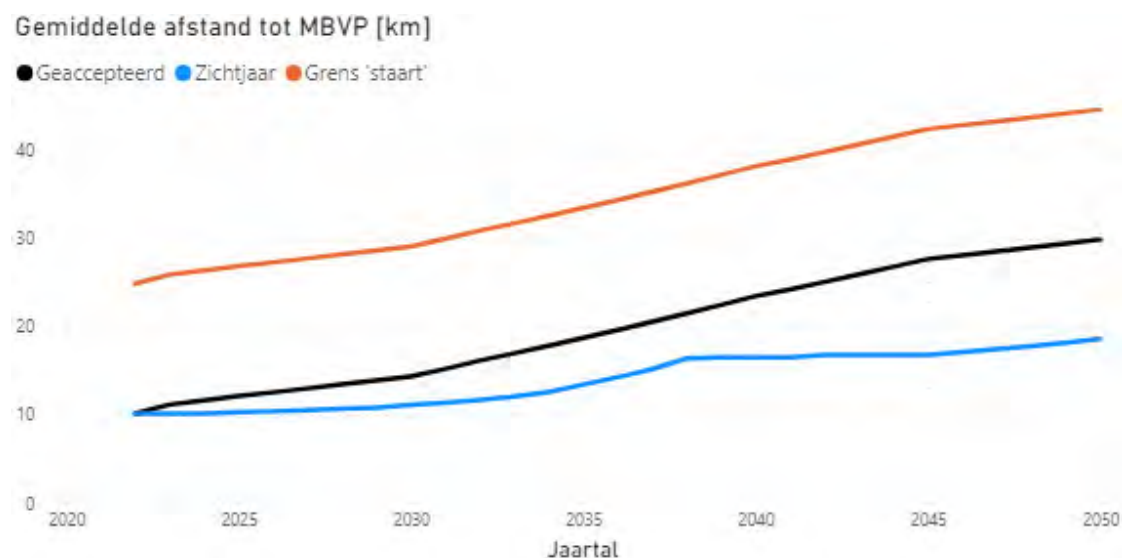
In figuur 52 is de cumulatieve afname van de vraag naar motorbrandstof op VZP's te zien in relatie tot de afgebouwde capaciteit van het scenario 'Handhaven dekking en terugval op basisnetwerk'. Voorwaarde is dat de cumulatief afgebouwde capaciteit niet groter mag zijn dan de cumulatieve afname in vraag. In dit scenario zou in 2038 de af te bouwen capaciteit voor het eerst een beperkende factor zijn. De punten in de grafiek liggen daar voor het eerst op elkaar omdat in de procedure niet toegestaan wordt (is een uitgangspunt dat ook anders ingevuld kan worden) dat er meer afgebouwd wordt dan de cumulatieve daling van de vraag. In alle eerdere jaren was de af te bouwen capaciteit altijd lager dan de cumulatieve afname van de vraag en zodoende geen beperkende factor. In het eindbeeld is in dit scenario circa 0,55 mld. liter van de totale bijna 0,90 mld. liter aan afzetcapaciteit (o.b.v. afzet 2022) afgebouwd (circa 60%). In het basisnetwerk dat overblijft met 59 van de 230 MBVP's (circa 25% van de MBVP's) zit dus circa 40% van de afzet zoals dat in 2022 is gerealiseerd. De relatief grote MBVP's blijven achter in het basisnetwerk, o.a. omdat deze op locaties liggen met veel verkeer en brandstofafzet.



Figuur 52 Cumulatieve afname vraag en cumulatieve afgebouwde capaciteit.

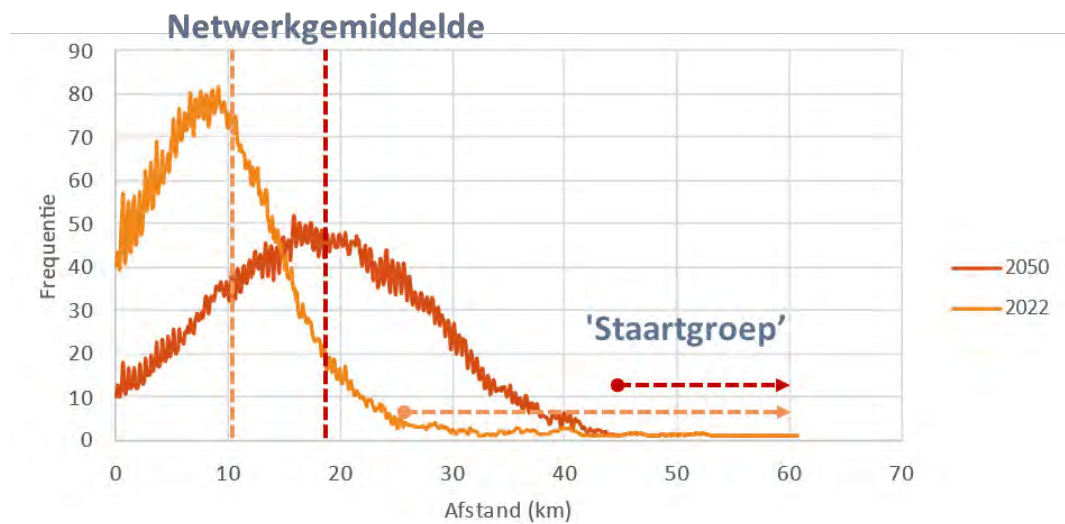
In figuur 53 is de berekende gemiddelde afstand in het netwerk te zien in relatie tot de geaccepteerde gemiddelde afstand (criterium 1 dekkend netwerk). Te zien is dat in dit transitiescenario de berekende gemiddelde afstand ruim onder de geaccepteerde gemiddelde afstand blijft. De berekende gemiddelde afstand in het transitiescenario neemt langzaam toe. In 2036, als de brandstofafzet bijna gehalveerd is, is de gemiddelde netwerkafstand opgelopen tot 14,3 km. In 2050 is de gemiddelde afstand opgelopen tot 18,7 km, ruim onder de geaccepteerde gemiddelde afstand. Criterium 1 vormt dus geen beperkende factor voor dit transitiescenario.

De maximale afstand tot een MBVP is aan het eind van dit scenario nog steeds 60,7 km (want er blijft een basisnetwerk over) en het de omvang van de 'staartgroep' met kwetsbare locaties is afgenomen tot 0,7% (3,5% in uitgangssituatie 2022). De verklaring hiervoor ligt echter in de ruimer geworden grenswaarde voor deze staart (oranje lijn in figuur 53). Naarmate de geaccepteerde gemiddelde netwerkafstand mag stijgen naar maximaal 30 km, vangt de staartgroep ook pas aan bij locaties met ten minste 45 km afstand tot de eerstvolgende MBVP.

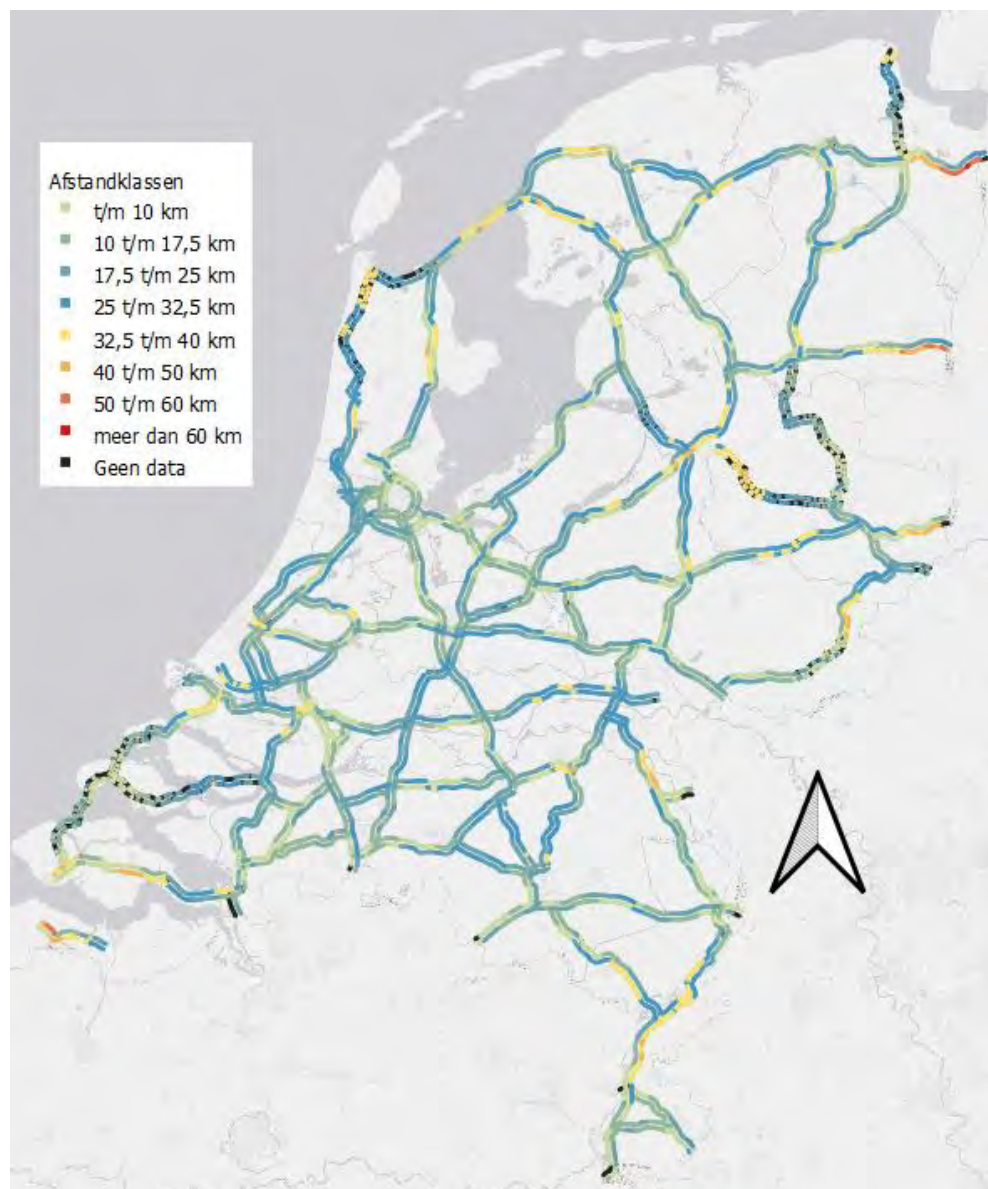


Figuur 53 Berekende gemiddelde afstand (blauw) in relatie tot geaccepteerde gemiddelde afstand.

In figuur 54 is de spreiding van de afstanden tot MBVP's te zien voor de huidige situatie (2022) en naar aanleiding van dit transitiepad (2050). In vergelijking 2022 is te zien dat de verdeling naar rechts schuift, met een netwerkgemiddelde dat toeneemt van 10,2 km naar 18,7 km, en bijna niet meer rechts-scheef verdeeld is. De staartgroep is hierdoor ook korter en kleiner geworden. In figuur 55 is de dekking te zien van het HWN naar aanleiding van dit transitiescenario. Waar in 2022 de wegvakken in de categorieën 't/m 10 km' en '10 t/m 17,5 km' dominant waren is dit nu opgeschoven naar '10 t/m 17,5 km' en '17,5 t/m 25 km'.



Figuur 54 Spreiding van 'afstanden tot MBVP's' van locaties langs het HWN in 2050 versus 2022.



Figuur 55 Dekking Nederlands HWN in 2050 bij in standhouden basisnetwerk.

5.4 LEERPUNTEN

In de vorige paragraaf zijn twee mogelijke transitiepaden doorlopen voor het ombouwen van MBVP's tot een zero-emissie VZP. In deze paragraaf beschrijven we de leerpunten die we daaruit op kunnen maken. Deze leerpunten c.q. overwegingen zijn per thema gegroepeerd in de volgende secties.

5.4.1 Scenario 'Volgorde veilingmomenten zonder terugval op basisnetwerk'

Door *alle* veilingmomenten vanaf een bepaald aanvangsjaar (in dit scenario vanaf 2025) in te zetten als moment voor het ombouwen van tankstations naar laadstation blijft vanaf 2039 geen dekking met betrekking tot MBVP's meer over. Dit betekent dat de weggebruikers vanaf dat moment niet meer kunnen tanken langs het HWN en zullen moeten uitwijken naar tankstations op het OWN. Tussen 2035 en 2040 neemt de dekking van het tanknetwerk reeds sterk af, terwijl in 2035 nog circa 50% van de verkeersprestatie uit fossiele kilometers bestaat en in 2040 nog altijd circa 25%. Een aanbeveling is om de gevolgen en risico's van dit scenario nader te onderzoeken met betrekking tot de benoemde aspecten van verkeersveiligheid, verkeer, emissies, bereikbaarheid- en capaciteit van tankstations op het OWN, etc. Ook met inachtneming van een eventuele terugval op een basisnetwerk kunnen in dit scenario 'gaten' ontstaan met betrekking tot capaciteit en geografische dekking. Dit komt doordat er in de periode tot aan er afgebouwd is tot het niveau van een basisnetwerk, geen rekening gehouden wordt met de drie netwerkcriteria voor een evenwichtig dekkend netwerk, waar in het andere transitiescenario wel op gestuurd wordt.

5.4.2 Scenario 'Handhaven evenwichtige dekking met terugval op basisnetwerk'

De leerpunten c.q. overwegingen vanuit het tweede scenario zijn:

- In beide transitiescenario's zijn de veilingmomenten leidend voor de gekozen volgorde van ombouw. Deze volgorde is echter van invloed op het wel of niet overschrijden van de randvoorwaarden voor dekking (de drie opgestelde netwerkcriteria). Doordat, bijvoorbeeld, VZP A reeds is omgebouwd kan VZP B niet meer worden omgebouwd, maar andersom zou ook mogelijk zijn geweest. Wees ervan bewust dat er meer combinaties mogelijk zijn. Het was echter niet de bedoeling alle combinaties door te rekenen en te presenteren;
- Tijdens dit scenario kwam naar boven dat een aantal MBVP's die aan de grens (en richting buitenland) liggen niet omgebouwd kunnen worden zonder de randvoorwaarden te overschrijden. Dit komt doordat voor de wegvakken richting de grens anders geen route naar een MBVP meer te berekenen is. Het gaat soms echter om relatief korte stukken weg. Aan de hand van vervolgonderzoek zouden buitenlandse MBVP's in grensgebieden kunnen worden meegenomen. Het kan ook een beleidsmatige keuze zijn om deze MBVP's toch om te bouwen;
- **Netwerkcriterium 1** voor de definitie van een dekkend netwerk (geaccepteerd gemiddelde afstand) bleek weinig beperkend zoals de invulling in het scenario gekozen is. In de eindsituatie van dit scenario is de gemiddelde afstand bijna verdubbeld, terwijl dit een factor 3 had mogen zijn (van 10,2 km naar 18,7 km versus de toegestane 30 km). Uitzoekpunt is of dit criterium strikter zou kunnen of dat een landelijk gemiddelde wellicht te algemeen is. Wanneer de gemiddelde afstanden per provincie voor de eindsituatie geanalyseerd worden is te zien dat er per provincie verschillen zijn (zie tabel 18). Wanneer criterium 1 strikter gekozen wordt, bijvoorbeeld een geaccepteerd netwerkgemiddelde dat mag stijgen naar maximaal 20 km in plaats van 30 km, dan

verandert ook de definitie van de 'staartgroep' (netwerkcriterium 2) in de tijd. De staart vangt in het eindbeeld (2050) dan niet aan vanaf 45 km maar vanaf 35 km). Er zijn dus diverse combinaties van sturingsprincipes mogelijk om het netwerk af te bouwen. Indien er voor een afbouwstrategie voor de tankinfrastructuur bepaalde netwerkcriteria beoogd worden zoals hier één mogelijk scenario is doorgerekend, is een aanbeveling om meer combinaties en scenario's te onderzoeken.

- **Netwerkcriterium 2** blijkt wel restrictief te zijn voor het transitiepad. Ook hier is echter meer onderzoek mogelijk naar de gevoeligheid van dit criterium. Wat als de grens bijvoorbeeld op het gemiddelde plus eenmaal of driemaal de standaardafwijking wordt gelegd? Dan zou criterium 1 wellicht ook restrictiever blijken. Bij een strikter criterium 2 blijft er naar verwachting een groter basisnetwerk over waarop wordt teruggevallen, terwijl bij een minder strikt criterium juist een kleiner basisnetwerk overblijft. Naast de omvang van het basisnetwerk kan ook nader onderzocht worden welke ligging en verdeling tussen stedelijke en landelijke gebieden resulteert in het basisnetwerk.
- Naast de drie netwerkcriteria zijn er nog andere uitgangspunten gehanteerd in de procedure om per zichtjaar de meest geschikte ombouwlocaties te selecteren. Dit betreft het uitgangspunt om de kleinste MBVP's qua afzet als eerst te selecteren en om nooit meer om te bouwen (qua afzetgrootte in 2022) dan de cumulatieve daling van de brandstofvraag in het zichtjaar. Het is een aanbeveling de gevoeligheid van deze uitgangspunten te onderzoeken en nader te toetsen aan onderliggende beleidsuitgangspunten.
- Door het overhouden van een basisnetwerk bestaande uit 59 MBVP's lijkt de nodige overcapaciteit te ontstaan met betrekking tot vulpunten (zie figuur 52). Dit zal leiden tot een lage bezettingsgraad voor de overgebleven VZP's en een lagere rentabiliteit. Wellicht kunnen deze MBVP's ook al deels worden omgebouwd (minder vulpunten en meer laadpunten). Een terugval op een basisnetwerk van 59 MBVP's langs het HWN is één mogelijke uitkomst op basis van een transitiescenario waarin voor het eerst in dit onderzoek netwerkcriteria zijn uitgewerkt. Er zijn andere uitwerkingen en doorrekeningen mogelijk die zullen leiden tot een groter of kleiner basisnetwerk en eventueel beter in lijn liggen met de beleidswensen of politieke voorkeuren.

Tabel 18 gemiddelde afstand per provincie bij eindsituatie (2050).

Provincie	Gemiddelde afstand (km)
Drenthe	19,74
Flevoland	16,70
Fryslân	20,42
Gelderland	18,72
Groningen	20,56
Limburg	18,24
Noord-Brabant	17,09
Noord-Holland	18,85
Overijssel	22,32
Utrecht	17,18
Zeeland	18,21
Zuid-Holland	18,00
Totaal	18,65

5.4.3 Algemeen

- Het valt buiten de scope van dit onderzoek om te kijken naar de rol van de overheid in relatie tot het overeind houden van een basisnetwerk voor tanken op VZP's langs het HWN. Onze aanbeveling is om gegeven de onzekerheden in de precieze ontwikkeling van de energiemix richting 2050 rekening te houden met de geschetste bandbreedte laag/hoog voor vloeibare brandstoffen in dit onderzoek. De twee doorgerekende transitie-scenario's zijn nu alleen voor het middenscenario doorgerekend.
- Daarnaast is een aanbeveling om de optie open te houden om het fossiele wagenpark verder te verduurzamen aan de hand van hernieuwbare e-fuels mocht deze route opportuun worden in de toekomst, bijvoorbeeld door een toekomstige opvolger van het Europese RED3 beleid of door nationale maatregelen om de klimaatdoelen en tussendoelen te kunnen behalen.

5.4.4 Aandachtspunten bij berekenen dekking

Bij het genereren van de data met betrekking tot rijafstanden naar VZP's zijn aannames gemaakt. Deze zijn hieronder benoemd in verband met het duiden van de resultaten:

- Naarmate het aantal VZP's afneemt en de dekking afneemt kunnen er soms 'vreemde' routes richting VZP's ontstaan. Dit kan gaan over routes die over het OWN gaan of routes naar VZP's die op een tegengestelde richting liggen (maar wel op een ander wegnummer);
- Met betrekking tot routes is geen rekening gehouden met hoofdverkeerstromen. Voorbeeld: het kan zijn dat wegvak Y stroomopwaarts van een knooppunt 'ok' is doordat op afzienbare afstand op een van de wegvakken stroomafwaarts van het knooppunt een VZP (met MBVP) ligt. De werkelijkheid kan zijn dat het gros van het verkeer dat wegvak Y passeert echter vervolgens niet ook de desbetreffende VZP passeert. Hierdoor kunnen weggebruikers de dekking van het netwerk anders ervaren.

Bijlagen

BIJLAGE 1: LIJST VAN VZP'S MET MBVP

1 Aalscholver	81 Galgenveld	161 Patiel
2 Akermaat	82 Ganzenveen	162 Peelerveld
3 Alblasserdam	83 Geffense Barriere	163 Peulwijk Oost
4 Arnemuiden	84 Geulenkamp	164 Peulwijk West
5 Aurora	85 Groote Bleek	165 Poort van Groningen
6 Baarveld	86 Groote Veldblokken	166 Portland
7 Bergermeer	87 Haarrijn	167 Raakeind
8 Bergh-Noord	88 Haasje	168 Reeuwijk
9 Bergh-Zuid	89 Hackelaar	169 Reunen
10 Bethlehem	90 Haerst	170 Ridderkerk
11 Bijleveld	91 Han Stijkel	171 Rijskade
12 Bisde	92 Hank	172 Romeinse Put
13 Bloemheuvel	93 Hazeldonk Oost	173 Roo de Til
14 Bloksloot	94 Hazeldonk West	174 Ruwiel
15 Blommendaal	95 Hazepad	175 Ruyven
16 Bodegraven	96 Helenaveen	176 Sandelingen Oost
17 Bolder	97 Hellevliet	177 Sandelingen West
18 Bornheim	98 Helvoirt	178 Sassenheim
19 Bospoort	99 Hendriksbos	179 Scheiwijk
20 Bosserhof	100 Hespelaar	180 Selnis
21 Bovenboer	101 Het Anker	181 Smalhorst
22 Breezanddijk Zuid	102 Het Gevlocht	182 Smarpot
23 Broerdijk	103 Het Goor	183 Smokkelpad
24 Buttersvliet	104 Het Lonnekermeer	184 Sonse Heide
25 Coosenhoek	105 Het Veelsveld	185 Spik
26 De Abt	106 Het Veen	186 Staeldiep
27 De Andel	107 Hoefplan	187 Steelhoven
28 De Beerze	108 Hoezaar	188 Steenenoek
29 De Bremberg	109 Hoge Kwel	189 Stienkamp
30 De Brink	110 Hondsiep	190 Stille Wald
31 De Buunderkamp	111 Honswijk	191 Streepland
32 De Fendert	112 Hooglanderveen	192 Struik
33 De Forten	113 Hoogvonderen	193 Swentibold
34 De Gagel	114 IJsselstein	194 t Hol
35 De Horn	115 IJzendijke	195 t Loo
36 De Horne	116 Jutphaas	196 t Strand
37 De Hucht	117 Kalix Berna	197 t Veentje
38 De Keizer	118 Keizershof	198 Tienbaan
39 De Knoest	119 Kerkeind Oost	199 Tollegen Noord
40 De Kooi	120 Kloosters	200 Tussenhoek
41 De Kreilen	121 Knorrestein	201 Twaalfmaat
42 De Kroon	122 Knuvelkes	202 Vanenburg
43 De Liede	123 Kolthoorn	203 Varakker
44 De Lucht	124 Kriekampen	204 Veenborg
45 De Lucht Oost	125 Kruisberg	205 Velder
46 De Lucht West	126 Kruisoord	206 Vliedberg
47 De Middelaar	127 Labbegat	207 Vliete
48 De Mieden	128 Laerd	208 Voetpomp
49 De Mussels	129 Lageveen	209 Voordaan
50 De Paal	130 Langveld	210 Vossedal
51 De Poel	131 Lemsterhop	211 Vrijenban
52 De Schaars	132 Lepelaar	212 Vundelaar
53 De Schelphoek Noord	133 Liesbosch	213 Weerbroek
54 De Schelphoek Zuid	134 Lingehorst	214 Wellerzand
55 De Slaag	135 Lokkant	215 Westerloo
56 De Slenk	136 Lucasgat	216 Wieringerwerf
57 De Somp	137 Maatveld	217 Wildinghe
58 De Sprang	138 Mandelan	218 Willemsbos
59 De Tille	139 Mastpolder	219 Witte Molen
60 De Veenen	140 Meedenertol	220 Wouwse Tol Noord
61 De Vink	141 Meelakkers	221 Wouwse Tol Zuid
62 De Vonken	142 Meiberg	222 Zaandam
63 De Walden	143 Middelsloot	223 Zalkerbroek
64 De Watering	144 Mienscheer	224 Zeyerveen
65 De Weeren	145 Mijnsheerenland	225 Zierikzee
66 De Wuust	146 Molendijk Lichtenvoorde	226 Zwartewater
67 De Zuidpunt	147 Molenheide	227 Zwinderscheveld
68 Deersels Oost	148 Molenkamp	228 Utrechtse Brug
69 Dekkersland	149 Neerduist	229 Zurich
70 Den Bout	150 Nijlanderveld	230 Raalte
71 Den Hoek	151 Nijpoort	
72 Den Ruygenhoek Oost	152 Oeienbosch	
73 Den Ruygenhoek West	153 Oeijenbraak	
74 Dikke Linde	154 Ooiendonk	
75 Dorpsheilen	155 Oude Riet	
76 Drieland	156 Oudenhorst	
77 Eemakker	157 Overbroek	
78 Eigenblok	158 Paardeweide	
79 Ellerbrug	159 Palmpol	
80 Elsgeest	160 Panjerd	