

Vervoerregio Amsterdam kiest voor bewezen en betaalbare emissievrije techniek *Voorkeurstechiek OV-bus: Opportunity Charging (OC), In Motion Charging (IMC) en plug-in afhankelijk van deelnetswerk*

CO₂ neutraal mobiliteitssysteem door in te zetten op zero emissie mobiliteit

Duurzaamheid is één van de thema's waar de Vervoerregio op inzet in het Beleidskader Mobiliteit en waarvoor randvoorwaarden en prestatie-eisen worden opgesteld bij het aanbesteden van OV-concessies. De Vervoerregio verduurzaamt door te kiezen voor Zero Emissie Mobiliteit en zet als eerste stap in op zero emissie bussen¹. Dit is in lijn met de afspraken van het Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer Per Bus; vanaf 2025 geen instroom meer van nieuwe dieselbussen en vanaf 2030 alle OV-bussen volledig emissievrij bij de uitlaat. Gezien het beperkte tijdspad, de benodigde investeringen en een mogelijk lock-in effect, kiest Vervoerregio niet voor tussenstappen zoals Groen Gas en Hybride, maar zet vol in op de realisatie van een CO₂ neutraal mobiliteitssysteem. In lijn met deze strategische opgave werkt Vervoerregio aan het Transitieprogramma Zero Emissie Mobiliteit. Daarbij is de ambitie om samen met de partners schoon en stil openbaar vervoer aan te bieden en zo een gezondere en prettigere leefomgeving te realiseren. De waarden van mobiliteit zijn immers veel breder dan alleen een verplaatsing: het is ook betrokkenheid bij de fysieke leefomgeving en toekomstige generaties.

De transitie naar emissievrij (ZE) busvervoer is innovatief en de verschillende ZE technieken zijn nog in ontwikkeling. Met de huidige ZE technieken zijn grote, betaalbare stappen te maken; uit actuele Total Cost of Ownership (TCO) berekeningen blijkt dat de TCO van elektrische bussen dicht bij diesel- en gasbussen komt². Ook uit de maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA) volgt dat de investering in ZE bussen maatschappelijk rendabel is. De Vervoerregio wacht daarom niet met implementatie van emissievrij busvervoer tot de technieken zijn uitontwikkeld. Om de doelstellingen tijdig te halen is wachten ook geen optie. We kijken pragmatisch naar de nu meest kansrijke technieken voor de deelnetswerken en hanteren een (economische) afschrijvingstermijn van 12 à 15 jaar waarin het ZE-systeem moet functioneren.

Emissievrij technieken – een overzicht van de mogelijkheden

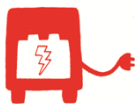
De Vervoerregio Amsterdam heeft een studie uitgevoerd naar 'Duurzaam OV in de Vervoerregio Amsterdam: Transitie naar zero emissie openbaar vervoer'. Daarin zijn vijf Zero Emissie technieken uitgewerkt: Plug-in, Opportunity Charging (OC), Batterijrolley (IMC), waterstof en een elektrische bus met waterstof range extender. Tabel 1 geeft een overzicht van de ZE varianten en E-bus laadstrategieën.

Kanttekening bij de twee ZE varianten die (deels) op waterstof rijden is de beperkte beschikbaarheid van waterstof. Zoals beschreven in het Klimaatakkoord, is de algemene verwachting dat toepassing van (groene) waterstof als grondstof en als energiedrager vooral na 2030 tot opschaling zal komen³. Huidige uitdaging bij de inzet van waterstofbussen is zowel voldoende opwekking als tankmogelijkheden; er zijn onvoldoende tankmogelijkheden en niet genoeg transportwagens beschikbaar om de gehele busvloot in de Vervoerregio te voorzien.

¹ Binnen het programma ZEM ligt de focus eerst op Zero Emissie OV (Bus, Tram, Metro) en specifiek op de verduurzaming van bussen, gezien de huidige ontwikkelingen in Zero Emissie bussen en de beperktere Zero Emissie opgave bij tram en metro.

² Zie: hoofdstuk 5 van 'Addendum - Duurzaam OV in de Vervoerregio Amsterdam: Transitie naar zero emissie openbaar vervoer'

³ Zie "Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord" d.d. 10 juli 2018

Zero Emissie technieken	
	Plug-in bus - Inzetbaar tot 250 km/dag (groeidend), meer met range extender 's Nachts langzaam opladen of overdag versneld bijladen in remise - Verlies passagierscapaciteit door zware batterij
	Opportunity Charging bus (tussentijds-bijladen-stationair, OC) - Snelladen inpassen in dienstregeling (wederzijds aanpassen) 1 minuut laden levert 7 km bereik met een 450 kW lader. - Kleinere batterij maar duurdere laadinfrastructuur
	Batterijtrolleybus (rijdend opladen, In-motion charging, IMC) - Vereist bovenleiding-infra maar minder dan reguliere trolleybus - Meer flexibele inzet tov reguliere trolleybus 15 minuten opladen geeft 20 km autonomie zonder draad
	Waterstofbus - Flexibele inzet, waarschijnlijk zelden actieradiusbeperking - Huidige beperking: logistiek van waterstoflevering / on-site productie
	Elektrische bus met waterstof range extender - Flexibele inzet, geen beperking van bereik door combinatie OC en range extender - Huidige beperking: logistiek van waterstoflevering / on-site productie

Tabel 1 ZE varianten en E-bus laadstrategieën

Actuele inzet van ZE bussen op basis van Opportunity Charging en Plug-in

Binnen de Vervoerregio rijden inmiddels ruim 100 ZE-bussen, dit is de grootste Europese vloot binnen een concessiegebied. In Nederland rijden ongeveer 300 ZE-bussen. In de concessies worden elektrische bussen ingezet die vooral laden met Opportunity Charging (OC). In Amstelland-Meerlanden, Amsterdam en Waterland vergt de afstand en/of de hoge frequentie van de bussen te veel capaciteit van de batterij om de dienstregeling te rijden zonder tussentijds bijladen. De vervoerders gebruiken laadpalen met hoge vermogens (450 kW) in publieke en private ruimte om tussentijds bij te laden. In de nacht gebruiken alle vervoerders Depot Charging (DC) met lage vermogens (30 kW) om de batterij van de bus volledig op te laden en te balanceren. In de concessie Zaanstreek zet de concessiehouder vanaf december 2018 midi plug-in bussen in die via DC worden geladen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de technieken in de lopende/gerealiseerde projecten.

	Amstelland-Meerlanden	Amsterdam	Waterland	Zaanstreek
Einde concessie	2028	2024	2021	2021
Verwachte aantal emissievrije bussen	100x 18m (2018) 3x 18m (2020) 83x 18m (2021) 75x 21m (2021)	22x 18m (2020) 9x 12m (2020)	10x 18m (2018)	5x midi (2018)
Techniek	Opportunity Charging	Opportunity Charging	Opportunity Charging	Plug-in

Tabel 2 Technieken in de lopende/gerealiseerde projecten

Vervoerregio zet in op bewezen Zero Emissie technieken: OC, IMC en plug-in

Technisch en operationeel is het mogelijk om direct te beginnen met verduurzamen van het OV door gebruik te maken van bewezen Zero Emissie varianten. Ook financieel is de inzet van Zero Emissie bussen verantwoord; de investering in ZE bussen is maatschappelijk rendabel en de Total Cost of Ownership (TCO) van elektrische bussen komt dicht bij diesel- en gasbussen. Opportunity Charging (OC), batterijrolleybussen (IMC - met gedeeltelijke bovenleiding) en plug-in bussen zijn alle drie reële opties. Ieder met een andere mogelijke inzet en prijskaartje.

Uit actuele Total Cost of Ownership (TCO) berekeningen blijkt dat de TCO van elektrische bussen dicht bij diesel- en gasbussen komt, uitgaande van een afschrijvingstermijn van tien jaar voor diesel en vijftien jaar voor elektrische technieken⁴. De aanschafkosten van ZE-bussen en laadinfrastructuur zijn aanmerkelijk hoger dan van dieselmussen. Dit verdient zich deels terug door lagere exploitatiekosten. Opportunity Charging (OC), batterijrolleybussen (IMC - met gedeeltelijke bovenleiding) en plug-in bussen zijn alle drie reële opties. De inzet van waterstofbussen (en elektrische bussen met waterstof range extender) is veel duurder dan elektrische bussen⁵. Dit geldt zowel voor de aankoop van de bussen als voor de brandstof. Welke elektrische variant de gunstigste is, verschilt per deelnetwerk.

Onderstaande tabel geeft inzicht in de onderscheidende kostenposten van Zero Emissietechnieken.

	OC	IMC	Plug in	Waterstof	Diesel
Kosten 18m bus (€)	€ 660.000	€ 760.000	€ 660.000	€ 1.210.000	€370.000
Brandstofkosten (€) per jaar	9 miljoen	9 miljoen	13 miljoen	58 miljoen	27 miljoen
Kosten extra personeel per jaar	€ 2.200.000	€ 2.200.000	€ 1.405.000	€ 1.940.000	€ 0
Kosten infrastructuur (15 jaar)	45 miljoen	228 miljoen	1 miljoen	*	*

Tabel 3 kosten per Zero Emissietechniek voor 18 meter bussen op basis van de MKBA en de Groene Cockpit

*deze kosten zijn private investeringen gedaan door commerciële partijen en verdisconteert in de brandstofkosten

Naast de hoge kosten voor de waterstof variant, is de beperkte beschikbaarheid van waterstof een issue; de algemene verwachting is dat toepassing van (groene) waterstof als grondstof en als energiedrager vooral na 2030 tot opschaling zal komen⁶. Momenteel zijn er onvoldoende opwekking en tankmogelijkheden. Ook zijn er niet genoeg transportwagens beschikbaar om de gehele busvloot in de Vervoerregio te voorzien. Op dit moment is de inzet van waterstofbussen dan ook geen reële optie.

Een vergelijkbare conclusie volgt uit de maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA). Tegenover de duurdere aanschafkosten voor bussen en vereiste investeringen in infrastructuur, staan lagere exploitatiekosten. De investering in ZE bussen is maatschappelijk rendabel doordat de maatschappelijke baten (klimaat, leefomgeving en reiscomfort) voor de meeste ZE varianten opwegen tegen de extra kosten. Uitzondering hierop is waterstof; de kosten van waterstofbussen en de brandstof zijn hoog, waardoor de maatschappelijke baten niet tegen de kosten opwegen.

⁴ Zie: hoofdstuk 5 van 'Addendum - Duurzaam OV in de Vervoerregio Amsterdam: Transitie naar zero emissie openbaar vervoer'

⁵ Blijkt uit de total cost of ownership (TCO) berekeningen in de studie 'Addendum – Duurzaam OV in de Vervoerregio Amsterdam: Transitie naar zero emissie openbaar vervoer'. Zie de figuren in de paragrafen 5.2.2, 5.3.2 en 5.4.2.

⁶ Zie "Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord" d.d. 10 juli 2018

Tabel 4 geeft inzicht in de Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA) bij het vervangen van de volledige busvloot in een zero emissie techniek ten opzichte van Diesel IV bussen.

MKBA tov diesel- IV Netto Contante waarde (2030)	Investering	Beheer, onderhoud, exploitatie	Baten	Totaal Netto Contante waarde (2030)
Plug-in bus	€ - 279 milj.	€ + 81 milj.	€ + 453milj.	€ + 255 milj.
Opportunity Charging bus (OC)	€ - 188 milj.	€ + 145 milj.	€ + 473 milj.	€ + 429 milj.
In Motion Charging bus (IMC)	€ -526 milj.	€ + 105 milj.	€ + 476 milj.	€ + 55 milj.
Waterstofbus	€ -369 milj.	€ - 391 milj.	€ + 524 milj.	€ - 236 milj.

Tabel 4 Maatschappelijke Kosten Baten Analyse per Zero Emissie techniek ten opzichte van Diesel IV bussen: negatieve waarde betekent meerkosten tov diesel, een positieve waarde betekent een baat tov diesel

Opportunity Charging komt het meest gunstig uit de MKBA. De investeringskosten voor OC zijn hoger dan de investeringskosten voor dieselbussen (circa 189 mln. € extra). Dat komt doordat de bussen duurder zijn, er meer bussen nodig zijn om dezelfde dienstregeling te kunnen rijden en er laadinfrastructuur nodig is. Dit wordt echter voor een groot deel terugverdiend door lagere brandstofkosten (circa € 9 mln. per jaar, diesel brandstofkosten kosten ca. €27 miljoen per jaar).

Als de volledige vloot nu van diesel-VI⁷ in OC zou worden omgezet is circa € 43 miljoen extra nodig ten opzicht van diesel (in contante waarde) voor een periode van 15 jaar. Dit is een kostenstijging van 2% ten opzichte van de huidige kosten om 15 jaar dieselbussen te laten rijden.

De maatschappelijke baten van een OC-vloot zijn bijna € 500 miljoen euro hoger dan diesel (netto contante waarde, over 15 jaar). Dit grote effect komt vooral door de hoge waardering van het ontbreken van CO₂ uitstoot. Met een lagere CO₂-waardering (bepaald in de gevoeligheidsanalyse) zijn de maatschappelijke baten alsnog € 166 miljoen euro hoger dan diesel.

Voorkeurstechniek Vervoerregio: OC, IMC en plug-in afhankelijk van de karakteristieken deelnetwerk

Pragmatisch kijkend naar de inzet van ZE bussen in specifieke deelnetwerken voorziet Vervoerregio voor de aankomende 15 jaar dat OC, IMC en plug-in de meest kansrijke technieken zijn om toe te passen. Deze technieken zijn bewezen, zijn financieel haalbaar en worden in de praktijk toegepast. De inzet van waterstofbussen is op dit moment niet reëel. In een latere fase (vanaf 2030) is de inzet van waterstofbussen na heroverweging wellicht een reëel alternatief. De best betaalbare techniek verschilt per deelnetwerk. Globaal is de best betaalbare techniek per deelnetwerk:

- Lijnen met aantal km < 80.000 per jaar: plug-in bussen
- Lijnen met aantal km tussen 80.000 en 130.000 per jaar: OC bussen
- Lijnen met aantal km > 130.000 per jaar: OC/IMC bussen

De specifieke karakteristieken van het deelnetwerk, zoals vervoer over de snelweg of door de stad, hebben invloed op de keuze voor een bepaalde techniek. De Vervoerregio ziet in de lopende projecten dat OC bussen in veel deelnetwerken goed toepasbaar zijn, plug-in bussen zijn kansrijk voor kleinere bussen met een beperkt aantal kilometers per dag en IMC bussen bieden mogelijk uitkomst op een hoogfrequent

⁷ Dit is een aanname om een consistente vergelijking te kunnen maken. De huidige vloot bestaat niet alleen uit diesel-VI bussen, maar ook uit oudere diesel varianten met name EEV. Daarnaast zijn dit jaar ook ruim 100 OC bussen ingestroomd.

traject als de Zuidtangent. De Vervoerregio onderzoekt per deelnetwerk met haar partners of OC, IMC of plug-in technisch, financieel en ruimtelijk het meest kansrijk is en maakt dan een definitieve keuze. De Vervoerregio volgt de technologische ontwikkelingen van de Zero Emissie technieken op de voet en neemt bij een definitieve keuze op deelnetwerkniveau de laatste stand van zaken mee.