

Inschatting dieselvebruik en CO₂-emissies standkachels in zero-emissiebussen

Aanleiding

In 2013 starten de eerste vervoerders met de introductie van zero-emissiematerieel in het Nederlandse openbaar vervoer. Inmiddels heeft Nederland in verhouding het grootste aandeel zero-emissiebusse in Europa. De verdere introductie leidt tot nieuwe vragen rond zero-emissiebusvervoer. Twee daarvan hebben betrekking op het verwarmen van de voertuigen; dat kost immers energie.

Op sommige plekken hebben zero-emissiebusse voor de verwarming van de voertuigen standkachels, die meestal worden gevuld met diesel. Onderzoeksbureau Duinn heeft in opdracht van CROW-KpVV onderzocht tot welke uitstoot dit leidt. Daarnaast is gekeken of er alternatieven zijn voor dergelijke standkachels.

In deze notitie gaan de onderzoekers achtereenvolgens in op de achtergrond van dit onderzoek, de verwarming van ov-busse in Nederland, de gehanteerde onderzoeksmethode in vijf stappen, de bevindingen, conclusies en aanbevelingen.

Achtergrond

Een zero-emissiebus, zijnde een batterij-, trolley-, of waterstofbus, wordt in het lexicon gedefinieerd als een bus zonder uitstoot. De Europese Clean Vehicle Directive (2019/1161/EU) definieert zero emissie als minder dan 1 gram CO₂/km uitstoot. De uitstoot wordt dan gemeten aan de uitlaat, indien aanwezig.

Zero-emissiebussen kunnen zijn uitgerust met een door brandstof aangedreven verwarming; een standkachel. Die is gunstig voor de actieradius van de bus, omdat alle energie dan kan worden benut voor de aandrijving. De vraag is echter of een bus dan nog geheel zero emissie is. Volgens de definitie zoals hierboven staat, is het voertuig nog steeds een zuiver elektrisch voertuig aangezien naar de aandrijving en uitlaat wordt gekeken. In de programmagroep Zero Emissie Bus is besloten om ondanks dit gegeven toch in kaart te brengen wat de omvang is van de uitstoot van standkachels. Immers elke reductie van uitstoot is welkom.

Op verzoek van CROW-KpVV heeft Duinn onderzocht hoe groot de inzet en de impact zijn van standkachels in zero-emissiebussen in het Nederlandse openbaar vervoer.

De vragen van CROW-KpVV zijn:

- Welke omvang heeft het energieverbruik en wat is de CO₂-uitstoot van standkachels in zero-emissiebussen?
- Welke alternatieven zijn er voor het verwarmen van zero-emissiebussen?

Voordat we ingaan op de onderzoeksmethode en de uitkomsten geven we eerst een korte omschrijving van de verwarming van ov-bussen in Nederland.

Verwarming van ov-bussen in Nederland

Vervoerders in Nederland passen doorgaans één van drie verwarmingstechnieken toe: elektrische kachels, warmtepompen of brandstofkachels (ook wel standkachels genoemd). Dit kunnen losstaande elementen zijn, of gecombineerde en geïntegreerde HVAC-systemen (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Brandstofkachels functioneren soms ook naast elektrische HVAC-systemen. Die systemen kunnen in vele uitvoeringen worden geleverd. Zowel qua vermogens (10-40 kW is gangbaar in bussen) als brandstoftype: diesel, HVO, gas, LPG, LNG of dual-fuel-configuraties. De twee marktleiders in Nederland zijn Webasto en Thermo King. Beide producenten leveren alle soorten verwarming.

In een normaal jaar wordt in Nederland zo'n 25% van de dienstregelingen actief gekoeld en 25% van de tijd actief verwarmd (analyse van Duinn). Waar in een diesel- of gasbus de restwarmte van de motor kan worden benut voor verwarming van de cabine, is dit voor elektrische bussen niet mogelijk. Een verbrandingsmotor in een diesel- of gasbus kan 5-10 kW aan (rest)warmte leveren (bron: Valeo Thermomanagement).

Tot een buitentemperatuur van zo'n 7 °C voldoet doorgaans de restwarmte van de motor om het voertuig te verwarmen. Wanneer de temperatuur lager is – dit komt in Nederland ongeveer vijf maanden per jaar voor – wordt de bus elektrisch verwarmd met de HVAC, waarbij de elektriciteit van de dynamo komt.

Elektrische warmtepompen zijn efficiënter dan elektrische kachels en zijn daarom aantrekkelijker voor zero-emissiebusen. Echter, warmtepompen zijn onder 5 graden Celsius niet volcontinue in te zetten en onder -5 °C verliezen ze hun werking. Ter illustratie: in februari 2021 bij zeer strenge vorst konden de warmtepompen in de elektrische bussen van Qbuzz (Ebusco en Heuliez) en Keolis (BYD) het niet meer aan om de voertuigen te verwarmen. Dit toont de kwetsbaarheid aan van elektrische bussen met uitsluitend warmtepompen.

Elektrische kachels kunnen bij dergelijke lage buitentemperaturen nog wel functioneren, maar het hogere elektriciteitsverbruik kunnen de actieradius van elektrische bussen met zo'n 50% verlagen bij strenge vorst.

Het installeren van een standkachel kan er voor zorgen dat de actieradius van zero-emissiebussen niet wordt beperkt en dat de bussen ook onder extreme weersomstandigheden volwaardig kunnen worden ingezet. Aangenomen wordt dat tot 7 °C wordt verwarmd met de HVAC, aangezien dat goedkoper is in operatie en de impact op de actieradius relatief beperkt is.

Het verbruik van een standkachel hangt af van het aantal draaiuren, de efficiëntie en de warmtevraag in kW. Het uitgangspunt is dat de warmtevraag voor een 12-meterbus ongeveer 8 kW bedraagt bij een buitentemperatuur van 7 °C, en ongeveer 20 kW bij een temperatuur van -15 °C.

De gemiddelde (dag)temperatuur in de winter was 6,4 °C in 2020 (KNMI). Het was zo'n 17% van de dagen in het jaar kouder dan 7 graden. Gemiddeld rekenen wij met een warmtevraag van 11 kW.

Onderzoeksmethode

In de gehanteerde onderzoeksmethode zijn de volgende vijf stappen gezet:

1. Overzicht opgesteld van hoeveel, welk type en welke serie zero-emissiebusen zijn ingezet in 2020.
2. Opgeteld hoe vaak elk type bus is ingezet in de dienstregeling.
3. Analyse welk type en welke serie wel of niet is uitgerust met een standkachel en geïnteriseerd welke brandstof daarvoor wordt gebruikt.
4. Voor een dieselstandkachel in het voertuig is berekend hoelang deze is ingezet (op basis van de buitentemperatuur) en hoeveel diesel hierbij is verbruikt.
5. Ten slotte is de dieselhoeveelheid omgerekend naar CO₂-uitstoot.

Voor stap 1 en 2 van dit onderzoek keken we naar het energieverbruik van verwarming (en koeling) van zero-emissiebusen bij inzet in de dienstregeling op basis van grootwagenaanpaknummer voor de geplande en gerealiseerde ov-diensten (koppelvlak 1 en 6) voor 2020.

Voor stap 3 van dit onderzoek hebben we gebruikgemaakt van eigen inventarisaties, opgedane kennis bij aanbestedingen, deskstudies, informatie van concessiebeheerders, informatie van vervoerders, leveranciers en (oud-)wagenparkbeheerders.

Het bepalen van het energieverbruik (stap 4) van verwarming en koelen gaat gepaard met grote onzekerheden door de grote verschillen in geïnstalleerde systemen, verwarmingsstrategieën (af- en instellingen), weersomstandigheden, isolatie van de bus, aantal startstops (openen deuren), materieelinzet en het gewenste comfortniveau van de chauffeurs. Ov-bussen zijn maatwerk en worden per levering en concessie geconfigureerd naar de wensen van de vervoerder. Het grote aantal verschillende verwarmings- en koelingssystemen dat wordt geïnstalleerd, wordt niet centraal geregistreerd door bijvoorbeeld de Rijksdienst voor het Wegverkeer.

Niet alle bussen zijn uitgerust met sensoren, waarin het exacte energieverbruik voor verwarmen (en koelen) wordt gemeten en vastgelegd. In dit onderzoek rekenen wij

met jaargemiddelden en kengetallen op basis van de buitentemperatuur.
Voor een typische zero-emissiestadsbus gaat gemiddeld over het jaar ongeveer 25% van de elektriciteit op aan verwarming, koeling en boordsystemen (verlichting, schermen).

Bevindingen

De inventarisatie was niet eenvoudig uit te voeren doordat er geen centrale registratie is van de verwarming van de voertuigen. Uit de analyse komt naar voren dat er vanaf 2017 nagenoeg geen elektrische bussen meer zijn ingestroomd die zijn uitgerust met een brandstofkachel. Uitzondering is vervoerder Hermes die eind 2017 in Zuidoost-Brabant nog elektrische bussen van VDL met standkachel binnen kreeg. Alle bussen van VDL, Ebusco, BYD en Heuliez die sindsdien zijn ingestroomd zijn, voor zover bekend, voorzien van moderne HVAC's zonder brandstofstandkachel.

In 2020 zijn 218 elektrische ov-bussen geïdentificeerd in de dienstregeling met dieselstandkachel. De huidige rijdende waterstof- en trolleybussen zijn niet voorzien van brandstofstandkachels. Van de waterstofbussen was alleen de eerste serie van Amsterdam uitgerust met dieselstandkachel, voor zover bekend.

De tabel op de volgende pagina toont per concessie het aantal ingezette voertuigen met standkachel, met bijbehorend dieselvebruik en emissies. Mogelijk is het aanbod van elektrische ov-bussen met standkachel groter dan blijkt uit deze inventarisatie.

Dieserverbruik en uitstoot CO₂ van standkachel

Concessiegebied	Aantal zero-emissiebusen met standkachel	Dieserverbruik standkachels in liters	Uitstoot standkachels in ton CO ₂
Amstelland-Meerlanden	102	94.949	299
Arnhem-Nijmegen	3	1.032	3
Limburg	40	25.230	79
Noord-Holland Noord	1	0	0
Noord- en Zuidwest Fryslân en Schiermonnikoog	11	1.492	5
Oost-Brabant	3	1.036	3
Zeeland	1	0	0
Zuidoost-Fryslân en Waddeneilanden	14	3.620	11
Zuidoost-Brabant	43	38.444	121
Nederland	218	165.803	521

Duinn, oktober 2021. De data zijn van 2020.

Conclusie en aanbevelingen

In 2020 zijn bij benadering 218 elektrische ov-bussen met dieselstandkachel ingezet in de dienstregeling. Het diesilverbruik voor de standkachels van alle zero-emissiebussen wordt ingeschat op 165.803 liter en de bijbehorende CO₂-emissie op 521 ton. Dit is 0,18% van de totale CO₂-uitstoot door het openbaar busvervoer in 2020.

Deze getallen zijn indicatief door de onzekerheden met betrekking tot de configuratie en inzet van de standkachels en het gebrek aan gemeten verbruikscijfers in de praktijk. Ook het specifieke aantal standkachels in zero-emissievoertuigen was onduidelijk. Desondanks komen we tot twee aanbevelingen:

Houd het diesilverbruik in zero-emissiebussen buiten beschouwing bij de landelijke monitoring. Mochten er in de toekomst (grote) aantallen zero-emissiebussen instromen met dieselstandkachels, dan zou dit heroverwogen moeten worden. Immers elke reductie van uitstoot, hoe klein ook, is welkom.

Een toename van de instroom van standkachels is overigens niet ondenkbaar. In februari 2021 bleek bij zeer strenge vorst dat de warmtepompen in de elektrische bussen van

Qbuzz en Keolis het niet meer aankonden. Daarmee toonden ze de kwetsbaarheid aan van elektrische bussen met uitsluitend warmtepompen.

Een oplossing uit de praktijk is om van een standkachel in een nieuwe bus te eisen dat HVO de brandstof is en niet diesel.

Deze verkenning maakt deel uit van de kennisagenda Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar vervoer per Bus.

Analyse

Onderzoeksbureau Duinn

Uitgave

CROW-KpVV

December 2021