



CO₂-voetafdruk van een elektrische bus (onderhoudsfase)

Arriva/Transdev

Rapporterend Bedrijf - 1

Arriva Nederland
Trambaan 3
8441 BH Heerenveen
Nederland

Ondersteund door

Hedgehog B.V.
Donauweg 10
1043 AJ Amsterdam
Nederland



Rapporterend Bedrijf - 2

Transdev Nederland
Stationsplein 13
1211 EX Hilversum
Nederland



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
1. Introductie	4
1.1. Context Arriva en Transdev	4
1.2. Doel	4
1.3. CO ₂ -Prestatieladder	4
1.4. Scope	5
2. Data en methodologie	6
2.1. Dataverzameling	6
2.2. Databases	6
2.3. Effectbeoordelingsmethode	6
3. Resultaten	7
3.1. Methode	7
3.2. Beperkingen	7
3.3. Spend-based vs activity-based	7
3.4. Aanbevelingen	8
3.5. Analyse reductiekansen	9
4. Conclusie	12

Managementsamenvatting

Met de inwerkingtreding van de CO₂-Prestatieladder Handboek v4.0 in januari 2025 staan Arriva en Transdev voor een nieuwe uitdaging: het behalen van Trede 2. Waar eerdere berekeningen voor busonderhoud gebaseerd waren op financiële uitgaven (spend-based), eist het nieuwe kader een scherpere focus op ketenemissies (Scope 3) en een hogere datakwaliteit. Dit onderzoek faciliteert de transitie van een spend-based naar een activity-based benadering, waarbij de werkelijke milieu-impact op productniveau centraal staat.

Dit onderzoek brengt de CO₂-uitstoot van onderhoud van elektrische bussen in kaart en laat zien dat een klein aantal onderdelen, met name batterijen en andere zware componenten zoals deuren en omvormers, verantwoordelijk zijn voor het grootste deel van de impact. Daarnaast blijkt dat de huidige spend-based methode de uitstoot aanzienlijk overschat (tot 44% voor Arriva), waardoor deze ongeschikt is voor betrouwbare sturing en besluitvorming.

De analyse maakt duidelijk dat bus onderhoud een relevante bijdrage levert aan Scope 3-emissies, maar dat de nauwkeurigheid van de resultaten nog wordt beperkt door gebrek aan leveranciersdata en het gebruik van aannames voor gewicht en materiaalsamenstelling. Hierdoor is dit rapport vooral een solide eerste stap richting een meer datagedreven en realistische benadering, maar nog geen volledig eindbeeld.

De twee belangrijkste vervolgstappen zijn:

- Het verbeteren van datakwaliteit en het opschalen van de activity-based methode. Door te focussen op de grootste CO₂-hotspots en leveranciers actief te betrekken bij het aanleveren van product- en emissiedata, kunnen Arriva en Transdev hun onderhoudsemisies gericht, betrouwbaarder en effectiever reduceren.
- Onderzoek naar verlenging van de batterijlevensduur. Batterijen vertegenwoordigen meer dan 74% van de gemeten impact in de onderhoudsfase, waarmee dit veruit de grootste hefboom is voor emissiereductie. Elk gewonnen levensjaar verlaagt de vervangingsfrequentie direct, en daarmee ook de bijbehorende productie-emissies. Een logische eerste stap is het in kaart brengen van hoeveel batterijen er jaarlijks worden ingekocht en waarom ze worden vervangen. Dit inzicht is te halen uit gesprekken met de eigen garages, en vormt de basis om vervolgens leveranciers en de bredere waardeketen te betrekken bij het verkennen van mogelijkheden om de levensduur te verlengen.

Het projectverloop en de onderliggende stappen zijn samengevat in afbeelding 1.



Afbeelding 1: Projectstappen

1. Introductie

1.1. Context Arriva en Transdev

Arriva en Transdev behoren tot de grootste exploitanten van openbaar vervoer in Nederland. Met een gezamenlijke vloot van meer dan 2.000 bussen, waarvan inmiddels ruim de helft elektrisch rijdt, spelen zij een centrale rol in de verduurzaming van de mobiliteitssector. Beide organisaties zijn gecertificeerd op niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder (Handboek v3.1), een certificering die essentieel is voor het behouden en verwerven van regionale concessies.

Sinds januari 2025 is Handboek v4.0 van kracht. Onder dit nieuwe kader hebben beide bedrijven de ambitie op Trede 2 (van de 3) te behalen. De actualisatie stelt scherpere eisen aan het in kaart brengen van ketenemissies (Scope 3) en vergroot daarmee de druk op de kwaliteit van de onderliggende data en methodologie.

Met de transitie naar elektrisch worden er geen nieuwe dieselbussen meer aangeschaft. Inzichten in de impact van elektrische bussen over hun gehele levenscyclus worden dus steeds belangrijker voor compliance. Op dit moment is de datakwaliteit van de huidige emissieberekeningen ontoereikend: emissies voor busonderhoud worden berekend op basis van financiële uitgaven (spend-based), een methode die te onnauwkeurig is om betrouwbare emissies te berekenen of gerichte reductiemaatregelen te onderbouwen.

1.2. Doel

Uit een eerste analyse van de 2024 voetafdruk op organisatieniveau is gebleken dat onderhoud één van de grootste emissiecategorieën vormt. Het doel van dit project is de overstap maken van een spend-based naar een activity-based benadering: emissies worden niet langer afgeleid uit financiële uitgaven, maar berekend op basis van concrete materiaal- en procesgegevens (kilogrammen, liters) en bijbehorende emissiefactoren, waarmee de werkelijke milieu-impact op productniveau zichtbaar wordt.

1.3. CO₂-Prestatieladder

Specifiek ondersteunen we Arriva/Transdev bij het voldoen aan drie eisen van de CO₂-Prestatieladder Handboek V4.0 - Trede 2 (januari 2025):

- *Eis 2.A.2: de organisatie heeft kwantitatief inzicht in haar scope 1-, scope 2-, scope 3-emissies en kwalitatief inzicht in haar OBE (Overige beïnvloedbare emissies)*
- *Eis 2.A.3 de organisatie heeft inzicht in haar organisatieactiviteiten en in de uitstoot van deze activiteiten*
- *Eis 2.A.5 de organisatie heeft inzicht in de waardeketens van haar belangrijkste activiteiten*

CRITERIUM 2.A.2-2 EMISSIE-INVENTARIS SCOPE 3

De organisatie moet de, middels een rapport, uitgewerkte CO₂-emissie-inventaris voor scope 1 en scope 2 van 2.A.2-1 uitbreiden met een kwantificering van scope 3 van de organisatie. De organisatie maakt op basis van deze rapportage een aparte scope 3-voetafdruk.

[...]

Voor het detailniveau en de betrouwbaarheid van de kwantificering voor scope 3 geldt het volgende:

e. Organisaties die langer gecertificeerd zijn, moeten het inzicht in scope 3 stapsgewijs verbreden, verbeteren en verfijnen. [...] De organisatie moet zoveel mogelijk gebruikmaken van werkelijke activiteit gegevens zoals hoeveelheden, aantallen, liters, oppervlaktes, etc.;

CRITERIUM 2.A.3-2 OMVANG VAN DE UITSTOOT PER ACTIVITEIT

Voor al haar bij 2.A.3-1 bepaalde organisatieactiviteiten moet de organisatie de scope 1, scope 2, scope 3 upstream en scope 3 downstream kwantitatief inschatten in kg of ton CO₂-equivalenten, als deze emissies naar verwachting materieel (scope 1 en scope 2) of relevant (scope 3) zijn.

CRITERIUM 2.A.5-1 WAARDEKETENANALYSE EN INZICHT IN DIRECTE RELATIES

Stap 5: analyse reductiemogelijkheden op de korte en middellange termijn: uit welke (productie)processen zijn emissies afkomstig, wat is het reductiepotentieel van deze bronnen onderverdeeld naar scope 1, scope 2 en scope 3 en welke mogelijkheden heeft de organisatie om deze te beïnvloeden en te reduceren, welke zijn daarvan het meest kansrijk, en op welke termijn, en welke beleidskeuzes kunnen daaruit voortkomen. Bij stap 5 hoort ook een inschatting of er eventuele negatieve effecten kunnen optreden binnen scope 1, scope 2 of scope 3 als gevolg van reductiemaatregelen

1.4. Scope

De analyse richt zich specifiek op de onderhoudsonderdelen (ingekochte goederen) van de volgende vloot:

- **Voertuigtype:**
- **Operationele status:** In gebruik bij Arriva en Transdev sinds 2023.
- **Levenscyclus:** een beoogde gebruiksfase van 10 jaar.

Het voertuigtype is gekozen als representatief voor de nieuwe generatie elektrische bussen die zijn aangeschaft door Arriva/Transdev. Omdat deze bussen recent in gebruik zijn genomen, beslaat de huidige data nog niet de volledige levenscyclus. Dit onderzoek moet daarom worden beschouwd als een startpunt waarop de komende jaren kan worden voortgebouwd.

Banden zijn uit de scope gelaten, aangezien deze via leasecontracten worden beheerd en hiervoor reeds een ketenanalyse is uitgevoerd door Transdev.

2. Data en methodologie

In deze sectie zijn de dataverzameling, de gebruikte databases en de effectbeoordelingsmethode (impact assessment method) beschreven.

2.1. Dataverzameling

De dataverzameling is uitgevoerd door Berber Dotinga (Manager Duurzaamheid) en Jos Peters (Spare Parts Manager) namens Arriva, en door David Knoop (Adviseur Duurzaamheid) namens Transdev. Hedgehog heeft het proces ondersteund door een op maat gemaakte datasheet te ontwikkelen die als basis diende voor de gegevensinvoer.

De inputdata bestaat uit een lijst van ingekochte onderdelen waarmee Arriva en Transdev de ZE bus onderhouden. De exclusieve fabrikant en enige leverancier van de onderdelen, heeft geen materiaalspecifieke data aangeleverd voor dit onderzoek. Het ontbreken van deze data maakt het gebruik van leveranciersspecifieke emissiefactoren onmogelijk en bemoeilijkt tegelijkertijd de toepassing van activiteitsgebaseerde data, omdat de materiaalsamenstelling van onderdelen dan niet rechtstreeks bekend is. Daarnaast was de betrouwbaarheid van de gewichtsgegevens die bij Arriva en Transdev beschikbaar waren beperkt, wat de onzekerheid in de datakwaliteit verder verhoogt.

Om de nauwkeurigheid van de inventarisatiedata te verbeteren, is een bezoek gebracht aan een Arriva-garage in Heerlen, het belangrijkste onderhouds- en revisiecentrum waar het reguliere onderhoud voor de gehele Arriva-busvloot in de regio plaatsvindt. Samen met Jos Peters, Spare Parts Manager bij Arriva, zijn representatieve voertuigonderdelen ter plaatse geïnspecteerd en gewogen met behulp van beschikbare weegapparatuur in de werkplaats. Voor onderdelen waarvoor geen directe meting mogelijk was, zijn op basis van technische documentatie en de praktijkervaring van Peters onderbouwde schattingen gemaakt voor zowel gewicht als materiaalsamenstelling.

Het veldbezoek heeft de databasis aanzienlijk concreter en betrouwbaarder gemaakt ten opzichte van de initiële desktop-inventarisatie. Primaire meetdata vervangen nu een deel van de eerder gehanteerde literatuurwaarden en generieke aannames, wat de onzekerheidsmarges in de relevante levenscyclusfasen merkbaar heeft verkleind. De bevindingen zijn gedocumenteerd en opgenomen in de achterliggende databestanden van het model.

2.2. Databases

De inputdata is gekoppeld aan emissiefactoren afkomstig uit de EcoInvent-database v3.12. EcoInvent is een van de meest gehanteerde achtergrondatabases binnen de LCA-praktijk en bevat gedetailleerde levenscyclusdata voor een breed scala aan materialen, productieprocessen en transportketens. De database werkt op basis van activiteitsdata: emissies en grondstoffenverbruik worden niet generiek geschat, maar afgeleid uit specifieke processen en ketens, wat de nauwkeurigheid en transparantie van de berekeningen ten goede komt.

2.3. Effectbeoordelingsmethode

Voor de kwantificering van CO₂-equivalente emissies zijn de karakterisatiefactoren uit het IPCC Sixth Assessment Report (AR6, 2021) gehanteerd. Dit rapport vertegenwoordigt de meest actuele wetenschappelijke consensus over klimaatverandering en hanteert een tijdshorizon van 100 jaar voor de bepaling van de opwarmingspotentie van broeikasgassen, uitgedrukt in CO₂-equivalenten (CO₂e).

3. Resultaten

3.1. Methode

Voor deze analyse zijn gezamenlijk meer dan 1.000 betalingen geïnventariseerd over de vloten van Arriva en Transdev. Om de analyse beheersbaar en doelgericht te houden, is de Pareto-methode (80/20-regel) toegepast: de top 20% van de onderdelen op basis van inkoopkosten vertegenwoordigt circa 80% van de totale uitgaven. Dit heeft geresulteerd in een selectie van 50 onderdelen die als hotspots zijn geïdentificeerd en nader zijn geanalyseerd.

Voor elk van deze onderdelen zijn emissies gemodelleerd op basis van emissiefactoren uit de EcoInvent-database v3.12. Emissies worden uitgedrukt in CO₂e per kilogram (voor gewichtsgebonden onderdelen) of in CO₂e per eenheid (voor componentspecifieke berekeningen), afhankelijk van de beschikbare data per onderdeel.

De volledige tabellen en onderliggende analyses zijn opgenomen in de bijlagen: Bijlage 1A voor Arriva en Bijlage 1B voor Transdev.

3.2. Beperkingen

De resultaten van deze analyse zijn gebaseerd op de beste beschikbare data, maar kennen inherente beperkingen die het beeld beïnvloeden. Een aanzienlijk deel van de berekeningen steunt op schattingen over type materialen en gewicht. Dit weerspiegelt de huidige staat van de markt: gedetailleerde emissiedata of specificatie op onderdeelniveau is bij de meeste leveranciers nog niet beschikbaar of wordt niet structureel bijgehouden.

De hoge ambitie op het gebied van Scope 3-rapportage van Arriva en Transdev wordt beperkt door de datamaturiteit van hun toeleveringsketen. De uitkomsten moeten dan ook worden gelezen als een zo nauwkeurig mogelijke momentopname binnen de huidige mogelijkheden: een solide vertrekpunt, geen definitief eindbeeld.

Om de nauwkeurigheid van toekomstige analyses structureel te verbeteren, wordt aanbevolen om in nieuwe en te verlengen leverancierscontracten concrete voorwaarden op te nemen rond het aanleveren van CO₂- en productdata. Door dit contractueel te verankeren, kan de afhankelijkheid van generieke schattingen stapsgewijs worden verminderd. De ambitie is daarbij om de berekeningsmethodiek stap voor stap te ontwikkelen: van spend-based naar activity-based, en uiteindelijk naar leveranciersspecifieke emissiedata, waarmee de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de emissieregistratie jaar op jaar toeneemt.

3.3. Spend-based vs activity-based

Een van de centrale doelstellingen van dit project was het zetten van een eerste concrete stap richting activity-based databerekening, om zo de nauwkeurigheid van de emissieregistratie te vergroten.

De resultaten laten een sterk uiteenlopend beeld zien tussen Arriva en Transdev. Voor Transdev bleef het verschil beperkt: de activity-based berekening lag slechts 2,9% hoger dan de spend-based benadering, wat erop wijst dat de gehanteerde spend-based emissiefactoren voor deze vloot redelijk representatief waren. Voor Arriva daarentegen was het verschil aanzienlijk: de activity-based berekening resulteerde in een uitstoot die 44,2% lager lag dan de spend-based schatting. Dit grote verschil is mede te verklaren doordat de eerder gehanteerde spend-based emissiefactoren voor Arriva sterk afweken van de werkelijke emissie-intensiteit van de onderdelen.

Dit illustreert een fundamentele beperking van de spend-based methode: kosten correleren niet noodzakelijkerwijs met de CO₂-voetafdruk van een onderdeel. Prijzen worden bepaald door marktdynamiek en fluctuaties in vraag en aanbod, niet door de fysieke emissie-intensiteit van het materiaal of productieproces. Daarnaast zijn veel reserveonderdelen op maat gemaakt en uitsluitend verkrijgbaar bij één leverancier, wat zowel het risico op overbetaling als op overschatting van emissies

structureel vergroot. De overstap naar activity-based data is daarmee niet alleen een methodologische verbetering, maar ook een noodzakelijke stap voor een eerlijk en betrouwbaar beeld van de werkelijke Scope 3-uitstoot.

3.4. Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen van dit project worden vijf aanbevelingen gedaan voor de verdere ontwikkeling van de Scope 3-rapportage bij Arriva en Transdev.

1. Activity-based emissiefactoren hergebruiken en opschalen

De onderdeel-specifieke emissiefactoren en de methodologie die in dit project zijn ontwikkeld, vormen een herbruikbare basis voor toekomstige rapportagecycli en voor andere bustypen. Deze factoren kunnen direct worden toegepast en waar nodig worden geactualiseerd op basis van nieuwe data. Door de methodiek op te schalen naar de bredere vloot levert de investering in deze eerste analyse een structureel en groeiend rendement op voor de Scope 3-rapportage van beide organisaties.

2. Analyse periodiek actualiseren naarmate de levenscyclus vordert

De bussen zijn sinds 2023 in gebruik met een beoogde levensduur van tien jaar. De huidige dataset beslaat daarmee slechts een beperkt deel van de volledige levenscyclus. Aanbevolen wordt om de analyse elke paar jaar te actualiseren met nieuwe onderhoudsdata, zodat het emissiebeeld over de tijd steeds representatiever en betrouwbaarder wordt.

3. Prioriteit geven aan CO₂-hotspots

De analyse wijst batterijen en complexe, zware onderdelen zoals deuren en converters aan als de voornaamste CO₂-hotspots. Voor deze onderdelen geldt dat duurzamere alternatieven vaak een langere doorlooptijd vergen, vanwege technische specificaties, leveranciersafhankelijkheid en inkoopcontracten. Daarnaast zijn er echter ook quick wins mogelijk: onderdelen of materialen waarbij een duurzamere keuze relatief weinig moeite kost en snel impact oplevert, ook op andere duurzaamheidscriteria dan CO₂. Denk bijvoorbeeld aan bekledings- of vloermaterialen in het interieur, waar een overstap naar gerecyclede of gecertificeerde materialen niet alleen de CO₂-voetafdruk verlaagt, maar ook bijdraagt aan circulariteit en het vermijden van schadelijke stoffen.

4. Starten met één onderdeel

Een bus bestaat uit duizenden onderdelen, en het is niet realistisch om de gehele keten in één keer aan te pakken. Aanbevolen wordt om te beginnen met één of twee specifieke onderdelen of materialen en daarover het gesprek aan te gaan met de betreffende leverancier en de bredere toeleveringsketen. Deze aanpak is in de praktijk toegankelijker dan een brede benadering op busniveau, en biedt een concrete ingang om productspecifieke emissiedata op te halen, duurzamere alternatieven te verkennen en mogelijke alternatieve specificaties te bespreken. Successen op onderdeel-niveau kunnen vervolgens als blauwdruk dienen voor de aanpak van andere hotspots.

4. Traceerbaarheid van emissiefactoren borgen

Op dit moment hanteren zowel Transdev als Arriva één generieke spend-based emissiefactor uit de EXIOBASE-database voor alle onderhoudsonderdelen, waarbij de exacte gehanteerde factor niet herleidbaar is. Voor alle toekomstige berekeningen wordt aanbevolen om volledige traceerbaarheid als standaard te hanteren: leg per berekening de databaseversie, naam van de emissiefactor, regio en de gehanteerde impact assessment-methode vast. Dit waarborgt de consistentie en vergelijkbaarheid van de rapportage van jaar op jaar.

5. CO₂- en productdata als contractuele verplichting verankeren

Gezien de huidige beperkte beschikbaarheid van leveranciersspecifieke data wordt aanbevolen om in nieuwe en te verlengen inkoopcontracten concrete voorwaarden op te nemen rond het aanleveren van CO₂- en productdata. Door dit contractueel te

verankeren, vermindert de afhankelijkheid van generieke schattingen en verbetert de kwaliteit van toekomstige analyses structureel.

3.5. Analyse reductiekansen

Op basis van de resultaten en de aanbevelingen in paragraaf 3.4 zijn de CO₂-hotspots en de bijbehorende reductiekansen voor de korte en middellange termijn geanalyseerd en in Tabel 1 in kaart gebracht.

Maatregel / Onderdeel	Potentieel CO ₂ -reductie	Beïnvloedbaarheid	Termijn	Mogelijke negatieve neveneffecten op Scope 1, 2 en 3
<p>Opschalen activity-based aanpak</p> <p>Hergebruik van onderdeel-specifieke emissiefactoren voor andere bustypes en toekomstige rapportagecycli</p>	<p>Hoog</p> <p>Hoog (indirect). Voor Arriva leidde de activity-based methode al tot een reductie van 44,2% in gerapporteerde emissies t.o.v. de spend-based aanpak. Opschaling naar andere bustypes levert structureel betrouwbaardere data en betere sturingsmogelijkheden op.</p>	<p>Hoog.</p> <p>De methodiek is al ontwikkeld en vormt een herbruikbare basis. Vermindert afhankelijkheid van generieke schattingen en verbetert de kwaliteit van toekomstige analyses structureel.</p>	<p>Korte termijn (direct toepassen en borgen)</p> <p>Middellange termijn (Periodieke actualisatie)</p>	<p>Geen directe negatieve neveneffecten verwacht op Scope 1, 2 en 3.</p>
<p>Batterij</p> <p>Onderzoek naar verlenging levensduur. Beginnen met het in kaart brengen van hoeveel accu's en batterijen per jaar er worden ingekocht voor alle bussen.</p>	<p>Hoog.</p> <p>Batterijen vertegenwoordigen >74% van de gemeten impact in de onderhoudsfase. Elk extra levensjaar verlaagt de vervangingsfrequentie en daarmee de inkoop van nieuwe batterijen direct.</p>	<p>Middelmatig.</p> <p>Sturing via rijgedrag en laadbeleid is intern mogelijk; celniveau degradatie valt deels buiten directe controle.</p>	<p>Middellange termijn</p>	<p>Geen directe negatieve neveneffecten verwacht op Scope 1, 2 en 3.</p>

<p>Arriva heeft een batterijonderzoekscenarium opgezet voor degradatieanalyses.</p>				
<p>CO₂- en productdata als aanbestedingscriterium</p> <p>CO₂-prestaties meewegen bij aanschaf nieuwe bussen (beleidskeuze inkoopbeleid) en bij nieuwe contracten met leveranciers.</p>	<p>Hoog</p> <p>Hoog op vlootniveau. Door CO₂-prestaties mee te wegen in aanbestedingen kan de gehele vloot op termijn worden vernieuwd met bussen met lagere onderhoud gerelateerde emissies. Vereist beschikbaarheid van betrouwbare, productspecifieke emissiedata van fabrikanten.</p>	<p>Hoog.</p> <p>Beleidskeuze die intern en contractueel verankerd kan worden. Afhankelijk van marktvolwassenheid en beschikbaarheid van CO₂-data bij fabrikanten.</p>	<p>Lange termijn</p> <p>(Afhankelijk van vervangingscyclus vloot)</p>	<p>Geen directe negatieve neveneffecten verwacht op Scope 1, 2 en 3.</p>
<p>Schade-onderdelen</p> <p>(Deuren / Bumpers)</p> <p>Analyseer de top schadefactoren per depot op basis van incidentdata.</p> <p>Train chauffeurs gericht op de meest voorkomende schadetypen.</p>	<p>Middelmatig</p> <p>Impact per onderdeel is relatief laag, maar de frequentie maakt het gecumuleerde effect relevant. Reparatie boven vervanging verlaagt de inkoop van nieuwe, emissie-intensieve onderdelen.</p>	<p>Middelmatig.</p> <p>Deels intern te regisseren via chauffeurstraining en incidentanalyse (Arriva, Transdev); een deel van het onderhoud wordt uitbesteed aan derde partijen.</p>	<p>Korte tot middellange termijn</p>	<p>Als onderdelen intern worden gereviseerd om Scope 3 (inkoop) te verlagen, kunnen Scope 1 (gas/brandstof werkplaats) en Scope 2 (elektriciteitsverbruik werkplaats) stijgen.</p>

<p>Duurzamere onderdelen inkopen</p> <p>Onderdelen met lagere CO₂-voetafdruk selecteren bij leveranciers</p>	<p>Laag op korte termijn. Middelmatig op lange termijn.</p> <p>Structurele sturing op materiaalketens kan productie-emissies verlagen, mits contractueel verankerd (zie aanbeveling 5). Op korte termijn beperkt door ontbrekende leveranciersdata en de positie van de exclusieve leverancier voor dit type bus.</p>	<p>Laag/Middelmatig.</p> <p>Onderdelen zijn leverancier-specifiek. Vereist structurele medewerking van leveranciers en contractuele verankering. Haalbaar als CO₂-eisen in inkoopcontracten worden opgenomen.</p>	<p>Middellange tot lange termijn (afhankelijk van leverancier)</p>	<p>Geen directe negatieve neveneffecten verwacht op Scope 1, 2 en 3.</p>
--	---	---	---	--

Tabel 1 - Analyse reductiekansen

De belangrijkste waardeketenpartners voor Arriva en Transdev bij het verduurzamen van bus onderhoud zijn dus de **busfabrikanten** en de **externe onderhoudspartijen**.

Busfabrikanten kunnen de Scope 3-uitstoot aanzienlijk verlagen door meer transparantie te bieden over de materiaalsamenstelling en herkomst van onderdelen, waarmee de huidige onzekerheid in emissieberekeningen wordt weggenomen. Daarnaast ligt hun kracht in het verduurzamen van zogenaamde hotspots door emissie-efficiëntere componenten te ontwerpen voor bronnen met een grote impact, zoals batterijen en zware onderdelen zoals omvormers.

Parallel hieraan spelen externe onderhoudspartijen een rol door actief te sturen op levensduurverlenging en revisie van onderdelen in plaats van directe vervanging. Bovendien kunnen zij de vervangingsfrequentie verlagen door schadefactoren per depot te analyseren en chauffeurs gericht te trainen op gedragsbeïnvloeding.

4. Conclusie

Dit onderzoek vormt een eerste concrete stap in de overgang van spend-based naar activity-based Scope 3-rapportage voor de onderhoudsonderdelen van de elektrische busvloot van Arriva en Transdev. Door de Pareto-methode toe te passen en de 50 meest materiële hotspots te modelleren op basis van de Ecolnvent-database, is een nauwkeuriger en transparanter emissiebeeld ontstaan dan voorheen mogelijk was.

De resultaten tonen aan dat de keuze voor berekeningsmethode substantiële gevolgen heeft voor de uitkomst. Het verschil tussen spend-based en activity-based berekeningen bedraagt 2,9% voor Transdev en 44,2% voor Arriva. Dit verschil weerspiegelt niet de werkelijkheid, maar de beperkingen van generieke emissiefactoren. De overstap naar activity-based data is daarmee een noodzakelijke voorwaarde voor betrouwbare Scope 3-rapportage en voor het onderbouwen van gerichte emissiereductie.

Tegelijkertijd maakt dit onderzoek de grenzen van de huidige datakwaliteit zichtbaar. Het ontbreken van leveranciersspecifieke emissie- en productdata, met de exclusief toeleverancier, vormt de voornaamste onzekerheidsfactor. De uitkomsten zijn daarmee een zo nauwkeurig mogelijke momentopname, geen definitief eindbeeld.

De methodologie, emissiefactoren en inzichten die in dit project zijn opgebouwd, vormen een herbruikbare en opschaalbare basis voor de jaren die volgen. Met periodieke actualisatie, gerichte leveranciersgesprekken en contractuele verankering van dataveristen kunnen Arriva en Transdev de kwaliteit van hun Scope 3-rapportage stapsgewijs verbeteren en daarmee blijven voldoen aan de eisen van de CO₂-Prestatieladder.

