

# Veiligheidsaspecten van het laadproces van elektrische bussen in de openbare ruimte in de IJssel-Vecht concessie

Definitief, 25 april 2020



Instituut Fysieke Veiligheid  
Kennisonwikkeling en onderwijs  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
Kemperbergerweg 783, Arnhem

026 355 24 00

### **Colofon**

Opdrachtgever: Provincie Overijssel  
Contactpersoon: Erik Jansen en Ruud van Sloten  
Titel: Veiligheidsaspecten van het laadproces van elektrische bussen in de openbare ruimte in de IJssel-Vecht concessie  
Foto-omslag: Bron: Nieuw-Volendam (brand in elektrische bus in nabijheid van laadinfrastructuur Edam)  
Datum: 25 april 2020  
Status: Definitief  
Auteurs: Nils Rosmuller, Sander Lepelaar en Erik van der Staak  
Projectleider: Erik van der Staak (Van der Staak Business Logic b.v.)  
Review: Ricardo Weewer  
Eindverantwoordelijk: Nils Rosmuller

# Inhoud

<b>Managementsamenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Achtergrond en aanleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Onderzoeksaanpak</b>	<b>10</b>
2.1 Doel en vraagstelling	10
2.2 Onderzoeksactiviteiten	11
<b>3 Technische veiligheid laadproces</b>	<b>13</b>
3.1 Context	13
3.2 Wet- en regelgeving, veiligheidseisen en technische maatregelen	15
3.3 Veiligheidsrisico's	20
<b>4 Calamiteitenbestrijdings-protocol bij brand</b>	<b>23</b>
<b>5 Beantwoording van de onderzoeksvragen</b>	<b>26</b>
<b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>29</b>
<b>Bronnen</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage 1: Vragenlijst</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage 2: Gesproken personen</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 3: Hoofdpijnen van de gevoerde gesprekken</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage 4: Checklist veiligheid busvervoerbedrijf</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 5: Toelichting aanbeveling 1: Haal veiligheid uit de concurrentiesfeer</b>	<b>37</b>

# Managementsamenvatting

## Aanleiding

Binnen de 'IJssel-Vecht-concessie' vindt elektrisch snelladen plaats in het publieke domein. Op station Zwolle, maar ook in Apeldoorn, Lelystad, Deventer, Harderwijk en Dedemsvaart zal frequent snelladen plaats gaan vinden met hoge laadstromen en met grotere aantallen reizigers in de directe nabijheid. De bussen worden geladen op basis van 'Opportunity charging' hetgeen betekent dat afhankelijk van factoren zoals het elektrisch verbruik en dienstregeling en omloop er op verschillende plaatsen en momenten met verschillende hoge vermogens geladen kan worden. Met 'opportunity charging' wordt een extra risico geïntroduceerd waar nog weinig onderzoek naar is verricht op het gebied van fysieke veiligheid gedurende het laadproces.

IFV (2016) concludeerde dat elektrische bussen op basis van kwalitatief literatuur onderzoek niet onveilig lijken dan dieselbussen. Kwantitatief is een verhoging/verlaging van risico's (nog) niet te onderbouwen omdat voor elektrische bussen grote datasets over gebruik en incidenten ontbreken<sup>1</sup>. Wel zijn de risico's andersoortig ten opzichte van dieselbussen; te weten elektrocutie en (langdurige) batterijbrand met uitstoot van gevaarlijke stoffen respectievelijk een vloeistofbrand.

Vooraf op het gebied van het snelladen zijn er geen normen en hoe dit aan te pakken, en dat is juist voor deze concessie met laden in de publieke ruimte met meer mensen in de buurt, een aandachtspunt. In dit kader hebben we voor de vervoerder en betrokken hulpdiensten een checklist en calamiteitenprotocollen ontwikkeld en conclusies en aanbevelingen geformuleerd.

## De opdracht en het onderzoek

De opdracht omvat derhalve het verkennen van mogelijke risico's, de te nemen veiligheidsmaatregelen, een checklist voor afhandeling door de vervoerder en het benoemen van elementen voor een protocol voor incidentbestrijding en calamiteitsafhandeling door veiligheidsinstanties en belanghebbenden.

Het onderzoek biedt antwoord op *twee vragen*:

1. Hoe kan de veiligheid van reizigers worden geborgd bij een calamiteit tijdens het laadproces?

---

<sup>1</sup> De oorzaak daarvoor kan zijn dat er weinig ongevallen plaatsvinden. Ook kan het zijn dat een eenduidige registratie ontbreekt. Duidelijk is wel dat elektrische busvervoer grootschalig ingevoerd wordt en dat het daarmee cruciaal is de veiligheid van alle facetten in de systeemketen nader te beschouwen. Zie ook de aanbeveling van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV, 2013) aan OV-autoriteiten en vervoersbedrijven.

2. Hoe ziet het calamiteitenbestrijdingsprotocol eruit?

#### **Beantwoording van de onderzoeksvraag 1:**

Voor een groot deel zit de borging van de passagiersveiligheid al in de afzonderlijke veiligheidsnormen voor de bus en de laadvoorziening. Voor (de passagiersveiligheid tijdens) het laadproces ontbreken veiligheidsnormen. Op basis van de eenvoudige vluchtmogelijkheden achten wij het niet nodig om tijdens het laden, de passagiers uit de bus te houden.

Voor de veiligheid van de passagiers, andere reizigers en omstanders bij een calamiteit tijdens het laden zijn er twee instanties die met hun procedures bij moeten dragen aan de veiligheid van passagiers, omstanders en personeel:

- Het vervoersbedrijf met zijn eigen calamiteitenprotocol voor busvervoer. Hierin moet beschreven staan hoe de buschauffeur en het (bus)vervoerbedrijf op gaan treden bij een calamiteit.
- De brandweer met zijn inzetprotocol: Hierin moet beschreven staan op welke wijze de brandweer de calamiteit kan bestrijden.

Beide protocollen zijn op hoofdlijnen uitgewerkt en moeten op elkaar zijn afgestemd. Ook de organisatorische veiligheidsverhogende maatregelen zijn op hoofdlijnen uitgewerkt. Dat is gedaan voor twee primaire betrokkenen bij de calamiteitenbestrijding, te weten het busvervoerbedrijf en de veiligheidsregio.

#### **Beantwoording van de onderzoeksvraag 2:**

De tweede onderzoeksvraag luidde: *Hoe ziet het calamiteitenbestrijdingsprotocol eruit?*

Het (gehele) calamiteitenprotocol bestaat uit het veiligheidsprotocol van het (bus)vervoerbedrijf en het inzetprotocol van de brandweer. Onderdelen van het veiligheidsprotocol en het calamiteitenprotocol zijn uitgewerkt.

De opdrachtverlening voor het openbaar vervoer is in handen van Gedeputeerde Staten (provincie). De Provincie is daarmee integraal eindverantwoordelijk voor de veiligheid. Vragen over de veiligheidsrisico's, de getroffen veiligheidsmaatregelen en de oorzaak komen zodoende bij de provincie terecht. Daarom is het goed om van tevoren onder regie van de provincie, afspraken te maken tussen provincie, gemeente, busonderneming en veiligheidsregio over de coördinatie, woordvoering en communicatie.

#### **Conclusies en aanbevelingen**

Het onderzoek heeft geleid tot de volgende hoofdconclusies en hoofdaanbevelingen:

1. IFV concludeerde al in 2016 dat elektrische bussen niet onveiliger lijken dan dieselbussen. In 2020 staat deze conclusie nog, met als kanttekening dat er onvoldoende datasets beschikbaar zijn voor een verdere beoordeling.

2. Hoewel er normen en wetgeving zijn voor elektrische bussen en laadpalen zijn er nog geen specifieke normen en/of wetgeving voor de combinatie van bus en laadpalen: het laadproces.
3. Het snelladen in het publieke domein (dus op locatie) vraagt om additionele veiligheidsmaatregelen.
4. Een eenduidige uitwerking van de operationele aspecten van het veiligheidsplan van de busvervoerder en de inzetprocedure van de brandweer, zijn nodig.

Onze hoofdaanbevelingen luiden:

1. Concessieverlener: Haal veiligheid uit de concurrentiesfeer van de openbare aanbesteding en stel aanvullende normen.
2. Concessieverlener: Zorg dat veiligheidsregio's worden geïnformeerd door de initiatiefnemer (concessiehouder) over de ideeën van plaatsing van laadvoorziening voor elektrische bussen in de publieke ruimte en stem het hen het calamiteitenbestrijdingsplan af.
3. Concessieverlener: Branden met elektrische bussen kennen we nog amper in Nederland. Een (substantiële) brand in een elektrische bus in Nederland zal derhalve veel (media)aandacht oproepen. Daarom is het wenselijk om onder regie van de provincie afspraken te maken met gemeente, vervoerder en veiligheidsregio over de woordvoering.
4. Concessiehouder: stel eisen aan de intrinsieke veiligheid van batterijen.
5. Concessiehouder: Zorg dat de veiligheidsrisico's van de eigen bedrijfsvoering systematisch worden beheerst door een veiligheidsmanagementsysteem.
6. Concessiehouder: Werk de beheersing van de veiligheidsrisico's uit in een veiligheidsplan waarvan het calamiteitenbestrijdingsplan een onderdeel is, net zoals onder meer de veiligheidsorganisatie, opleidingsplannen en onderhoudsregime van het materieel.

# 1 Achtergrond en aanleiding

Zero Emissie bussen (ZE-bussen) worden inmiddels op meerdere plekken in Nederland ingezet. Eerste duidingen van onderzoek (Brandveiligheid door IFV, Stichting ELaad, rapportages en TNO-onderzoek voor de Rijksoverheid) voeden de conclusie dat deze bussen 'veilig' zijn. Het gaat dan om de brand- en elektrische veiligheid.

(Bus)vervoerbedrijven<sup>2</sup> en brandweer<sup>3</sup> kennen hun veiligheidsplannen en incidentbestrijdingsprotocollen voor calamiteiten.

Vanuit OV-Oost (Provincies Overijssel, Gelderland en Flevoland) is nu ook een concessie vergund met grotendeels ZE-bussen. Elektrische bussen zelf lijken op voorhand geen verhoogd, noch een verlaagd risico op te leveren ten opzichte van dieselbussen (IFV, 2016). In het IFV rapport (2016) is een kwalitatieve analyse uitgevoerd naar veiligheidsaspecten van de bussen sec.

Met de dieselbus als uitgangssituatie, geeft de onderstaande tabel het verschil aan van de elektrische bus ten opzichte van de dieselbus op diverse veiligheidsaspecten.

**Tabel 1: Elektrische bus ..... dieselbus**

Vergelijkingsaspect	Elektrische bus ..... dan dieselbus
Scenariokans brand brandstof	Kleiner
Brandontwikkeling	Langzamer en geringer
Toxiciteit	Groter
Elektriciteit	Groter
Carcinogeniteit	Geen verschil/weinig gegevens gevonden
Bestrijdbaarheid	Moeilijker

<sup>2</sup> Pure busvervoerbedrijven zijn er bijna niet. Het betreft in zo goed als alle gevallen combinaties van bus-, tram-, trein-, trolleyvervoerbedrijven als regionale en stadsvervoerders. De term busvervoerbedrijf wordt gebruikt omdat het in dit rapport gaat om zero-emissie busvervoer dat door een (bus)vervoerbedrijf wordt gerealiseerd.

<sup>3</sup> Met de brandweer wordt in dit rapport de veiligheidsregio bedoeld. De brandweer voert bij de calamiteitenbestrijding in relatie tot elektrische bussen de belangrijkste repressieve taken uit Vanuit de veiligheidsregio. Vandaar dat we in de rest van het rapport spreken over de brandweer.

IFV (2016) concludeerde op basis van deze tabel dat elektrische bussen niet onveiliger lijken (met de nadruk op lijken vanwege enkele thans nog bestaande onzekerheden) dan dieselbussen.

Kwantitatief is een verhoging/verlaging namelijk (nog) niet te onderbouwen omdat voor elektrische bussen grote datasets over gebruik en incidenten vooralsnog ontbreken<sup>4</sup>. Wel zijn de risico's andersoortig ten opzichte van dieselbussen (elektrocutie en (langdurige) accubrand met uitstoot van gevaarlijke stoffen respectievelijk een vloeistofbrand).

De IJssel-Vecht-concessie betreft snelladen in het publieke domein. Onder meer op station Zwolle (panto up), maar ook in Apeldoorn, Lelystad, Deventer, Harderwijk en Dedemsvaart (allen panto down) zal frequent snelladen plaats gaan vinden met hoge laadstromen<sup>5</sup> en met grotere aantallen reizigers in de directe nabijheid. Dit betreft specifieke laadsituaties waar nog weinig onderzoek naar is verricht op het gebied van fysieke veiligheid.

Dus naast de elektrische bussen maken laadvoorzieningen (snelladen via 'opportunity charging') in het publieke domein onderdeel uit van het busvervoer-concept. Door het concept van 'opportunity charging' wordt derhalve een extra activiteit in het publieke domein uitgevoerd ten opzichte van het reguliere dieselbus-vervoerconcept en elektrische bussen die zonder 'opportunity charging' in de remise worden geladen, en daarmee wordt een extra veiligheidsrisico geïntroduceerd.

Deze rapportage verkent de hiermee gepaard gaande veiligheidsrisico's en de calamiteiten-bestrijdingsaspecten hiervan.

Dat met elektrisch busvervoer ongevallen plaats kunnen vinden en al plaats vinden, waarbij de elektriciteit voor complicaties zorgt, blijkt wel uit onderstaand incident. Overigens merken we hierbij op dat, op basis van persoonlijke communicatie (en nog niet bevestigd in een openbare onderzoeksrapportage), het hier niet het laadproces/de pantograaf was die aanleiding heeft gegeven voor de brand. De brand zou zijn ontstaan in de airconditionings-unit van de bus. Echter, de pantograaf heeft wel voor complicaties gezorgd tijdens de bluswerkzaamheden omdat de spanning tijdens de brand op de pantograaf is blijven staan. Ondanks het feit dat de onderzoeksrapportage nog niet beschikbaar is, willen we de voorlopige conclusie hier alvast delen. Achterliggende reden is dat dit incident geduid kan worden in het kader van de thematiek van dit onderzoek, te weten de veiligheid van het snellaadproces.

---

<sup>4</sup> De oorzaak daarvoor kan zijn dat er weinig ongevallen plaatsvinden. Ook kan het zijn dat een eenduidige registratie ontbreekt. Duidelijk is wel dat elektrisch busvervoer grootschalig ingevoerd wordt en dat het daarmee cruciaal is de veiligheid van alle facetten in de systeemketen nader te beschouwen. Zie ook de aanbeveling van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV, 2013) aan OV-autoriteiten en vervoersbedrijven.

<sup>5</sup> Overigens zijn er al concessies in Nederland waar langs de weg een zelfde concept van 'opportunity charging' wordt toegepast. Het onderscheid is dat laden hierbij niet plaats vindt met grotere aantallen reizigers in de directe nabijheid.



### Intermezzo: Elektrische bus in brand busstation Edam

<https://www.groot-waterland.nl/2019/01/25/elektrische-bus-in-brand-busstation-edam/>

*Rond de klok van een uur is vrijdagmiddag op het busstation van Edam een elektrische bus gedeeltelijk afgebrand tijdens het laden als gevolg van kortsluiting. Brandweer en politie waren snel ter plekke. Er zijn geen gewonden gevallen. De bus had geen passagiers aan boord. Tijdelijk was de provinciale weg afgezet.*

*Inmiddels is de weg weer open. Bussen kunnen in de loop van de middag weer rijden vanaf het station. Over de oorzaak is momenteel niets bekend, meldt een woordvoerder van EBS. "Dit is sowieso nog nooit gebeurd met deze nieuwe bussen. Ze rijden niet alleen in Edam maar ook elders in het land. We proberen uit onderzoek op te maken wat hier de oorzaak van is."*

*De elektrische bussen zullen vandaag niet meer in actie komen. "We kunnen niet bij het laadstation. Gangbare bussen worden ingezet om dit op te vangen."*

25 januari 2019 | categorie: **Edam-Volendam** | bron: Stadskrant



Deze brand vond plaats bij een busstation tijdens het laden. De brand wordt nog onderzocht. Ondertussen is al wel duidelijk dat het laadproces 'gewoon' door ging, terwijl de bus brandde. Er zijn diverse brandweervoertuigen uitgerukt ter bestrijding van de brand. De woordvoerder van de veiligheidsregio meldt hierover:

„Het ging om een moeilijke inzet voor de brandweer, omdat de bus nog aan de lader stond. Dat is vrij bijzonder”, meldt een woordvoerder van de Veiligheidsregio. „Daarom werd er groots opgeschaald. Als de bus onder stroom staat, kan je er niet zomaar water opgooien.”

## 2 Onderzoeksaanpak

### 2.1 Doel en vraagstelling

De risico's van de snellaadprocessen in de publieke ruimte (en bij remises) zijn onvoldoende bekend. Zelfs al zou de faalkans relatief klein zijn, de impact van een mogelijke calamiteit is groot.

Hoewel grosso modo elektrische bussen niet onveiliger lijken te zijn dan bussen met een verbrandingsmotor is het van belang om technische risico's en afhandelingenstrategieën van hulpdiensten en andere betrokkenen, zoals busvervoerder en gemeenten te kennen in geval van een incident. Er is bij bovengenoemde partijen, maar ook bij concessieverleners en keuringsinstanties onvoldoende kennis van de thermische, chemische en elektrische risico's bij het snelladen met grote publieksstromen in de openbare ruimte, zoals een busstation.

Het onderzoek richt zich op het snellaadproces in de publieke ruimte: de interactie tussen de laadvoorzieningen/-palen en de elektrische bus. Ook worden er een aantal remises gebouwd met zeer grote aantallen laders waar een groot aantal bussen gelijktijdig zal worden geladen, maar dat valt buiten de scope van dit onderzoek. Ook gaan we niet in detail in op de veiligheid van de elektrische bussen zelf, noch op die van de laadvoorzieningen. Daarvoor zijn namelijk bestaande eisen beschikbaar. Er zijn echter geen eisen over de interactie tussen bus en laadvoorziening. Deze leemte ten aanzien van het laadproces is derhalve uiterst relevant om te 'vullen'.

Hier komen de verschillende verantwoordelijkheden van partijen zoals de veiligheidsregio, busvervoerder en gemeente samen. Op dit moment is het nog niet helder genoeg wie welke maatregelen moet nemen en welke protocollen nodig zijn in geval van een calamiteit.

De opdracht omvat derhalve het verkennen van mogelijke risico's, de te nemen veiligheidsmaatregelen, een checklist voor afhandeling door de vervoerder en het benoemen van elementen voor protocol voor incidentbestrijding en calamiteitsafhandeling door veiligheidsinstanties en stakeholders.

Het onderzoek biedt antwoord op *twee vragen*:

1. Hoe kan de veiligheid van reizigers worden geborgd bij een calamiteit tijdens het laadproces?
2. Hoe ziet het calamiteitenbestrijdingsprotocol eruit?

Dit onderzoek is gericht op het benoemen van de opzet en de elementen van een *calamiteitenbestrijdingsprotocol* met:

1. Te nemen (technische) maatregelen door (bus)vervoerder en gemeente om het veiligheidsrisico voor buspassagiers bij calamiteiten tijdens het laden van de bussen in de publieke ruimte te reduceren;
2. Benoeming van elementen die nodig zijn voor een adequaat en goed functionerend calamiteitenbestrijdingsprotocol;
3. Beschrijving van de verdeling van verantwoordelijkheden over de stakeholders bij de calamiteitenafhandeling;
4. Een goede en bondige checklist voor controle door de concessieverlener en ter toepassing door de concessiehouder.

Aan de hand van dit protocol wordt ook de eerste vraag (veiligheid reizigers) beantwoord.

## 2.2 Onderzoeksactiviteiten

De onderzoeksactiviteiten die zijn uitgevoerd betreffen:

- Deskresearch
- Interviews
- Analyse en rapportage

Deze activiteiten worden hieronder kort beschreven:

### Desk research

Hierbij haken we aan en borduren we voort op het onderzoek 'Brandveiligheid van elektrische bussen' door IFV (30 september 2016) in opdracht van Stadsregio Amsterdam en Amsterdam Airport Schiphol. De beperkte deskresearch is bedoeld om te bezien of sprake was van actuele wijzigingen in de zienswijze van destijds. Tevens is een beroep gedaan op de kennis van de huidige experts die de opdrachtgever ondersteunen.

### Interviews

De interviews zijn bedoeld om ervaringen en veiligheidsmaatregelen tijdens het laadproces in relatie tot passagiersveiligheid met Zero Emission Bussen te inventariseren.

We hebben de volgende organisaties en personen<sup>6</sup> gesproken:

- Veiligheidsregio's (waaronder de veiligheidsregio IJsselland) om te bepalen wat hun informatiebehoefte en aanpak is bij incidenten
- ProRail (ervaring met veiligheidsvoorschriften bij hoge spanningen)

---

<sup>6</sup> Er zijn meer gesprekken gevoerd dan oorspronkelijk gepland. Gebleken is dat stakeholders geen of beperkte kennis van het onderwerp hebben. Door het voeren van extra gesprekken is geprobeerd additionele informatie te vinden. In bijlage 2 is de lijst van gesproken personen opgenomen: met een groot aantal is een persoonlijk gesprek gevoerd, met anderen heeft het contact per e-mail en telefoon plaats gevonden. Tevens is gesproken met de opdrachtgever: Erik Jansen en Ruud van Sloten.

- RDW en TÜV Rheinland (typegoedkeuringen voor elektrische bussen);
- RISE
- TNO (kennisinstelling met expertise op het gebied van elektrische voertuigen)
- HSL/VTT (vervoersautoriteit c.q. kennisinstituut in Helsinki - Finland);
- Concessieverleners (waaronder: vervoersregio Amsterdam, Provincie Noord-Brabant, Provincie Zuid-Holland)
- Keolis en haar toeleveranciers voor bussen, laadinfrastructuur en haar installatiebedrijf, te weten BYD, ABB en Batenburg/Sparrenboom
- Overige busvervoerbedrijven, waaronder Transdev en Arriva
- Onafhankelijk deskundige Dhr. H. van der Wal
- Overige toeleveranciers, waaronder Heliox
- Busvervoerbedrijf en brandweer België/Luxemburg

Ten behoeve van de interviews is een vragen/topiclijst opgesteld. Die is opgenomen in bijlage 1.

#### Analyse en rapportage

De gegevens uit de deskresearch en gevoerde gesprekken hebben we geanalyseerd. De analyse is niet gestoeld op een risico-analyse of bewezen veiligheidskundige methodes, omdat (grote hoeveelheden) data ontbreken. De analyse is gebaseerd op 'expert judgement'. Op basis van die analyse hebben we de elementen voor de calamiteitenbestrijdingsprocedure benoemd. Het gaat hierbij om:

- Maatregelen om de passagiersveiligheid bij calamiteiten tijdens het laden te benoemen;
- De onderdelen en opzet voor het calamiteitenbestrijdingsprotocol.

We benadrukken hier nogmaals dat we bij de calamiteitenprocedure specifiek aandacht besteden aan het laadproces en de hiermee gepaard gaande brand-/elektriciteitsrisico's. Die maken namelijk dat er sprake is van een afwijking van hetgeen thans al wordt gedaan door (bus)vervoerbedrijven in hun veiligheidsplannen (dieselbussen en CNG-bussen) en incidentbestrijdingsprotocollen van de brandweer. Die plannen en protocollen zijn namelijk voor branden met dieselbussen en elektrische bussen waarbij de elektriciteit (het laadonderdeel en de batterij) niet deelnemen aan de brand.

# 3 Technische veiligheid laadproces

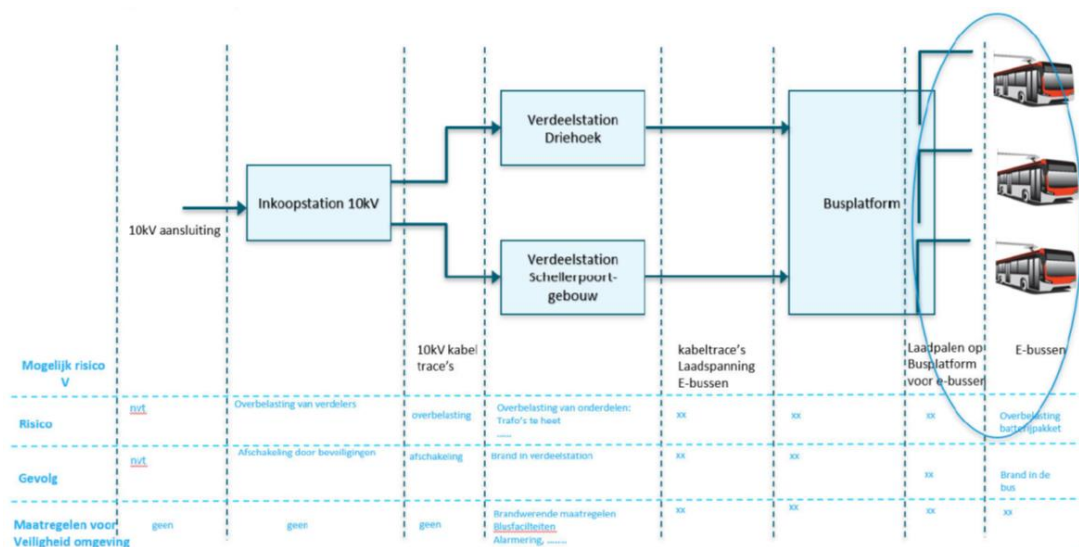
## 3.1 Context

De systeemketen behorend bij een laadproces van conductief laden van elektrische bussen kent meerdere stappen (in figuur 1 gevisualiseerd met lichtblauw-gemarkeerde rechthoeken). Die stappen benoemen we kort van links naar rechts in deze figuur. Vanuit het hoofd elektrisch net van 10kV is er een netaansluiting via een zogeheten inkoopstation. Via 10 kV kabeltracés is er verbinding met één of meer verdeelstations waar de laadstations zijn geplaatst. Van daaruit lopen er kabeltracés met laadspanningen (tijdens het laden) naar de afzonderlijke laadpalen op het busplatform. Hier halteren de elektrische bussen op basis van de reguliere dienstregeling en worden de bussen bijgeladen. De inkomende gelijkspanning van het elektriciteitsnet (400 Volt) wordt omgevormd tot 800 Volt wisselspanning die, via kabels naar de pantografen wordt getransporteerd. Het laadvermogen van een bus (hetgeen de bus afneemt uit het net) reikt nu tot circa 400kW.

Een dienstregeling op basis van 'Opportunity charging' betekent dat afhankelijk van factoren zoals het elektrisch verbruik en de omloop er op verschillende momenten met verschillende vermogens geladen kan worden. Ook het type batterij en de chemie daarvan is van invloed op het maximale laadvermogen gedurende een bepaalde tijdseenheid. Dit komt er op neer dat in de IJssel-Vecht concessie met een getrapte wijze van snelladen kan worden gewerkt. Voor het laden van de bussen op de laadsystemen in Zwolle betekent dit dat er bijvoorbeeld met verschillende vermogens wordt geladen gedurende verschillende tijdseenheden in de onderstaande volgorde:

- 1) 300 kW lading gedurende 10 minuten (maximaal)
- 2) 244 kW lading gedurende 15 minuten (maximaal)
- 3) 150 kW lading gedurende resterende tijd.

Zoals uit deze beschrijving valt op te maken is het directe laden van de bussen onderdeel van een grotere keten, hierboven beschreven en hieronder in de figuur weergegeven. Deze figuur is geënt op de Zwolse situatie (panto up en laadvermogen tot 300kW). Andere halteplaatsen kennen een panto down-laadsysteem en lagere laadniveaus.



Figuur 1: Illustratie van de systeemketen voor de Zwolse situatie (panto up).

Voor het deel van het laadproces dat de directe koppeling van elektrische bus en elektrische laadpaal omvat, zijn twee systemen voorzien in de concessie, panto up en panto down:

- Panto up. De laadsystemen op het busstation in Zwolle zijn van het panto up systeem van de fabrikant ABB en laden op basis van 'opportunity charging'. Bij 'opportunity charging' wordt de bus tussentijds gedurende stops bijgeladen. Bij panto up bevindt de pantograaf zich op de bus. Op de wal staat een paal met 'hood', (een kap) waar de pantograaf zich tegenaan duwt waarna er door activatie van het laadprotocol een gesloten circuit tussen de laadpaal en de bus ontstaat waarna de batterijen in de bus kunnen worden opgeladen. Na het voltooien van de laadcyclus beëindigt het protocol de verbinding en zakt de pantograaf terug op de bus waarna de bus verder kan rijden.
- Panto down. Overige snellaadsystemen in de concessie, eveneens gebaseerd op het 'opportunity charging' principe, bevinden zich in Apeldoorn, Lelystad, Deventer, Harderwijk en Dedemsvaart en zijn van het panto down systeem, eveneens van fabrikant ABB. Bij panto down is de pantograaf door middel van een beweegbare constructie aan de laadpaal gemonteerd. Activatie van het laadprotocol zorgt ervoor dat de pantograaf zich laat zakken op de bus. Op de bus bevinden zich laadrails die in verbinding staan met de batterijen. Als het laadproces wordt beëindigd dan wordt de pantograaf door de laadpaal weer omhoog getrokken en kan de bus zijn weg vervolgen.

Relevant is of passagiers tijdens het laden in de bus aanwezig (mogen) zijn. Een mogelijke maatregel zou namelijk kunnen zijn dat het laden van elektrische bussen niet is toegestaan als er passagiers aan boord van de bus zijn. Deze maatregel wordt echter door de auteurs van dit rapport als niet noodzakelijk geacht.

In geval van een calamiteit zullen passagiers, mede door het aantal uitgangen in de bus, binnen afzienbare tijd, buiten de bus zijn. Ook in andere transportsectoren, zoals de luchtvaart, vindt bevoorrading plaats van brandstof terwijl passagiers aanwezig zijn. Uitgangspunt in die situatie is dat de stoelriemen los zijn en het gangpad vrij is om, in geval van een calamiteit, snel (binnen 90 seconden) het vliegtuig te kunnen verlaten<sup>7</sup>.

Desalniettemin, het snelladen in het publieke domein zal extra risico's met zich meebrengen ten opzichte van regulier elektrische en dieselbusvervoer:

- Tijdens het laden kan de batterij in de bus gaan branden
- Tijdens het laden kan de pantograaf in brand raken door kortsluiting of oververhitting

Wel zijn er diverse 'lines of defence' (veiligheidsbarrières/-maatregelen) in het laadconcept die de kans op dergelijke incidenten reduceren zoals sensoren, een communicatieprotocol tussen bus en pantograaf en elektrische beveiligingen<sup>8</sup>.

### 3.2 Wet- en regelgeving, veiligheidseisen en technische maatregelen

Met de beschrijving van de systeemketen hebben we gezocht naar geldende wet- en regelgeving voor de diverse onderdelen binnen onze afbakening.

Op basis van deskresearch constateren we:

- 1) Er zijn (veiligheids)eisen/wet- en regelgeving voor elektrische bussen
- 2) Er zijn (veiligheids)eisen/wet- en regelgeving voor laadinfrastructuur
- 3) Er zijn GEEN (veiligheids)eisen/wet- en regelgeving aan het laadproces

We hebben in de wet- en regelgeving betreffende voertuigen en laadinfrastructuur een serie aan internationale 'guidelines' van de International Electrotechnical Commission (IEC) gevonden<sup>9</sup>.

Er zijn (veiligheids)normen voor de bussen inclusief de batterijen (zie tabel 2).

<sup>7</sup> [https://fsims.faa.gov/WDocs/8300.10%20Airworthiness%20Insp%20Handbk/Volume%202/2\\_077\\_00.htm](https://fsims.faa.gov/WDocs/8300.10%20Airworthiness%20Insp%20Handbk/Volume%202/2_077_00.htm)

<sup>8</sup> Vaak wordt in het motorcompartiment van bussen een blussysteem aangebracht, dat brand in dit compartiment snel moet blussen. Dit blussysteem blust géén batterij brand, en is derhalve in dit rapport niet als expliciet beveiligingssysteem ('line of defence') opgenomen ten behoeve van het snellaad-concept.

<sup>9</sup> [http://e-mobility.provincia.brescia.it/wp-content/uploads/2017/10/d.t1.1.1-e-moticon\\_charging-infra-analysis-final-version.pdf](http://e-mobility.provincia.brescia.it/wp-content/uploads/2017/10/d.t1.1.1-e-moticon_charging-infra-analysis-final-version.pdf)

**Tabel 2: (veiligheids)Normen voor de bussen inclusief de batterijen.**

Norm	Onderwerp
ECE-R100	Veiligheid elektrisch materiaal inclusief de batterijen
ECE-R10	Elektromagnetische Compatibiliteit
EMC, richtlijn 72/245/EEG	Testen en eisen met betrekking tot de elektromagnetische compatibiliteit
EMC, richtlijn 97/24/EG	Testen en eisen met betrekking tot de elektromagnetische compatibiliteit

In de Regeling voertuigen, bijlage IV, annex 4, worden eisen gesteld aan de bekabeling in voertuigen, voorziening voor de uitschakeling van hoogspanning en de plaatsing van het accupakket. Vanaf 2011 moeten kabels met een hoog voltage een oranje kleur hebben. Vóór dit jaartal kunnen de kabels met een hoog voltage ook een andere kleur hebben. Er zijn (veiligheids)normen voor de verdeelstations en laadpalen (zie tabel 3).

**Tabel 3: (veiligheids)Normen voor de verdeelstations en laadpalen.**

Norm	Onderwerp
NEN 1010	Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties
IEC 61851-1 IEC 61851-23	AC oplaadstation DC oplaadstation
IEC-62752 en IEC-62893	Oplaadkabel
IEC 61851-1	AC Laadpaal
IEC-61851-21-2	Elektromagnetische voorwaarden
IEC 62196	Oplaadconnectors
IEC 60364-7-722	Aansluiting laadinfrastructuur
ISO 15118	Communicatie tussen voertuig en laadvoorziening
ISO 17409	Voorwaarden verbinding met de stroomvoorziening

Zoals uit tabel 3 kan worden opgemaakt, ontbreken er normen ('guidelines') voor de communicatie tussen voertuig (lees: elektrische bus) en laadvoorziening tijdens het laden.



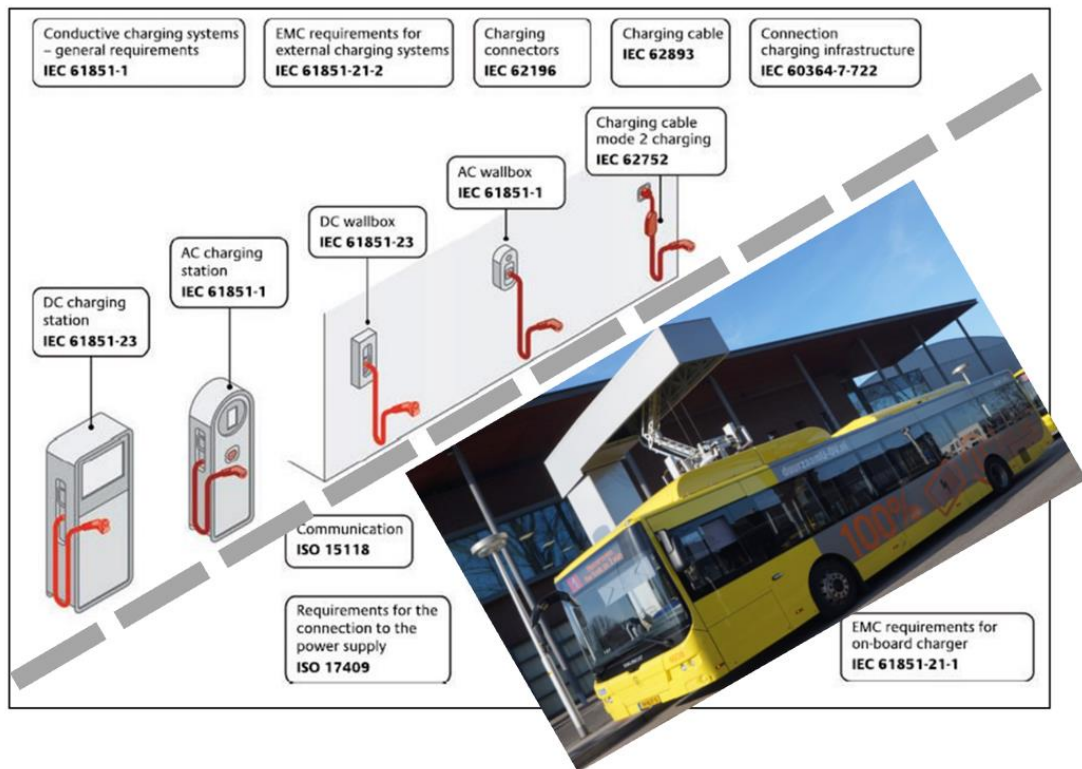
Wel zijn er enkele algemene Europese en Nederlandse richtlijnen die, zij het indirect, een handvat bieden voor hetgeen niet geregeld is:

- Richtlijn 2014/35/EU: Laagspanningsrichtlijn. Hierin is geregeld dat alle apparatuur een CE-markering moet krijgen ofwel een conformiteitsverklaring aan de normen
- NEN-EN 50110: Bedrijfsvoering van elektrische installaties met o.a. veiligheidsafstanden. Geldt voor hoogspanning en laagspanning
- NEN 3840: Bedrijfsvoering van elektrische installaties – hoogspanning
- NEN-EN-IEC 61936: Sterkstroombusinstallaties voor meer dan 1kV wisselspanning
- Richtlijn 2006/42/EG: Machinerichtlijn. De pantograaf is een bewegend (aangedreven) onderdeel en valt mogelijk onder de machinerichtlijn
- NEN3140: Veilige bedrijfsvoering. Deze richtlijn gaat over de veilige bedrijfsvoering.

Figuur 2 visualiseert de veiligheidsnormering zoals die thans bestaat voor het (snel)laden van bussen. Deze figuur bestaat uit twee delen, gescheiden door een diagonaal getrokken onderbroken grijze lijn.

(Links)boven de diagonaal zijn de bestaande richtlijnen opgesomd voor (onderdelen van) de laadvoorzieningen. Rechts onder de diagonaal zijn de bestaande richtlijnen voor (onderdelen van) de energieopslag in de bussen en de communicatie-*hardware* weergegeven.

Er zijn geen specifieke richtlijnen in bestaande wet- en regelgeving voor de communicatie tussen de elektrische bus en de pantografen tijdens het laden. Het is dit gebied waar de communicatieprotocollen tussen laadvoorziening en bus actief zijn en waar het bedrijfsleven naar eigen goeddunken invulling aan geeft.



**Figuur 2: Eisen aan onderdelen van laadvoorzieningen en elektrisch voertuig [NPE, 2017] gevisualiseerd voor een buslaadsysteem in panto-down uitvoering**

Zoals hierboven reeds ook verwoord, valt ook uit de afbeelding op te maken dat er normen/guidelines ontbreken voor de communicatie tussen voertuig en laadvoorziening tijdens het laden.

Deze constatering is des te relevanter omdat het laadproces zich afspeelt in het publieke domein. Het publieke domein is een minder goed controleerbare omgeving (in vergelijking met bijvoorbeeld een remise) met derden zoals buspassagiers en omstanders nabij de uitvoering van het laadproces, en daarmee nabij mogelijke veiligheidsrisico's. Als gevolg van het ontbreken van wet- en regelgeving en een passend beleidskader werkt het bedrijfsleven (busvervoerbedrijf, laadpaalbedrijven) concepten uit hoe dit laadproces veilig vorm te geven. Uit onze inventarisatie blijkt dat aan die concepten (nog) geen risicoanalyses ten grondslag liggen. Vervolgens hebben we gesprekken gevoerd met tal van partijen (zie bijlage 2) met daarbij de focus op het laadproces.

**Tabel 4: Technische veiligheidsmaatregelen in de systeemketen geënt op de Zwolse situatie (panto up).**

System onderdeel	Technische maatregel
1. 10 kV	<ul style="list-style-type: none"> <li>goed gedimensioneerde en geïsoleerde kabels, voldoende diep aangelegd</li> </ul>
2. Inkoopstation	<ul style="list-style-type: none"> <li>brandveiligheidsmaatregelen zoals brandwerendheid, eventueel blussysteem, schone omgeving (geen afval/losliggende brandbare materialen, ..)</li> </ul>
3. Kabeltracé 10 kV	<ul style="list-style-type: none"> <li>markeringen kabeltracé</li> </ul>
4. Verdeelstation	<ul style="list-style-type: none"> <li>brandveiligheidsmaatregelen zoals brandwerendheid, eventueel blussysteem (geen wettelijke eis, dus niet p.d. aanwezig), noodstop, schone omgeving (geen afval/losliggende brandbare materialen, ..)</li> <li>controle dat spanning wegvalt in het geval van verbreking/ niet functioneren van de communicatie tussen bus en laadvoorziening</li> </ul>
5. Kabeltracé	<ul style="list-style-type: none"> <li>markeringen kabeltracé</li> </ul>
6. Busplatform	<ul style="list-style-type: none"> <li>markeringen correcte positionering bus</li> <li>maximum snelheid (overige) bussen in verband met botsingen</li> <li>enkel bereikbaar voor voertuigen van busonderneming en hulpdiensten</li> </ul>
7. Laadpalen	<ul style="list-style-type: none"> <li>standaardisatie software, versiebeheer, testprocedures (voor zowel panto up als panto down) met andere protocollen</li> <li>aanrijd-beveiliging</li> <li>beveiliging tegen overbelasting/kortsluiting noodknop op laadvoorziening (ook te bedienen door hulpverleners en omstanders<sup>10</sup>)</li> <li>aanpassing laadprotocol. Koppeling busmanagement systeem e/o batterijmanagementsysteem aan laadprotocol dat zodra brand wordt gedetecteerd op bepaalde sensors (hitte, rook, etc.) dat het laadproces wordt afgebroken</li> </ul>
8. elektrische bussen	<ul style="list-style-type: none"> <li>standaardisatie software, versiebeheer, testprocedure</li> <li>koppeling busmanagement systeem e/o batterijmanagementsysteem aan laadprotocol dat zodra brand wordt gedetecteerd op bepaalde sensors (hitte, rook, etc.) dat het laadproces wordt afgebroken</li> <li>afschakelknop elektrische hoogspanning buitenzijde bus (laadproces, verbindingen batterij)</li> <li>de batterijen worden tussentijds vervangen gedurende de concessieperiode. Controle op de chemie en de karakteristieken van de batterijen en bezien op mogelijke nieuwe risico's.</li> </ul>

<sup>10</sup> Met een simpele handeling dient er een veilige werksituatie te worden gecreëerd. Vandalisme/kattenkwaad liggen op de loer. Om dit tegen te gaan is het een optie de noodknop af te dekken met een breekglas, te openen met een 'generaalsleutel' en met een camera erop gericht.

### 3.3 Veiligheidsrisico's

Ongeacht welk van de twee laadsystemen (panto up of panto down) het betreft, met het snelladen van bussen gaan enkele veiligheidsrisico's gepaard. De veiligheidsrisico's van de bus en de laadvoorziening voor buspassagiers, omstanders, personeel, hulpdiensten zijn:

- Brand bij het laden en toxische verbrandingsproducten: personen kunnen brandwonden oplopen of door blootstelling aan de toxische verbrandingsproducten gewond raken, of in het ergste geval, komen te overlijden
- Vlamboog bij mechanische onderbreking van het laden: hierbij kan een groot elektrisch vermogen vrijkomen, dat een extreem hoge hitte afgeeft en mogelijk giftige metaaldampen waardoor personen in de onmiddellijke nabijheid gezondheidsschade oplopen.
- Elektrocutie bij het laden: de gevaren van elektrocutie zijn dat personen door contact met spanning schokken krijgen, brandwonden oplopen en eventueel onwel worden.

De vlamboog en elektrocutie bij het laden worden in het vervolg van dit rapport niet nader uitgewerkt vanwege de grote onwaarschijnlijkheid dat het genoemde mechanisme zich kan voordoen in combinatie met de nabijheid van personen.

De vlamboog als schademechanisme voor buspassagiers, omstanders, personeel, hulpdiensten is nauwelijks mogelijk. De contacten tussen pantografen en bussen zijn zo opgebouwd dat bij een mechanische onderbreking ook het communicatie-protocol-signaal als eerste onderbroken wordt. Hierdoor wordt het laadproces automatisch gestopt. In theorie zou er dan nog enkele tientallen milliseconden een vlamboog kunnen optreden, alvorens de energie afgebouwd is.

Ook elektrocutie bij het laden is nagenoeg uitgesloten. Dat komt onder meer door de elektrische beveiligingen en aarding (veiligheidsmaatregelen). Ook uit de gesprekken met laadpaal-fabrikanten (zie bijlage) blijkt dat elektrocutie bijna niet mogelijk is. De pantograaf met bijbehorende software als onderdeel van het gehele laadsysteem zorgt dat er communicatie mogelijk is tussen de elektrische bus en de laadvoorziening. Pas als uit die communicatie/verificatie blijkt dat dat 'alles' veilig is, wordt het laadproces gestart. Zodra er kortsluiting plaatsvindt of er geen communicatie is tussen bus en laadvoorziening zal er, in theorie, geen stroom aanwezig zijn, en wordt het laadproces automatisch gestaakt. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat voor die communicatie wet- en regelgeving/richtlijnen ontbreken en 'het Edam-ongeval' aantoont dat dit thans nog niet feilloos werkt<sup>11</sup>.

Daarnaast zijn zowel voor de 'vlamboog' als 'elektrocutie' de positie van de pantografen ten opzichte van omstanders relevant. De pantografen zijn dermate hoog gemonteerd dat het schier onmogelijk is voor een passagier/omstander/hulpverlener om er mee in aanraking te komen (aanrakingsveilig).

---

<sup>11</sup> Het busincident te Edam laat zien dat de praktijk weerbarstig is. Ondanks de brandende bus, bleef de pantograaf aangesloten en spanning leveren. Dit geeft direct ook het hiaat weer in de richtlijnen: er zijn geen richtlijnen voor de communicatie tussen laadvoorziening en bus, die er voor had kunnen zorgen dat de spanning er vanaf was gehaald.

Tot slot is de kans op elektrocutie gering omdat de spanning alleen op de pantograaf staat tijdens het laden en er geverifieerde communicatie plaatsvindt tussen bus en laadvoorziening. Zodra er geen communicatie meer is tussen bus en laadvoorziening zal de spanning wegvallen tot aan het verdeelstation.

Wel zou elektrocutiegevaar kunnen ontstaan als gevolg van een impact (bijvoorbeeld een bus die aan het laden is en die wordt aangereden door een ander voertuig/bus (botsing).

Elektrocutie is ook mogelijk tijdens blusactiviteiten door de brandweer. Brandweer Nederland heeft hiervoor handelingsperspectieven ontwikkeld. In 'Brandweeroptreden nabij elektriciteit' (Brandweer Nederland, 2020) wordt in relatie tot elektriciteit onderscheid gemaakt in drie risicocategorieën (functies en de daarmee samengaande voltages):

Gebruik: 50 tot 400V  
Distributie: 400V tot 25kV  
Transport: groter dan 25kV

Voor elk van deze drie risicocategorieën met bijgaande spanningsregimes zijn handelingsperspectieven opgesteld.

Voor de elektrische bus zelf (tot circa 400V) sluiten we aan bij het handelingsperspectief van de functie '*gebruik*'. Dat betekent dat een veiligheidsafstand<sup>12</sup> van 2,5 meter voldoende is, mits de brandweer uitrukkleding met ademlucht gebruikt. Voor onbeschermd hulpverleners geldt een veiligheidsafstand van 25 meter.

Een blusmiddel spuiten in de richting van spanning-voerende onderdelen kan geen kwaad, mits een sproeistraal wordt gebruikt.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen een defensieve inzet (gericht op de omgeving, uitbreiding voorkomen door te koelen) en een offensieve inzet (gericht op de bron, blussen).

- Defensief: alle blusmiddelen kunnen gebruikt worden, mits de veiligheidsafstand van 2,5 meter gehandhaafd blijft.
- Offensief: alle blusmiddelen kunnen gebruikt worden, mits de veiligheidsafstand van 2,5 meter gehandhaafd blijft. Indien met een gebonden straal en lage druk wordt gewerkt, dan moet de straalpijpvoerder ervan overtuigd zijn dat zijn PBM's (persoonlijke beschermingsmiddelen) werken.

---

<sup>12</sup> De veiligheidsafstand is de minimale aan te houden afstand tussen de spanningsbron en het brandweerpersoneel dat persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) draagt, zodat directe gezondheidsschade vermeden wordt.

Voor de pantografen (circa 1000V) sluiten we aan bij het handelingsperspectief voor distributie in 'Brandweeroptreden nabij elektriciteit'. De veiligheidsafstand en blussen bij distributie betreffen:

- Defensief: veiligheidsafstand bedraagt minimaal 2,5 meter.
- Offensief: enkel offensief optreden bij een dringende taak (reddend optreden of er zijn grote belangen in het spel). Als er geen dringende taak is, blijven de hulpverleners op 25 meter afstand en wordt er geen blusmiddel ingezet totdat de voorziening is veiliggesteld door de bedrijfsdeskundige. Bij het offensief optreden in de richting van kabels en lijnen (en bovenleidingen en pantografen) worden in ieder geval ook de gebruikelijke veiligheidsafstand gehanteerd: 2,5 meter voor distributie. Offensief optreden in de richting van kabels of lijnen is uitsluitend toegestaan indien de blusstraal is opgebroken<sup>13</sup> tegen de tijd dat de kabel of lijn geraakt wordt met het blusmiddel.

---

<sup>13</sup> Als een gebonden straal met lage druk een lijn (transport bovengronds of bovenleiding 25kV) raakt kan dat leiden tot de dood van de straalpijpvorder en de pompbediende.

## 4 Calamiteitenbestrijdingsprotocol bij brand

Ondanks tal van veiligheidsmaatregelen ('lines of defence'), zijn bepaalde veiligheidsrisico's (nog) niet uit te sluiten. Dit is zeker het geval zolang er nog geen wet- en regelgeving is ontwikkeld voor het laadproces zelf. De veiligheidsrisico's die met het laadproces samenhangen zijn:

- Er ontstaat brand tijdens het laadproces
- Vlamboog bij mechanische onderbreking van het laden
- Elektrocutie bij het laden

Zoals in hoofdstuk 3 beargumenteerd gaan we hieronder enkel nader in op de brand tijdens het laadproces.

Wanneer er sprake is van een brand in de bus waarbij de batterijen niet zijn betrokken bij de brand, zal de brand niet anders zijn v.w.b. de vuurlast en de brandontwikkeling. Van belang is dat het brandweerpersoneel bekend is met de juiste inzetstrategie.<sup>14</sup>

Een busbrand waarbij de batterijen wel zijn betrokken is zeer lastig te blussen. Het heeft de voorkeur de batterijpakketten langdurig met veel bluswater te koelen, gesproken wordt wel van onderdampelen. De batterijen zitten in de huidige busconfiguraties vaak op het dak. Hierdoor is het onderdampelen van het batterijpakket niet mogelijk.<sup>15</sup> Dit betekent dat in het geval van een brand gedurende lange tijd water op de batterijpakketten moet worden gebracht. De rook die vrijkomt als gevolg van een brand bevat diverse gevaarlijke stoffen zoals waterstoffluoride en lithiumoxide [IFV, 2016]. Als gevolg van een brand in het batterijpakket zal een brand langduriger branden dan bij een niet elektrische bus. Hierdoor kan gedurende langere tijd giftige rook vrijkomen dat invloed kan hebben op het openbare leven op busstations en omliggende bebouwing zoals treinstations of winkelcentra.

Hieronder hebben we voor brand de elementen benoemd die verder kunnen worden uitgewerkt in een veiligheidsprotocol voor de (bus)vervoerbedrijf en een calamiteitenbestrijdingsprotocol voor de brandweer.

---

<sup>14</sup> Op dit moment wordt er vaak nog getwijfeld door de brandweer bij een inzet: 'kan ik nu wel of niet veilig optreden? Mogelijk dat hier een vergelijking kan worden gemaakt met een trein met bovenleiding.

<sup>15</sup> Wanneer de batterijen in de bodem liggen is ook nog de vraag of onderdampelen lukt. Dan moet er een container beschikbaar zijn die groot genoeg is om de bus in te manoeuvreren.

De gevaren van brand zijn dat personen door vlamcontact en hittestraling brandwonden oplopen. Daarnaast komen er gevaarlijke (toxische) stoffen vrij, mede als gevolg van de oplaadbare batterijen die zich in de bus bevinden. Bij de bestrijding van de gevolgen van de brand spelen de volgende partijen een primaire rol:

- De busonderneming<sup>16</sup>: is exploitant van de concessie en verantwoordelijk voor de veiligheid van de passagiers, de werknemers (buschauffeur) en voor deskundigheid ter plekke om te benutten bij de incidentbestrijding. De bedrijfsdeskundige van de busonderneming wordt geacht kennis te hebben van de installatie. Daarom is de verantwoordelijke bedrijfs- of veiligheidsdeskundige van de laadinfrastructuur-producent hier niet benoemd als (nog een) partij betrokken bij de incidentbestrijding.
- De brandweer: het bestrijden van het incident.
- De gemeente: is de wegbeheerder en verantwoordelijk voor de veiligheid op haar grondgebied en directe omgeving, en is verantwoordelijk voor de herstelwerkzaamheden (derhalve in de onderstaande tabel niet verder uitgewerkt). De gemeente zou alleen een taak hebben bij de gevolgbestrijding indien er sprake is van een behoefte aan 'grootschalige' opvang van niet-medische-slachtoffers. Dat is niet aannemelijk gezien de ongevalsscenario's en het gegeven dat gedupeerden, zelf huns weegs gaan.

---

<sup>16</sup> De producent van de laadvoorziening heeft diepgaande kennis van zijn laadpalen en zou, in aanvulling op de (bus)vervoersonderneming, nog geconsulteerd kunnen worden door de hulpdiensten bij een calamiteit. Deze producent vormt echter niet een standaard onderdeel van de calamiteitenprocedure. De reden daarvoor is het voorkomen dat er nog een extra schakel in de keten van calamiteitenbestrijding wordt geïntroduceerd in een hectische fase (de eerste 15 minuten na een incident), met het bijbehorende risico van vertraging en miscommunicatie.



**Tabel 5: Activiteiten bij brand door busvervoerbedrijf en brandweer/veiligheidsregio.**

	Buschauffeur/-vervoerbedrijf	Brandweer/veiligheidsregio
Melding	<p>Neemt incident waar, activeert noodknop, evacueert passagiers en meldt aan organisatie, brandweer en eigenaar laadvoorziening</p> <p>In werking stellen van het veiligheidsprotocol van busonderneming</p> <p>Informereren van partijen in de nabije omgeving</p> <p>Pantograaf ingetrokken</p>	
Alarmering	Alarmeert bedrijfsdeskundige en stuurt deze naar plaats incident	Alarmeert eenheden en omgevingspartijen
Aanrijden	Rijdt naar plaats incident, bovenwinds	Rijdt naar plaats incident, bovenwinds
Opstellen	Bovenwinds	Positioneert tankautospuit op verstandige plek (bovenwinds)
Verkennen		<p>De bevelvoerder verkent de omgeving, het incident en legt contact met de chauffeur (en indien nodig geacht, de bedrijfsdeskundige)</p> <p>Checkt of pantograaf is ingetrokken</p>
Incidentbestrijding	Brengt specifieke systeemkennis in van laadvoorziening, bus en laadproces	Blust brand: met lage druk en op 2,5m afstand van de pantograaf (indien nog contact panto-laadvoorziening) <sup>17</sup>
Herstel en afschaling	<p>Legt contact met berger en beide handelen samen af</p> <p>Regelt vervangend vervoer</p>	<p>Bij signaal brandmeester en minimalisatie van kans op herontsteking, wordt bus overgedragen aan berger en rukt de brandweer in</p> <p>Schoon werken procedure ter plekke</p>

<sup>17</sup> En werken conform de eigen operationele inzetprotocollen en enkel bij een dringende taak.

# 5 Beantwoording van de onderzoeksvragen

De eerste onderzoeksvraag luidde: *Hoe kan de veiligheid van reizigers worden geborgd bij een calamiteit tijdens het laadproces?*

Voor een groot deel zit de borging van de passagiersveiligheid al in de afzonderlijke veiligheidsnormen voor de bus en de laadvoorziening. Voor (de passagiersveiligheid tijdens) het laadproces ontbreken veiligheidsnormen.

Voor de veiligheid van de passagiers, andere reizigers en omstanders bij een calamiteit tijdens het laden zijn er twee instanties die met hun procedures bij moeten dragen aan de veiligheid van passagiers, omstanders en personeel:

- De busonderneming met zijn eigen calamiteitenprotocol. Hierin moet beschreven staan hoe de buschauffeur en het busvervoerbedrijf op gaan treden bij een calamiteit.
- De brandweer met zijn inzetprotocol: Hierin moet beschreven staan op welke wijze de brandweer de calamiteit kan bestrijden.

Beide protocollen moeten op elkaar zijn afgestemd. We denken hierbij aan organisatorische veiligheidsverhogende maatregelen die hieronder per partij zijn opgesomd:

## **Busvervoerbedrijf**

- Veiligheidsplan met de wijze waarop de gehele bedrijfsnoodorganisatie is georganiseerd met hierin het calamiteitenprotocol en de volgende onderdelen van het calamiteitenprotocol die hier relevant zijn:
  - Opleiden en training van buschauffeurs over handelingswijze bij calamiteiten.
  - Jaarlijkse actualisatie en controle kennis/kunde van de chauffeur, het veiligheidsplan en verkeersleiding procedures.
  - Standaardisatie waarschuwingen reizigers in de bus.
  - Standaardisatie waarschuwingen omstanders op het platform/busstation.
  - Standaardisatie waarschuwingen aanwezigen op het platform/busstation.
  - Idem bij treinstation als daar het busstation is.

## **Veiligheidsregio**

- Coördinatie van de calamiteitenprotocollen van partijen zoals gemeente, NS, en ProRail.
- Actuele bereikbaarheidskaarten en aanvalsplannen.

- Kennis en ervaring up-to-date over incidentbestrijding elektrische bussen en laadprocessen.

De tweede onderzoeksvraag luidde: *Hoe ziet het calamiteitenbestrijdingsprotocol eruit?*

Het (gehele) calamiteitenprotocol bestaat uit het veiligheidsprotocol van het (bus)vervoerbedrijf en het inzetprotocol van de brandweer. Onderdelen van het veiligheidsprotocol van het (bus)vervoerbedrijf zijn:

- Noodknop activering door de buschauffeur.
- Evacueren buspassagiers.
- Alarmering van busvervoerbedrijf door de chauffeur.
- In werking stellen van het veiligheidsprotocol door het busvervoerbedrijf.
- Informeren van partijen in de nabije omgeving van de calamiteit door het busvervoerbedrijf.
- Zorgen voor ingetrokken pantograaf door het busvervoerbedrijf.
- Ter plaatse sturen van bedrijfsdeskundige.

Onderdelen van het inzetprotocol van de brandweer zijn:

- Bovenwinds aanrijden en opstellen.
- Dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen.
- Controleer pantograaf positie:

Pantograaf <u>ingetrokken</u>	Pantograaf <u>in contact met laadvoorziening</u>
Brand bestrijden als gewone busbrand	Gebruik gebonden straal of handreiking
Afstemming met bedrijfsdeskundige over spanning op de bus(onderdelen)	Afstemming met bedrijfsdeskundige over spanning op de bus(onderdelen)

- Overdracht aan berger bij afwezigheid kans op 'thermal runaway'
- Schoon-werk procedure/ontsmetting

### Provincie/gemeente

Branden met elektrische bussen kennen we nog amper in Nederland. De eerste keer dat een substantiële brand (dus groter dan 'Edam' en meer in lijn met de CNG-busbrand in 2012 te Wassenaar) zou plaatsvinden in een elektrische bus in Nederland zal dat veel (media) aandacht oproepen. Dit impliceert een behoorlijk afbreukrisico voor de ontwikkeling van zero emissie bussen.

Als gevolg van zo'n brand zullen veel vragen komen over de veiligheidsrisico's, de getroffen veiligheidsmaatregelen en de oorzaak. Daarom is het goed om van tevoren, onder regie van de provincie, afspraken te hebben gemaakt tussen provincie, gemeente, busonderneming en veiligheidsregio over de woordvoering. Een goede voorbereiding op incidenten en de communicatie erover is dan ook van belang om imagoschade te beperken.

De opdrachtverlening voor het openbaar vervoer is in handen van Gedeputeerde Staten (provincie). De Provincie is daarmee uiteindelijk integraal eindverantwoordelijk voor de veiligheid.

# 6 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de gevoerde gesprekken en studie van wet- en regelgeving trekken we de volgende conclusies:

1. IFV concludeerde al in 2016 dat elektrische bussen niet onveiliger lijken dan dieselbussen. In 2020 staat deze conclusie nog, met als kanttekening dat er onvoldoende datasets beschikbaar zijn voor een verdere beoordeling.
2. Er is amper onderzoek gedaan naar de veiligheidsaspecten van opportunity charging/snelladen in het publieke domein, en derhalve is er weinig bekend over de specifieke risico's ervan.
3. Veiligheid van het voertuig en laadvoorziening in relatie tot de omgeving is geen aspect in de aanbesteding en uitvoering van het openbaar vervoer. Zie ook aanbeveling 1.
4. Er is geen specifieke wetgeving voor de combinatie van bus en laadpalen: het laadproces. Dit gebeurt d.m.v. zogenaamde specificaties die worden opgesteld door marktpartijen (laadpalen producent, bussen bouwer).
5. Er vinden tot op heden amper risico-analyses noch scenario-analyses plaats wanneer er met nieuwe (elektrische) bussen wordt gereden.
6. Veiligheidsregio's en vervoersmaatschappijen hebben in het kader van de operationele voorbereiding in toenemende mate afstemming over operationele aspecten zoals datasheets en ontwerp.
7. Er is onvoldoende kennis bij de hulpdiensten en busmaatschappijen over de wijze van optreden bij een elektrische busbrand wanneer de bus aangesloten is op een laadvoorziening.
8. Bij het beheer van het busstation zal in relatie tot de calamiteitenbestrijding/ontruiming van het busstation nadrukkelijk de afstemming gezocht moeten worden met relevante omgevingspartijen zoals NS/ProRail.

9. Er zijn verschillende opvattingen tussen de veiligheidsregio's als het gaat om het operationeel optreden bij elektrische busbranden: van het direct blussen met een gebonden straal, tot eerst afschakelen (stroomloos maken) en dan blussen redden.
10. Elektrische bussen kunnen niet worden ondergedompeld in waterbakken. Aanwezige blusmiddelen op bussen zijn onvoldoende om een 'thermal runaway' te stoppen, maar enkel om de vlammen van een gewone brand te doven.

Op basis van deze conclusies geven we de volgende aanbevelingen:

1. Concessieverlener: Haal veiligheid uit de concurrentiesfeer van de openbare aanbesteding. Deze vergaande aanbeveling vraagt om toelichting. Die toelichting hebben we opgenomen in bijlage 5 vanwege de omvang ervan.
2. Busvervoerbedrijven: In lijn met de eerste aanbeveling zouden (bus)vervoerbedrijven eisen kunnen stellen aan de intrinsieke veiligheid van batterijen. Te denken valt aan een sprinklersysteem in de batterij of compartimentering van de batterijen in hun aanbesteding van bussen.
3. Bussenbouwers: Deel de inzichten uit de risicoanalyses tussen busproducenten (analoog aan de luchtvaart).
4. Concessieverlener: Zorg dat veiligheidsregio's worden geïnformeerd door de initiatiefnemer (concessiehouder) over de ideeën van plaatsing van laadvoorziening voor elektrische bussen in de publieke ruimte.
5. Concessiehouder: Zorg dat de veiligheidsrisico's van de eigen bedrijfsvoering systematisch worden beheerst door een veiligheidsmanagementsysteem.
6. Concessiehouder: Werk de beheersing van de veiligheidsrisico's uit in een veiligheidsplan waarvan het, met de veiligheidsregio afgestemde, calamiteitenbestrijdingsplan een onderdeel is, net zoals onder meer de veiligheidsorganisatie, opleidingsplannen en onderhoudsregime van het materieel.
7. RDW: Zorg dat er een testprotocol komt voor het snelladen van bussen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het type bus, laadpaal en batterijen maar ook de verschillende (weers)condities waar dit gebeurt. Het gaat om testen die worden uitgevoerd in zowel de reguliere als afwijkende bedrijfstoestand waarmee fouten kunnen worden opgespoord in het gehele systeem van opportunity charging en specifiek de communicatie tussen bus en laadvoorziening. Ook kan de RDW in het verlengde van aanbeveling 2 een beoordelingskader ontwikkelen ten behoeve van de intrinsieke veiligheid van batterijen.

# Bronnen

Brandweer Nederland, <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20200410-BRWNL-Brandweeroptreden-nabij-elektriciteit.pdf>.

IFV, 2016, <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20160930-IFV-Brandveiligheid-elektrische-bussen.pdf>

NPE, 2017, [https://www.alpine-space.eu/projects/e-moticon/testi-scritti/d.t1.1.1-e-moticon\\_charging-infra-analysis- final-version.pdf](https://www.alpine-space.eu/projects/e-moticon/testi-scritti/d.t1.1.1-e-moticon_charging-infra-analysis- final-version.pdf)

Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2013, *Brand in een aardgasbus*, 29 oktober 2012. <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/1791/brand-in-een-aardgasbus-29-oktober-2012>

# Bijlage 1: Vragenlijst

De onderstaande vragen zijn leidend geweest in de gevoerde gesprekken

1. Wat is de uitvoering van de laadpaal? (installatietekening, vermogen, panto up / panto down)
2. Is er een risicoanalyse uitgevoerd? Waarom wel / niet?
3. Wat is er in de risicoanalyse meegenomen?
4. Zijn er specifieke onderdelen uit de risicoanalyse weg gelaten? Welke en waarom?
5. Op basis van welke wet- en regelgeving is de installatie gebouwd?
6. Is er rekening gehouden met de omgeving? Op welke wijze en waarom?
7. In hoeverre is veiligheid meegenomen bij de totstandkoming van de installatie en het aanwijzen van de locatie?
8. Zijn er ervaringen met incidenten? Zo ja, welke?
9. Hoe worden buschauffeurs geïnstrueerd?
10. In hoeverre worden hulpdiensten geïnstrueerd?
11. In hoeverre worden passagiers geïnstrueerd?



# Bijlage 2: Gesproken personen

Niels Munnik	Gemeente Zwolle
Ad Kloppenburg	Witteveen en Bos
Rene Koster	Sparreboom Techniek
Marcel Melissen	Keolis
Aswin Linden	Heliox
Han van der Wal	Zelfstandig adviseur/Qbuzz
Bart Koning	Veiligheidsregio Kennemerland
Jetty Middelkoop	Veiligheidsregio Amsterdam Amstelland
John Koerkamp	Veiligheidsregio IJsselland
Gerard Heerink	Veiligheidsregio IJsselland
Erich Zinkan	TUV (Duitsland)
Patrick Oosterveld	BYD
Marco Bos	BYD
Pieter de Munck	Arriva
Gert Naber	Arriva
Robert Weijers	Connexxion
Bart Kraayvanger	Connexxion
Sander van Straater	ABB
Lars Bech	ABB
Bart Valk	ABB
Robert Daems	ABB
Bart Smigt	ABB
Sven Weber	Brandweer Luxemburg
David Covens	Brandweer Namen (België)
Angelique van Velzen	ProRail
Jaap Balk	Schiphol
Petri Saari	HSL Helsinki Region Transport Rolling Stock Engineer
Ville Uusi-Rauva	HSL Transport Authority
Jussi Innala	Plug-it
Huvilinna Janne	City Helsinki (Finland)
Aki Tilli	Finnish transport and communication agency (TRAFICOM) (Finland)
Tom Granvik	Linkker Director
Hans Lammers	RDW
Lotta Vylund	RISE (Zweden)

# Bijlage 3: Hoofdpijnen van de gevoerde gesprekken

## Vervoerders (Qbuzz, Arriva, CXX, Keolis, TEC)

- Vervoerders zijn doordrongen van het belang van veiligheid van reizigers in het openbaar vervoer per bus. Er is geen gedragen unaniem beeld over het gewenste veiligheidsniveau, hoe dit moet worden gerealiseerd en de rol van de opdrachtgever hierbij. Door ontbreken van een beleidskader ontwikkelt iedere vervoerder eigen veiligheidsbeleid waarbij het onontkoombaar is dat dit concurrentieel een relevante rol krijgt. Gewenst beleid wisselt vanuit het perspectief van verschillende vervoerders. Daar waar de ene vervoerder pleit voor aanvullende regelgeving, specificaties die opgelegd kunnen worden aan toeleveranciers en het weghalen van veiligheid uit de concurrentie, is de andere vervoerder van mening dat veiligheid het best gediend is door marktpartijen hier zelf eindverantwoordelijk voor te houden.

## Bussenbouwers (BYD, VDL)

- Busfabrikanten voelen de verantwoordelijkheid voor veiligheid van de inzet van eBussen en handelen vanuit dit perspectief. Proactief wordt veelal samen met de vervoerder contact gezocht met veiligheidsregio's, maar dit is in het kader van operationeel optreden. De veiligheidsregio wordt niet betrokken op de aspecten van risicobeheersing zoals het nemen van bronmaatregelen. Er ontbreekt nog beleidskader voor de integrale keten tussen laadpaal, voertuig en het laadproces.

## Laadpaalfabrikanten (ABB, Heliox)

- De positie en visie van laadpaalfabrikanten in de bedrijfsketen is redelijk eenduidig. Laadpaalfabrikanten worden geconfronteerd met gescheiden wetgeving voor voertuigen en laadpalen, waarbij omgevingsfactoren niet worden meegenomen en er geen integraal beleidskader is voor de keten van laadpaal en voertuig. Veel wordt overgelaten aan het initiatief van industriepartijen. Aandachtspunten zijn de standaardisatie van software, versiebeheer en uitvoering van de testen.

## Kennisinstituten (RDW, TNO, TUV, RISE)

- De vigerende regelgeving loopt achter op de praktijk en is met name gericht op verbrandingsmotoren. Keuringsinstanties lijken een handelingsperspectief te ontberen voor de potentiële risico's hiervan.

Opdrachtgevers (Overijssel, Gelderland, Flevoland, Noord-Brabant, Zuid-Holland)

- Er is een hoger verwachtingsniveau bij opdrachtgevers in het openbaar vervoer ten aanzien van de actuele veiligheid van de elektrische bus en het laadproces dan mag worden afgeleid uit de uitgevoerde testen en toelatingen door de toelatingsinstanties. Veiligheid wordt nog onvoldoende gedragen door de opdrachtgevers en komt ook slechts beperkt of niet terug in de aanbestedingspraktijk. Men acht dit veelal de verantwoordelijkheid van de vervoerder. Er is geen samenwerking of afstemming onderling tussen opdrachtgevers over dit aspect.

Hulpdiensten (Veiligheidsregio IJsselland, Veiligheidsregio Kennemerland, Brandweer Namen, Brandweer Luxemburg, Brandweer Helsinki)

- Veiligheidsregio's nemen hun verantwoordelijkheid bij het in het gebruik nemen van elektrische en laadpalen. Deze betrokkenheid is echter vooral repressief van aard en wordt per regio verschillend ingevuld. De veiligheidsregio is niet of nauwelijks betrokken bij de specificatie en het gunningsproces voor wat betreft de veiligheidsaspecten van elektrisch vervoer. Aan de repressieve zijde geldt dat name de aanwezigheid van installatietechnische voorzieningen zoals noodstoppen het werk van de repressieve dienst kan versnellen en veiliger maken. En er ontbreekt landelijk beleid hoe op te treden bij voertuigbranden van voertuigen die aan een laadpaal staan. En op het gebied van risicobeheersing zouden veiligheidsregio's een betere betrokkenheid moeten hebben bij de beoordeling van veiligheidsplannen en de advisering van het bevoegd gezag bij de aanwijzing van laadlocaties voor de veiligheid van mensen en omgeving.

# Bijlage 4: Checklist veiligheid busvervoerbedrijf

aspect	voldoet
Veiligheidsplan over de beheersing van de veiligheidsrisico's, opleidingen, onderhoudsregiem en de handelingswijze bij calamiteiten (zoals de procedures voor de buschauffeur en bij de verkeersleiding)	
Opleiden en training van buschauffeurs over handelingswijze bij calamiteiten	
Jaarlijkse actualisatie en controle kennis/kunde van de chauffeur, het veiligheidsplan en verkeersleiding procedures	
Standaardisatie / protocol voor waarschuwen reizigers in de bus bij gevaar	
Standaardisatie / protocol voor waarschuwen omstanders op het platform/busstation bij gevaar	
Standaardisatie / protocol waarschuwen aanwezigen op het platform/busstation bij gevaar	
Standaardisatie / protocol waarschuwen nabijgelegen stakeholders bij het busstation bij gevaar (bijv. treinstation, winkels, ...)	

# Bijlage 5: Toelichting aanbeveling 1: Haal veiligheid uit de concurrentiesfeer

Er is geen wetgeving betreffende het laadproces en (laad)veiligheid is nu geen formeel aanbestedingsaspect. Dit betekent dat aanbieders hun eigen invulling hiervan kiezen en dat de uitwerking hiervan al dan niet terug komt in de bieding en al dan niet wordt meegewogen. Het is wenselijk dat er een objectief afwegingskader komt voor de realisatie van (laad)veiligheid van elektrische bussen in het bijzonder en zero emissiebussen in het algemeen, alsmede dat deze afweging buiten de concurrentiesfeer om plaats vindt. Veiligheid wordt daarmee een basiseis waaraan moet zijn voldaan om een bieding geaccepteerd te krijgen. Indien het veiligheidsaspect onvoldoende wordt bevonden dient een bieding daarentegen te worden afgewezen. Het is daarom nodig dat er door de veiligheidsinstanties een onafhankelijk toetsingskader wordt opgesteld voor de implementatie van (laad)veiligheid. Toetsing hieraan kan dan plaatsvinden door de veiligheidsregio(s) van de betrokken vervoersautoriteit. Ter wille van de non-discriminatoire basis kan dit toetsingskader door een onafhankelijk veiligheidsinstituut ten behoeve van de gezamenlijke veiligheidsregio's worden opgesteld met een dringend advies aan alle zelfstandige veiligheidsregio's om dit toetsingskader bij OV-aanbestedingen in hun gebied te hanteren. De opdrachtgevers moeten op hun beurt dit toetsingskader in hun aanbestedingen op nemen zodat een gelijk speelveld voor alle bidders is gegarandeerd. Het is dan de verantwoordelijkheid van de vervoerder om een veiligheidsplan op te stellen dat beantwoordt aan de eisen van het toetsingskader en dat door de verantwoordelijke veiligheidsregio is getoetst en geaccepteerd voordat de nieuwe concessie ingaat. De opdrachtgevers van het OV kunnen deze aanpak centraal in het gezamenlijke DOVA<sup>18</sup> orgaan bespreken en van toepassing verklaren. Hiermee wordt veiligheid uit de concurrentiesfeer gehaald. Deze nieuwe manier van omgaan met veiligheid stelt vervoerders in staat om zonder de concurrentieverhoudingen te verstoren onderling informatie en 'best practises' uit te wisselen om zo met elkaar de veiligheid verder te kunnen vergroten. Hiermee is een werkwijze geformuleerd die de implementatie van veiligheid op decentraal niveau borgt, totdat de nationale wetgever de lacunes in de huidige wetgeving heeft ingevuld.

<sup>18</sup> Binnen het samenwerkingsverband DOVA werken decentrale OV-autoriteiten samen aan verbeteringen in het openbaar vervoer.