

Invloed zero-emissiebussen op brand- en explosieveiligheid van ov-knooppunten



Zero-emissie vervoer is volop in ontwikkeling. Zero-emissie bussen stoten geen koolstofdioxide (CO₂) uit en dragen daarom bij aan de CO₂-reductie die Nederland wil bereiken. Met zero-emissie vervoer hangen echter ook specifieke veiligheidsrisico's samen. Denk hierbij aan batterijbranden van elektrische bussen of fakkels van waterstofbussen. Deze risico's kunnen op verschillende manieren ontstaan, bijvoorbeeld als gevolg van het laden, technische mankementen of ongelukken. Om de risico's te beheersen kunnen bouwkundige, installatietechnische, organisatorische en repressieve (BIOR) maatregelen genomen worden.

Ov-knooppunt

Op een ov-knooppunt komen verschillende vormen van openbaar vervoer samen: bus, tram en/of trein. Maar ook deelvervoer dat elektrisch kan zijn. Veel mensen stappen er over.

Ov-knooppunten moeten brandveilig zijn zodat:

- mensen er veilig kunnen verblijven
- mensen bij brand veilig kunnen vluchten
- de kans op branduitbreiding naar andere gebouwen en bouwdelen beperkt blijft.

Vanuit brandveiligheid zijn er drie types ov-knooppunten:

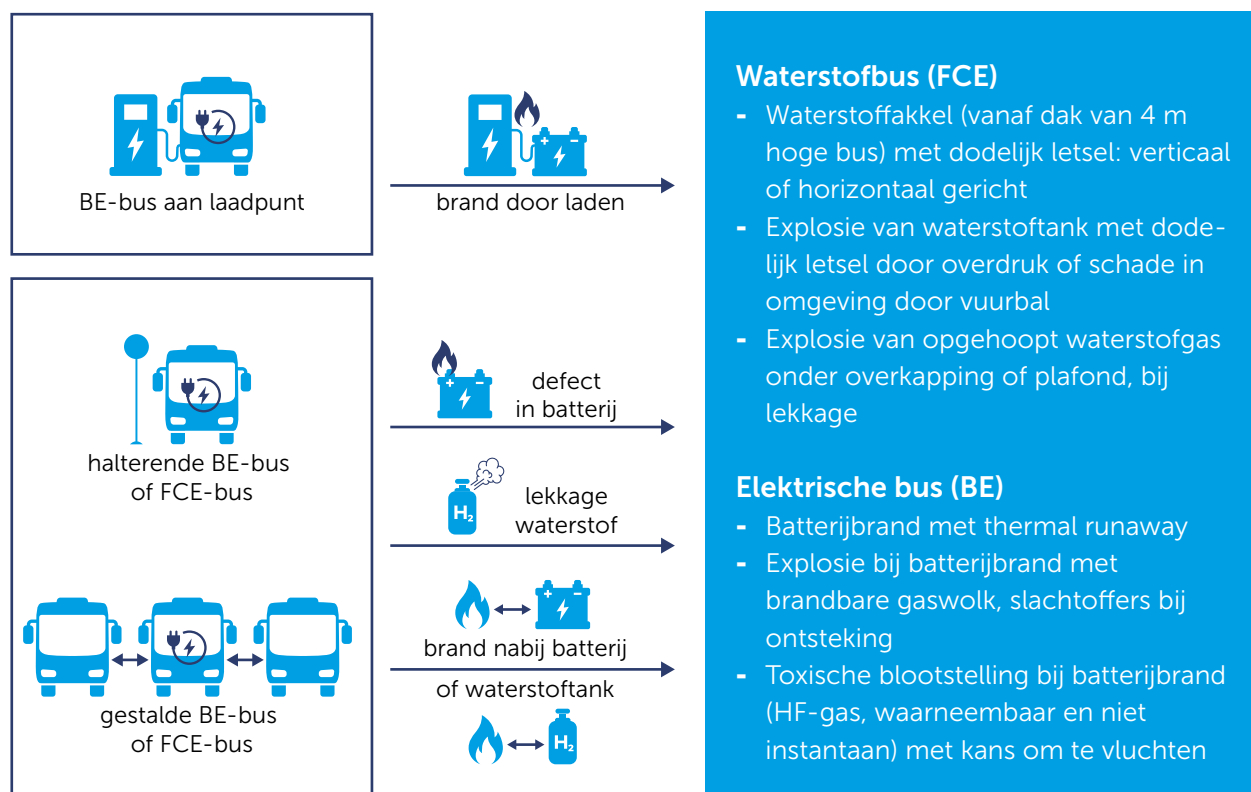
1. Knooppunt in een stedelijke omgeving, met relatief veel aanwezigen.
2. Regionaal / nationaal knooppunt in een niet-stedelijke omgeving, met relatief veel aanwezigen.
3. Lokaal knooppunt in een niet-stedelijke omgeving, met relatief weinig aanwezigen.

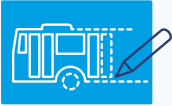
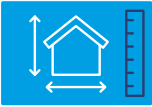
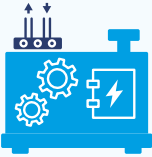


Mogelijke maatregelen

Maatregelen zijn per incidenttype te inventariseren en clusteren naar:

- type knooppunt (1, 2, 3)
- type bus (diesel = ICE, elektrisch = BE, waterstof = FCE)
- type maatregel (busdesign, bouwkundig, installaties, organisatie, ondersteuning van hulpdiensten).

Risico's bij zero-emissie bussen, aanvullend op dieselbussen, en mogelijke effecten



Onderdeel	Knooppunt			Type bus			Mogelijke maatregelen
	1	2	3	ICE	BE	FCE	
Design 	1	2	3	ICE	BE	FCE	Ontwerp volgens standaarden
							Controle en onderhoud van bussen
							Gebruik van Battery Management Systeem (BMS) en laadinfra (IT) data
	1	2	3	-	BE	FCE	Aanrijbeveiliging
							Hitte- en rookdetectie
							Mogelijkheden voor directe toegang bluswater tot accupakket (via bijv. lansen)
							Mogelijkheid tot snelle isolatie van batterijpakket
	1	2	3	-	-	FCE	Geen holle ruimtes nabij waterstofinstallatie
							Voldoende afstand of brandwerend systeem tussen batterij en TPRD
Bouwkundig 	1	2	3	ICE	BE	FCE	Brandwerend beschermen constructie *
	1	2	3	-	BE	FCE	Afstand tussen of afscherming van naast elkaar staande bussen
							Aanrijbeveiliging
							Overzichtelijke vluchtroute indeling
	1	2	-	-	BE	FCE	Beperken van vluchttijd en borgen van vluchtcapaciteit
							Beperken van ontwikkeling en verspreiding van rook / gassen
	1	-	-	-	BE	FCE	Niet-brandbare gevels
	1	2	3	-	-	FCE	Waterstofbus in open lucht
	1	-	-	-	-	FCE	Minimale doorrijhoogte op rijstroken
							Toepassing explosiewerend / bestendig glas in gevel en dak
Installaties 							Ontwerp volgens standaarden
							Controle en onderhoud van bouwwerken/ installaties
	1	2	3	ICE	BE	FCE	Brandmeldinstallatie (detectie) *
							Rook- en warmteafvoerinstallatie (RWA) in dak *
							Sprinklerinstallatie *
							Ontruimingsalarminstallatie
	1	2	3	-	BE	FCE	Data uit laadinfra en BMS / toegangscontrole zero-emissiebusen
	1	2	-	-	BE	FCE	Automatisch opensturen van controlepoortjes
	1	-	-	-	BE	FCE	(Gevel) sprinkler tussen halteer-opstelplaatsen en bebouwde omgeving (bijv. via mistschermen)
	1	2	3	-	BE	FCE	Beperking laadpunten in besloten ruimte
	1	2	-	-	-	FCE	Waterstofgasdetectie
							Aansturing mechanische ventilatie door waterstofdetectie
Organisatie 	1	2	3	ICE	BE	FCE	Controle en onderhoud bouwwerken/ installaties
							Instabiele bussen (BMS-melding) in quarantaine
	1	2	3	-	BE	FCE	Omgeving wijzen op bijzondere aspecten
							Opleiding van chauffeurs en personeel
	1	2	3	-	BE	-	Toezicht op laadproces (via laadinfra en/of BMS)
							Rookverbod en verbod op ontstekingsbronnen
	1	2	3	-	-	FCE	Voldoende afstand of brandwerend systeem tussen waterstofbus en elektrische bus
	1	2	-	-	-	FCE	Vluchtroutes beschermen tegen impact van explosie
1	-	-	-	-	FCE	Voldoende afstand tussen waterstofbussen en aangrenzende bouwwerken	
Ondersteuning van hulpdiensten 							Goede informatievoorziening voor brandweer (m.b.t. brandweerinzet)
	1	2	3	ICE	BE	FCE	Snelle alarmering (evt. doormelding brandmeldinstallatie)
							Rook- en warmteafvoerinstallatie (RWA) in dak *
							Sprinklerinstallatie *
	1	2	3	-	BE	FCE	Beschikbaarheid van grote hoeveelheid bluswater
							Brandweer wijzen op bijzondere aspecten
1	2	-	-	BE	FCE	Snelle alarmering / goede informatievoorziening voor brandweer (m.b.t. de opstelplaatsen i.r.t. verzamelplaatsen)	
1	2	3	-	BE	-	Op afstand afkoppelen van stroomvoorziening	
						Speciale blusapparatuur voor batterijbranden	

ICE = dieselbus; BE = elektrische bus; FCE = waterstofbus

TPRD = Thermal Pressure Relief Device (smeltzekering op het afblaasventiel)

* Maatregelen die alleen van toepassing zijn als een zero-emissiebus in of onder een bouwwerk aanwezig is.

Wet- en regelgeving

Voor ov-knooppunten en zero-emissiebussen is de volgende wet- en regelgeving van toepassing:

- Zero-emissiebussen moeten, net als dieselbussen, voldoen aan productregelgeving.
- Het Besluit bouwwerken leefomgeving ([Bbl](#)) is het toetsingskader voor ov-knooppunten met overkapping en/of gebouwen.
- Er moet een gelijkwaardige veiligheid ten opzichte van het Bbl gerealiseerd worden bij ov-knooppunten met complexe bebouwing.
- Het Bbl is niet van toepassing op ov-knooppunten zonder bouwwerken.

Voor ov-knooppunten met complexe bebouwing of zonder bouwwerken biedt het Bbl handvatten voor de borging van de brandveiligheid. De grenswaarden voor de effectafstanden uit de methodiek van aandachtsgebieden volgens het Besluit kwaliteit leefomgeving ([Bkl](#)) bieden handvatten voor de borging van de explosieveiligheid.

De doelstellingen van de wet- en regelgeving zijn:

- voorkomen van branden, rampen en crises
- beperken en het (veilig) bestrijden van branden, rampen en crises
- (vlucht)veiligheid van personen.

Stakeholders kunnen aanvullende doelstellingen hebben, zoals schadebeperking en bedrijfscontinuïteit.

Stakeholders en hun verantwoordelijkheid

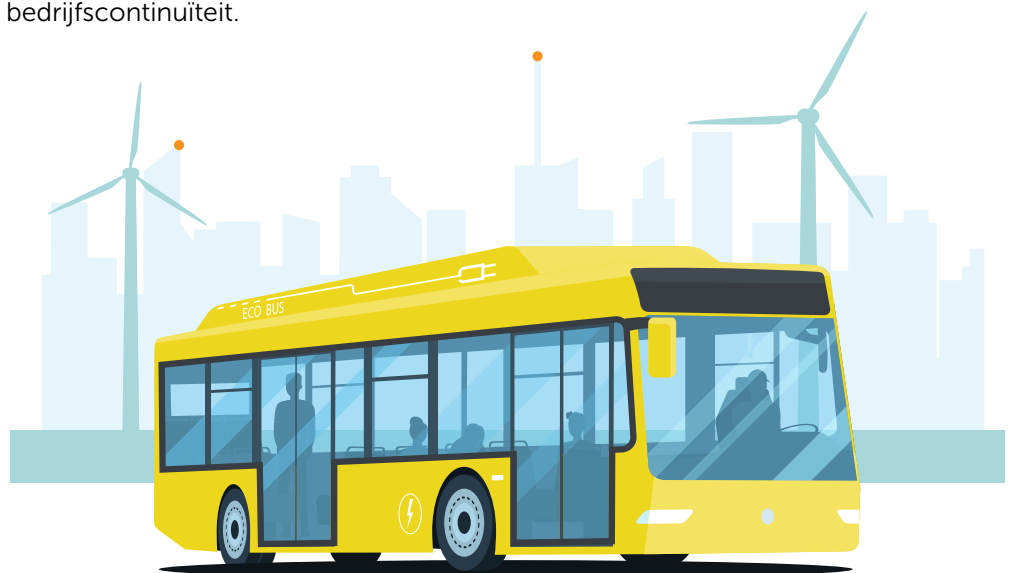
Er zijn verschillende stakeholders die invloed hebben op de mate van brand- en explosieveiligheid op ov-knooppunten, zoals:

- ov-autoriteiten
- concessiehouders
- busfabrikanten
- knooppunteigenaren
- knooppuntbeheerders
- vervoerorganisaties.

Zij zijn samen verantwoordelijk voor de brand- en explosieveiligheid op ov-knooppunten.

Risicobenadering

Bij het onderbouwen van het vereiste veiligheidsniveau, of het nu via gelijkwaardigheid is of via de methodiek van aandachtsgebieden, wordt vaak een risicobenadering toegepast. Dit omvat het in kaart brengen van alle risico's, veiligheidsmaatregelen en de activiteiten en verantwoordelijkheden van de diverse stakeholders.



Deze publicatie is een handzame samenvatting van het hoofdrapport *Invloed zero-emissiebussen op brand- en explosieveiligheid van ov-knooppunten* (CROW, 2023). In het hoofdrapport vindt u een toelichting op de wet- en regelgeving, gevaarsaspecten, veiligheidsaspecten, typering van ov-knooppunten en maatregelen. U kunt het rapport downloaden op www.crow.nl.