



Veiligheidsprincipes bij bergen van slachtoffers lithium-ion (voertuig)branden

Maarten van Riel

**Team Forensische Opsporing
Politie Zeeland - West
- Brabant**

Eenheid Zeeland – West Brabant
Dienst Regionale Recherche
Afdeling Specialistische Ondersteuning
Team Forensische Opsporing

Postbus 8050
5004 GB Tilburg
Tel. +31 88 9635060



Algemeen

Mutatieoverzicht

Datum	Versie	Auteur	Mutaties
17 feb 2024	0.1	M. van Riel	Initiële versie
9 maart 2024	0.2	M. van Riel	Aanpassingen

Tabel 1: Mutatieoverzicht.



Inhoud

ALGEMEEN.....	2
MUTATIEOVERZICHT	2
1 INLEIDING	4
1.1 AANLEIDING	4
1.2 DOEL DOCUMENT.....	4
1.3 STRUCTUURBESCHRIJVING	4
2 SITUATIESCHETS EN PROBLEEMSTELLING	6
2.1 DE AANRIJDING.....	6
2.2 UITVOERING VAN HET FORENSISCH ONDERZOEK.....	6
2.3 PROBLEEMSTELLING EN DILEMMA'S BIJ DE BERGING	6
2.4 SAMENVATTING	7
3 WAT ZIJN DE RISICO'S EN DE GEVAREN VAN EEN EV-BRAND?	8
3.1 LITHIUM-ION	8
3.2 GEVAREN BIJ HET BERGEN VAN SLACHTOFFERS UIT EEN EV.....	9
3.2.1 <i>Gevaar 1: Thermal runaway</i>	<i>9</i>
3.2.2 <i>Gevaar 2: Giftige rook.....</i>	<i>10</i>
3.2.3 <i>Gevaar 3: Explosiegevaar.....</i>	<i>10</i>
3.2.4 <i>Gevaar 4: Elektrocutie.....</i>	<i>10</i>
3.3 WAT ZIJN DE RISICO'S VAN WATERSTOFFLUORIDE HF?.....	11
3.3.1 <i>Concentratieverloop van fluorwaterstof in rook.....</i>	<i>11</i>
3.3.2 <i>Gezondheidsrisico's Waterstoffluoride</i>	<i>11</i>
3.4 SAMENVATTING	12
4 WAT ZIJN DE HUIDIGE PROTOCOLLEN EN BEPERKINGEN?	13
4.1 PROTOCOL BRANDWEER BIJ EV-BRANDEN.....	13
4.2 WERKWIJZE BERGEN/STALLEN EV EN INZET DOMPELCONTAINER	13
4.3 DOMPELCONTAINER POLITIE	14
4.4 JURIDISCHE EN OPERATIONELE VERANTWOORDELIJKHEDEN.....	15
4.5 SAMENVATTING	15
5 ZIJN ER AANBEVELINGEN?.....	17
5.1 BIJEENKOMST NIPV	17
5.2 PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN (PBM)	17
5.3 RISICO'S BIJ VERVOLGONDERZOEKEN	17
5.4 ADVIES VOOR DE FORENSISCHE OPSPORING	18
5.5 SAMENVATTING	18
6 WELKE SCENARIO'S ZIJN ER OM VEILIG TE WERKEN?	19
6.1 UITWERKING 3 SCENARIO'S.....	19
6.2 SAMENVATTING	20
7 SAMENVATTING	21
7.1 AANBEVELINGEN.....	21
7.2 BESLISBOOM BERGEN SLACHTOFFERS UIT EV	22
8 BIBLIOGRAFIE.....	23
9 BIJLAGEN	23



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op vrijdag 10 maart 2023, omstreeks 21:17 uur, vond een dodelijk verkeersongeval plaats op de linkerrijbaan van de A59 ter hoogte van hectometerpaal 111.8, buiten de bebouwde kom van Sprang-Capelle.

Als gevolg van dit ongeval ontstond brand in een van de betrokken voertuigen, een Hyundai Ioniq, een volledig elektrisch aangedreven voertuig (EV). Alle vier de inzittenden kwamen hierbij om het leven en bevonden zich bij aanvang van het forensisch onderzoek nog in het voertuig.

Het team Forensische Opsporing (FO) Zeeland-West-Brabant was verantwoordelijk voor de berging van de slachtoffers. De Forensische Opsporing bleek niet de beschikking te hebben over de juiste persoonlijke beschermingsmaatregelen om slachtoffers te bergen uit een elektrisch voertuig dat in brand heeft gestaan. De forensische opsporing was onvoldoende op de hoogte van de risico's. Ook was geen werkinstructie hoe slachtoffers te bergen uit een EV, waarbij de situatie van minuut tot minuut kon veranderen.

1.2 Doel document

Dit document presenteert drie scenario's voor het bergen van slachtoffers uit een elektrisch voertuig dat in brand heeft gestaan. Daarnaast worden de risico's voor hulpverleners tijdens en na een brand in een elektrisch voertuig geanalyseerd.

1.3 Structuurbeschrijving

Ieder hoofdstuk start met een inleiding van het te behandelen onderwerp en eindigt met een korte samenvatting en conclusie.

Hoofdstuk 2 beschrijft de feiten en omstandigheden van de aanrijding, de brand en de gevolgen ervan. Ook wordt de werkwijze van het team Forensische Opsporing (FO) toegelicht en worden de problemen en dilemma's in kaart gebracht.

Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de risico's en gevaren die komen kijken bij het bergen van slachtoffers uit een elektrische auto (EV) met brandschade. Hierin worden de specifieke gevaren van lithium-ion batterijen behandeld, zoals thermal runaway, giftige rook, explosiegevaar en elektrocutie.

Hoofdstuk 4 bespreekt de bestaande protocollen en werkwijzen van de politie, brandweer en bergingsbedrijven met betrekking tot incidenten met elektrische voertuigen. Hierbij wordt ook aandacht besteed aan het gebruik van dospelcontainers, de juridische en operationele verantwoordelijkheden en de beperkingen van de huidige richtlijnen.

Hoofdstuk 5 analyseert de risico's en uitdagingen bij de berging van slachtoffers uit elektrische voertuigen (EV's) met brandschade. Dit hoofdstuk beschrijft de inzichten uit het overleg met het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV) en andere experts. Op basis van deze bevindingen zijn drie scenario's ontwikkeld, die een leidraad vormen voor forensische opsporingsteams bij EV-incidenten.

Hoofdstuk 6 vertaalt deze inzichten naar concrete scenario's en aanbevelingen. De scenario's bieden richtlijnen voor het handelen in verschillende situaties, variërend van een voertuig met een actieve thermal runaway tot een volledig stabiel accupakket. Daarnaast bevat dit



hoofdstuk adviezen over persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) en risico's bij vervolgonderzoeken om de veiligheid van FO-medewerkers te waarborgen.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 7 de conclusie en de aanbevelingen gegeven van de belangrijkste punten, waarbij de gevaren, protocollen en aanbevolen werkwijzen kort worden samengevat.

Tot slot bevat hoofdstuk 8 een overzicht van de gebruikte bronnen en biedt hoofdstuk 9 aanvullende informatie en protocollen in de vorm van bijlagen. Deze bijlagen ondersteunen de in het rapport genoemde richtlijnen en geven extra context bij de aanbevelingen.



2 Situatieschets en Probleemstelling

Dit hoofdstuk beschrijft de feiten en omstandigheden van de aanrijding, de brand en de gevolgen ervan. Ook wordt de werkwijze van het team Forensische Opsporing (FO) toegelicht en worden de problemen en dilemma's in kaart gebracht.

2.1 De aanrijding

Op de rijksweg A59 botste een personenauto met een aanzienlijk snelheidsverschil achterop een volledig elektrisch voertuig (EV). Dit voertuig werd tegen de achterzijde van een vrachtauto gedrukt, sloeg vervolgens enkele keren over de kop en werd daarna aangereden door een derde personenauto. Door beschadigingen aan de accu door de botsing, ontstond brand in de EV. Alle vier de inzittenden kwamen bij dit ongeval om het leven en bevonden zich nog in het voertuig bij aanvang van het forensisch onderzoek.

Na het blussen van de brand bleek dat de accu een thermal runaway had ondergaan. Dit is een fenomeen bij lithium-ion batterijen waarbij een ongecontroleerde thermische reactie optreedt. Deze reactie genereert hitte en gasen en kan zich voortzetten totdat alle energie uit de accu is vrijgekomen. (Hessels, 2022)

2.2 Uitvoering van het Forensisch onderzoek

Het team Forensische Opsporing (FO) Zeeland-West-Brabant was verantwoordelijk voor de berging van de slachtoffers. Opvallend was het verschil in persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) tussen de hulpdiensten. De brandweer werkte volledig uitgerust met ademlucht en beschermende kleding. De forensische opsporing beschikte alleen over een witte overall, een FFP3-masker¹, een veiligheidsbril en dubbele nitril handschoenen².

Het team forensische opsporing kon tijdens de berging niet terugvallen op werkinstructies of voorschriften, met betrekking tot het bergen van slachtoffers uit een uitgebrand EV. Waardoor het team forensische opsporing onvoldoende wist aan welke risico's zij werden blootgesteld. Het team forensische opsporing was alleen op de hoogte dat een EV na een brand ten minste 24 uur, in een doppelcontainer wordt geplaatst.

2.3 Probleemstelling en dilemma's bij de berging

De hoofdvraag luidt:

Wat is voor deze omstandigheden, de veiligste manier voor de medewerkers van het team forensische opsporing, om de slachtoffers te bergen, zodat er nog forensisch onderzoek naar de identiteit van deze personen kan plaats vinden?

Bij het bergen van een ernstig gedeformeerde of uitgebrande EV gelden protocollen die voorschrijven dat het voertuig minimaal 24 uur in een watercontainer wordt ondergedompeld voordat onderzoek plaatsvindt. Dit protocol houdt echter geen rekening met de aanwezigheid van slachtoffers in het voertuig.

¹ Het FFP3-masker is het meest filterende van de FFP-maskers. Het beschermt tegen zeer fijne deeltjes zoals asbest en keramiek. Het beschermt niet tegen gasen zoals stikstofoxiden. (bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/FFP-masker>)

² Nitril handschoenen zijn gemaakt van synthetisch rubber. Nitril handschoenen bieden een hoge mate van bescherming tegen chemicaliën, virussen en bacteriën. Nitril handschoenen zijn sterker dan latex en vinyl, waardoor ze bestand zijn tegen scheuren en perforaties. Bovendien zijn ze geschikt voor mensen met een latexallergie.



Tijdens het forensisch onderzoek op de plaats delict ontstonden de volgende dilemma's:

- Taakverdeling FO vs. brandweer
 - Slachtofferberging is een politietaak, niet die van de brandweer.
 - De brandweer beschikt over de juiste PBM's en ademlucht, terwijl FO dat niet had.
- Veiligheidsrisico's FO-medewerkers
 - Geen ademluchttraining en onvoldoende bescherming tegen giftige dampen (o.a. HF).
- Doorstroming van het verkeer
 - Economisch belang: langdurige afsluiting van de A59 vs. snelle berging.
- Ethische overwegingen
 - Is het verantwoord om slachtoffers in het voertuig te laten en pas na 24 uur te bergen?
- Forensisch onderzoeksbelang
 - Is een snelle berging noodzakelijk om identificatie en bewijsmateriaal veilig te stellen?
- Is veilige berging ter plaatse mogelijk?
 - Welke methoden kunnen worden toegepast zonder risico's voor FO-medewerkers?

Door een sterke toename van het aantal lithium-ion batterijen, is de verwachting dat het aantal branden met slachtoffers zal toenemen. Hierom is een overleg georganiseerd met meerdere specialisten waaruit een advies is gekomen voor een handelingskader. Dit handelingskader heeft antwoord gegeven op de bovenstaande vragen.

2.4 Samenvatting

Dit rapport behandelt de veiligheidsprincipes rondom het bergen van slachtoffers uit elektrische voertuigen (EV's) na een brand. De aanleiding hiervoor is een dodelijk ongeval waarbij een elektrische auto betrokken was en uitbrandde. Tijdens het forensisch onderzoek werd duidelijk dat er geen duidelijke protocollen bestonden voor het bergen van slachtoffers uit een uitgebrand EV. Bovendien bleken FO-medewerkers niet te beschikken te hebben over de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) en ontbrak er werkinstructie over hoe veilig te werken in een omgeving met instabiele lithium-ion batterijen. Dit document stelt drie scenario's op voor slachtofferberging en analyseert de risico's die hulpverleners lopen. De inhoud is opgebouwd van probleemstelling en risicoanalyse naar oplossingsrichtingen en aanbevelingen. De in hoofdstuk 6 uitgewerkte aanbevelingen bieden oplossingen voor deze dilemma's en worden in de daaropvolgende hoofdstukken verder toegelicht.

3 Wat zijn de risico's en de gevaren van een EV-brand?

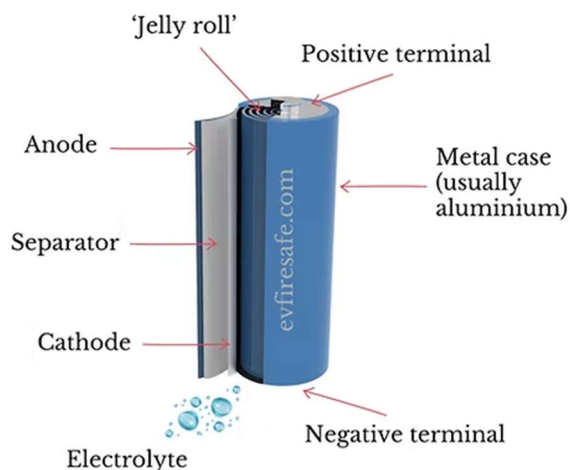
Dit hoofdstuk beschrijft de risico's en gevaren bij het bergen van slachtoffers uit een elektrische auto (EV) met brandschade.

3.1 Lithium-ion

Lithium-ion-accu's werken volgens een eenvoudig principe: de elektrische energie wordt via een chemisch proces opgeslagen en bruikbaar gemaakt voor de aandrijving van onder andere EV's.

Lithium-ion cellen bestaan uit twee elektroden: een kathode (positief) en een anode (negatief) (zie figuur 1 voor een doorsnede van een lithium-ion cel). Tussen deze elektroden bevindt zich de vloeistof elektrolyt, waardoor lithiumionen bewegen en elektrische energie wordt opgewekt. Een dunne, poreuze separator voorkomt direct contact tussen de kathode en anode (Christensen, 2021).

Lithium-ion cellen hebben een hoge energiedichtheid, wat betekent dat ze veel energie opslaan in een compacte ruimte. Ze zijn herlaadbaar en gaan honderden tot duizenden cycli mee.



Figuur 1: Een doorsnede van een lithium-ion cel.

Een cel is de kleinste elektrochemische unit, met één enkele kathode en anode (zie de doorsnede van de cel in figuur 1).

De batterij bestaat uit meerdere cellen, gecombineerd in modules.

Een tractiebatterij is een hoogspanningsbatterij ontworpen voor de aandrijving van EV voertuigen, opgebouwd uit meerdere batterijen.

De tractiebatterij van een Tesla Model S bestaat uit 18650 lithium-ion cellen die samen 7104 batterijen vormen.

3.2 Gevaren bij het bergen van slachtoffers uit een EV

Door de groei van elektrische mobiliteit en energieopslagsystemen (EOS'en) komen hulpdiensten steeds vaker in contact met lithium-ion accu's. Dit vraagt om specifieke kennis en voorzorgsmaatregelen. Dit hoofdstuk richt zich op de risico's van een instabiel geraakte lithium-ion accu.

Bij de berging van slachtoffers uit een EV met brandschade worden hulpverleners aan de volgende gevaren blootgesteld:

3.2.1 Gevaar 1: Thermal runaway

Bij volledig elektrische voertuigen (EV's) wordt vrijwel altijd een lithium-ion accu gebruikt, in tegenstelling tot hybride voertuigen.

Een thermal runaway is een ongecontroleerde, zichzelf versterkende temperatuurstijging in een lithium-ion batterij (zie Figuur 2 voor een temperatuuroverzicht). Dit proces wordt veroorzaakt door elektrische, mechanische of thermische schade, zoals overladen, doorboring of oververhitting;

Van **-20 tot 60°C** normale bedrijfstemperatuur van een lithium-ion cel.

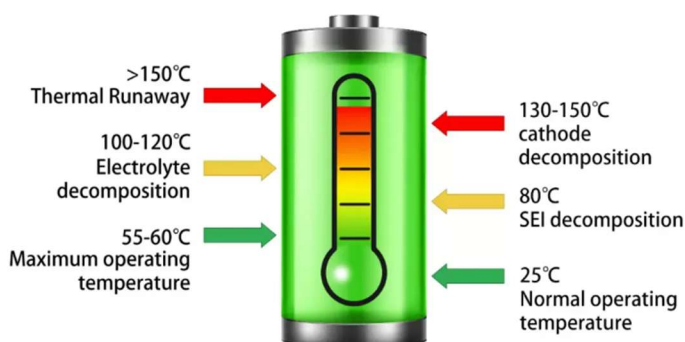
Bij **80-100°C** begint de SEI-laag op de anode te ontbinden, wat gasvorming en warmteontwikkeling veroorzaakt.

Boven **100°C** ontleedt de elektrolyt, waardoor brandbare gassen zoals waterstof (H_2), koolmonoxide (CO) en waterstoffluoride (HF) vrijkomen.

Bij **130-150°C** breekt de kathode af. Dit veroorzaakt een sterke exotherme reactie, waardoor de temperatuur snel stijgt. Koeling kan dit proces nog stoppen, maar bij verdere verhitting wordt de situatie oncontroleerbaar.

Bij **>150°C** treedt thermal runaway op: de temperatuur stijgt oncontroleerbaar en het proces verspreidt zich naar aangrenzende batterijcellen, het proces houdt zichzelf in stand en is onomkeerbaar geworden. Dit kan leiden tot explosieve ontleding, giftige gassen, brand en rookontwikkeling. In extreme gevallen kan de temperatuur oplopen tot **850°C of meer**.

De brandweer kan door warmtemetingen een indicatie geven of er sprake is van een thermal runaway.



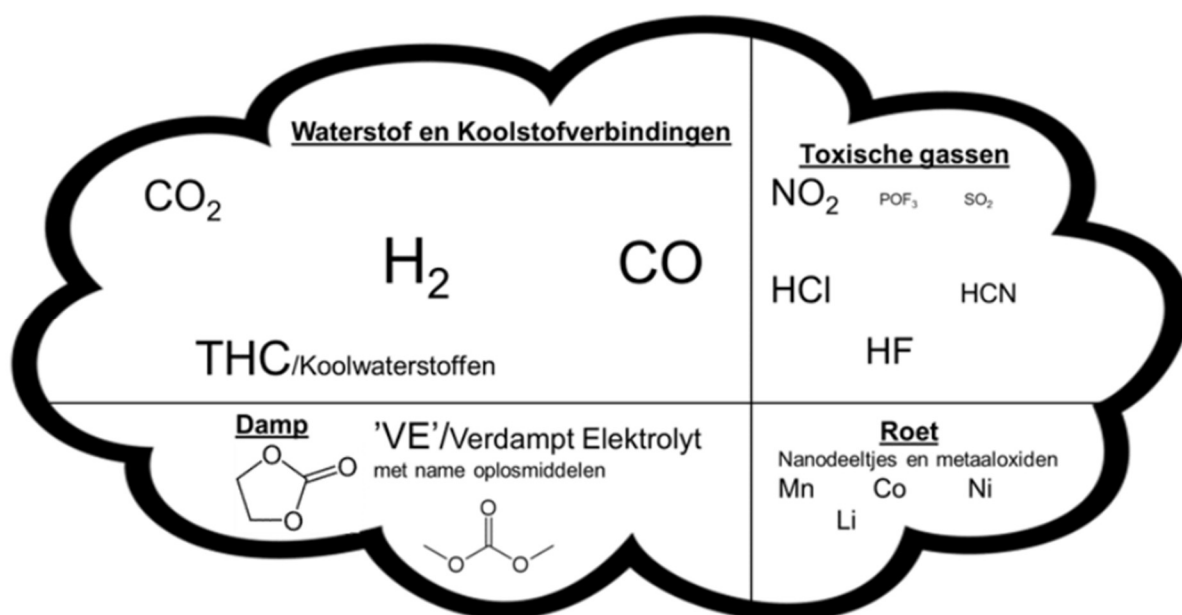
Figuur 2: De opbouw van een thermal runaway in een temperatuurschema.

3.2.2 Gevaar 2: Giftige rook

Bij brand in een lithium-ion accu komen diverse giftige en brandbare gassen vrij (zie voor een overzicht van de gassen de gaswolk in figuur 3). Deze gassen zijn in vier groepen te verdelen: Waterstof en koolstofverbindingen, toxische gassen, roet en damp.

De gassen in de hoogste concentratie en met de meeste gezondheidsrisico's zijn:

- **Waterstoffluoride (HF)** – Zeer giftig en bij inademing schadelijk voor longen en botweefsel.
- **Koolmonoxide (CO)** – Giftig en kan leiden tot zuurstofgebrek in het bloed.
- **Waterstof (H₂)** – Brandbaar gas dat explosieve mengsels met lucht kan vormen.
- **Verdampst Elektrolyt (VE)** - Het afbreken van de elektrolyt genereert giftige gassen, zoals **waterstoffluoride (HF)**, koolstofmonoxide (CO) en fosforyltrifluoride (POF₃). (T. van Harn, 2024)



Figuur 3: De gassen die vrijkomen bij de thermal runaway en de brand.

3.2.3 Gevaar 3: Explosiegevaar

Bij een thermal runaway kunnen batterijcellen onder hoge druk explosief openscheuren. Tijdens dit proces komen grote hoeveelheden brandbare gassen vrij, zoals waterstof (H₂), koolmonoxide (CO) en koolwaterstoffen (THC). Indien deze gassen zich ophopen in afgesloten ruimten, zoals garages of tunnels, kan een vertraagde ontsteking leiden tot een dampwolkexplosie. (T. van Harn, 2024).

3.2.4 Gevaar 4: Elektrocutie

Lithium-ion batterijen in elektrische voertuigen werken met spanningen tot 800V, wat bij schade kan leiden tot lekstromen. Beschadigde accupakketten kunnen restspanning vasthouden, waardoor het aanraken van blootliggende hoogspanningskabels of componenten levensgevaarlijk is. (T. van Harn, 2024).

3.3 Wat zijn de risico's van waterstoffluoride HF?

Een extra gezondheidsrisico bij een brand met Lithium-ion batterijen is dat de rook, naast meer algemene verbrandings- en ontledingsproducten zoals koolmonoxide, ook waterstoffluoride (HF) bevat. Waterstoffluoride is een zwak, klein zuur dat in tegenstelling tot veel andere zuren dieper in weefsels kan penetreren en daardoor ook dieper gelegen weefsel kan aantasten.

3.3.1 Concentratieverloop van fluorwaterstof in rook

Bij een brand van een lithium-ion batterij komt waterstoffluoride (HF) vrij in de rook. In de eerste 20 minuten neemt de hoeveelheid HF in de lucht snel af, waarna de concentratie stabiel wordt. Dit betekent echter niet dat het gevaar voorbij is. De HF kan zich namelijk afzetten op oppervlakken, zoals kleding, gereedschap en dus ook op slachtoffers, waardoor hulpverleners alsnog worden blootgesteld bij contact.

Hoe snel HF uit de rook verdwijnt, hangt af van de luchtvochtigheid en de samenstelling van de rook. Bij een hoge luchtvochtigheid hecht HF zich makkelijker aan kleine deeltjes in de lucht, waardoor het neerslaat en lang aanwezig blijft. Onderzoek door het RIVM laat zien dat deze afzetting zelfs na een jaar nog meetbaar is op oppervlakken.

Dit heeft ook gevolgen voor het dragen van de PBM's tijdens het forensisch (sporen)onderzoek op de plaats van het ongeval, het bergen van slachtoffers en het later uit te voeren forensisch voertuigonderzoek. Dit geldt tevens voor het forensisch onderzoek aan het stoffelijk overschot en de wijze waarop het verpakt wordt.

Omdat HF-deeltjes zich kunnen binden aan rookdeeltjes, zijn ze niet altijd direct meetbaar met standaard gasdetectie. Dit betekent dat een lage HF-waarde in de lucht niet automatisch betekent dat de omgeving veilig is.

Ventilatie of luchtstromen helpen niet veel om HF sneller te laten verdwijnen. Onderzoek door het RIVM toont aan dat HF-afzetting een belangrijk gezondheidsrisico vormt bij lithium-ion branden, maar het blijft lastig precies te bepalen hoe snel dit proces verloopt (RIVM, 2019).

3.3.2 Gezondheidsrisico's Waterstoffluoride

- **Lokale effecten HF:**

Bij inademing van rook die waterstoffluoride (HF) bevat, kunnen milde tot levensbedreigende klachten optreden. In eerste instantie veroorzaakt het prikkelhoest, keelpijn, geïrriteerde ogen en huid. Bij ernstigere blootstelling kunnen ademhalingsproblemen, pijn op de borst, benauwdheid en zwelling van de keel optreden, wat kan leiden tot verstikking of chemische longontsteking. Daarnaast kunnen duizeligheid, hoofdpijn, verwarring en bewusteloosheid voorkomen. In ernstige gevallen kan een coma of zelfs overlijden optreden.

Longoedeem (vocht in de longen) kan zich ontwikkelen binnen enkele uren tot 12 uur na blootstelling. Mensen met astma of gevoelige luchtwegen lopen extra risico en kunnen sneller en langduriger klachten ervaren. Directe medische hulp is noodzakelijk bij blootstelling aan HF-rook (NVIC, 2024).

- **Systemische effecten HF:**

Waterstoffluoride (HF) kan niet alleen lokale schade veroorzaken, maar ook systemische effecten bij langdurige of hoge blootstelling. Fluoride-ionen onttrekken calcium aan cellen, wat kan leiden tot hypocalciëmie (te weinig calcium in het bloed). Dit kan ernstige gevolgen hebben, zoals spierkrampen, hartritmestoornissen en neurologische klachten (NVIC, 2024).

- **Beschermende kleding:**

Waterstoffluoride kan zich afzetten op kleding en materieel, wat een risico vormt voor hulpverleners. In principe biedt de standaard bluskleiding van de brandweer minimaal 20 minuten bescherming bij een hoeveelheid van 4000 PPM (zie tabel 2 voor de interventiewaarden van waterstoffluoride). Echter HF kan door andere kleding dringen en oplossen in transpiratievocht, waardoor huidbeschadiging kan optreden zonder direct pijngevoel. Fluoride testpapier en pH-metingen kunnen besmetting detecteren. HF blijft in (vochtige) kleding aanwezig en kan zelfs na verlaten van de brandplek nog schade aanrichten (RIVM, 2019).

- **Concentratie-effect-relatie HF:**

De ernst van blootstelling aan waterstoffluoride (HF) hangt af van de concentratie in de lucht en de duur van de blootstelling (zie tabel 2 voor de interventiewaarden van waterstoffluoride). Bij een waarde van 1 ppm (0,83 mg/m³) kunnen al lichte irritaties aan ogen, luchtwegen en huid optreden. Vanaf 35 ppm kunnen ernstigere klachten ontstaan, zoals ademhalingsproblemen en chemische brandwonden aan de luchtwegen. Blootstelling aan waarden boven 100 ppm wordt als levensbedreigend beschouwd en kan binnen korte tijd leiden tot verstikking, longoedeem en hartritmestoornissen.

De concentratie van HF wordt uitgedrukt in ppm (parts per million) of mg/m³ (milligram per kubieke meter), waarbij 1 ppm overeenkomt met ongeveer 0,83 mg/m³ (RIVM, 2019).

Tijd blootgesteld aan HF	10 minuten		30 minuten		1 uur	
Waarde	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
VWR (voorlichtingsrichtwaarde)	0,83	1	0,83	1	0,83	1
AGW (alarmeringsgrenswaarde)	79	95	29	35	20	24
LBW (levensbedreigende waarde)	150	180	51	61	36	43

Tabel 2: interventiewaarden waterstoffluoride.

- VWR (voorlichtingsrichtwaarde): De luchtconcentratie die met grote waarschijnlijkheid door de blootgestelden als hinderlijk wordt waargenomen, of waarboven lichte gezondheidseffecten mogelijk zijn.
- AGS (alarmeringsgrenswaarde): De luchtconcentratie waarboven onherstelbare of andere ernstige gezondheidseffecten kunnen optreden, of waarbij door blootstelling aan de stof personen minder goed in staat zijn zichzelf in veiligheid te brengen.
- LBW (levensbedreigende waarde): De luchtconcentratie waarboven mogelijk sterfte of levensbedreigende aandoeningen kunnen ontstaan.

Om een indruk te geven van de gevaarszetting van waterstoffluoride in de atmosfeer, is een vergelijking gemaakt met de samenstelling van de huidige atmosfeer in ppm. Stikstof, het hoofdbestanddeel van lucht, heeft een concentratie van 780.840 ppm, zuurstof 209.460 ppm en kooldioxide 415 ppm. Deze verhouding geeft goed weer hoe minutieus de hoeveel HF in de lucht hoeft te zijn voor gezondheidsklachten (RIVM, 2019).

3.4 Samenvatting

Dit hoofdstuk beschrijft de specifieke gevaren van lithium-ion batterijen bij brand. Het grootste risico is thermal runaway, waarbij een oncontroleerbare verhitting van de batterij leidt tot giftige rookontwikkeling en explosiegevaar. Tijdens een brand komen giftige gasen zoals waterstoffluoride (HF) en koolmonoxide (CO) vrij, die ernstige gezondheidsrisico's vormen. Daarnaast is er het gevaar van elektrocutie door restlading in beschadigde accupakketten. Deze risico's vereisen gespecialiseerde PBM's en strikte protocollen voor hulpdiensten die in deze omstandigheden moeten werken.

4 Wat zijn de huidige protocollen en beperkingen?

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige protocollen van de politie, brandweer en bergingsbedrijven met betrekking tot incidenten met elektrische voertuigen (EV's). Onderwerpen zoals het gebruik van een dompelcontainer (salvagecontainer) en de politieprocedures voor slachtofferberging worden besproken. Tot slot worden de juridische en operationele verantwoordelijkheden toegelicht.

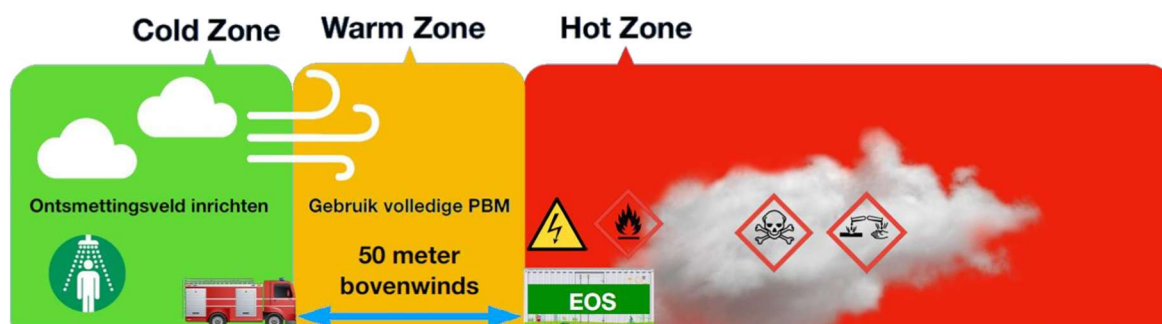
4.1 Protocol brandweer bij EV-branden

De brandweer gebruikt de Aandachtskaart 'Lithium-ion energiedragers' als handelingskader bij incidenten met lithium-ion batterijen. Deze kaart beschrijft de risico's, herkenning en bestrijdingsmethoden en is opgenomen als bijlage 1.

Bij branden met lithium-ion batterijen is grijs-witte rook met een chemische geur een herkenbaar signaal. Gevaren zijn toxische rook, explosiegevaar, elektrocutie en vervuild bluswater. Batterijen worden ingedeeld in klein (0-3 kWh), middelgroot (3-20 kWh) en groot (>20 kWh), afhankelijk van hun toepassing.

Tijdens de verkenning beoordeelt de brandweer de rookbron en de ernst van het incident. Bij twijfel over giftige gassen wordt de Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS) geraadpleegd. Kleinere branden kunnen als reguliere branden worden bestreden, maar grotere batterijen vereisen veel water of onderdompeling. (Brandweer Nederland, 2022)

De brandweer hanteert daarnaast veiligheidszones rondom de plaats van het incident (zie figuur 4 voor de veiligheidszones lithium-ion incidenten). Hierbij wordt tot een afstand van 50 meter tot aan de plaats van het incident bovenwinds in volledige PBM gewerkt.



Figuur 4: De verschillende zones rondom een lithium-ion incident, aangeduid door de brandweer.

4.2 Werkwijze bergen/stallen EV en inzet dompelcontainer

Binnen Nederland is het addendum op de Bergingsovereenkomst 2019-2022 getiteld "Berging en Stalling van Elektrische Voertuigen" van Stichting Incident Management Nederland (IMN) leidend voor de berging van elektrische voertuigen (dit addendum is opgenomen als bijlage 3). Deze overeenkomst is op 1 juni 2021 in werking getreden en is ontstaan uit een samenwerking tussen brandweer, bergers, Rijkswaterstaat en Stichting IMN. Dit addendum geeft richting aan de werkwijze rondom de berging van elektrische voertuigen, maar legt geen bindende werkwijze vast. Ter verduidelijking is een stroomschema opgesteld, dat is opgenomen als bijlage 2.

Wanneer een EV moet worden geborgen en er sprake is van brandgevaar, moet de berger het voertuig vervoeren in een salvagecontainer (dompelcontainer). Indien de EV tijdens transport opnieuw vlam vat, dient de berger de container op een veilige locatie te lossen en de

brandweer in te schakelen. De brandweer vult de container vervolgens met water, zodat het accupakket volledig ondergedompeld blijft.

Een salvagecontainer is een waterdichte, open stalen container, ontworpen voor het veilig transporteren en koelen van brandende of instabiele EV's. Indien nodig kan de container snel met bluswater worden gevuld.

Op de vestiging van de bergingsondernemer dient het elektrische voertuig in alle gevallen buiten te worden gestald. Indien het voertuig niet voldoet aan de criteria brandveilig, dient het voertuig ook brandveilig te worden gestald. Waarbij het voertuig op een veilige plek, op het terrein van de berger wordt gestald. (Stichting IM, 2021, p. 5)

4.3 Dompelcontainer politie

De politie beschikt momenteel over drie gesloten stalen dompelcontainers, speciaal ontworpen voor het bergen en stallen van elektrische voertuigen (EV's) met onderzoeksbelang (zie de dompelcontainer van de politie op afbeelding 1). Deze containers zijn voorzien van een laadklep met een lier, waarmee voertuigen in de container kunnen worden getrokken. De containers kunnen luchtdicht worden afgesloten door een mechanische branddeur en zijn uitgerust met sensoren en een camerasysteem om de toestand van het voertuig ten minste 72 uur te monitoren. Daarnaast bevat de container een systeem dat een brandvertragend gas vrijlaat. Bij branddetectie worden contactpersonen direct geïnformeerd en de brandweer gealarmeerd. Via een opening aan de voorzijde kan de brandweer de container vullen met maximaal 0,8 meter water, waardoor het accupakket van de EV wordt ondergedompeld.

Het gebruiksgemak van de dompelcontainer zit in de uitschuifbare laadklep, waarmee een EV eenvoudig in en uit de container kan worden geschoven. Dit creëert voldoende werkruimte rondom het voertuig, waardoor onderzoek in de buitenlucht mogelijk is en er ruimte is voor bijvoorbeeld fotografie of slachtofferberging. Bij een calamiteit kan het voertuig met één druk op de knop weer veilig in de container worden geplaatst. Hierdoor blijven onnodige handelingen aan het voertuig beperkt, wat de kans verkleint dat cruciale sporen verloren gaan.



Afbeelding 1: De dompelcontainer van de politie.



De containers kunnen worden vervoerd door politievoertuigen met een haakarmchassis van de transportteams in Amsterdam, Rotterdam en Den Haag. Omdat er momenteel echter geen werkinstructies zijn voor chauffeurs bij incidenten, zijn de containers niet operationeel.

Er is een addendum van de Stichting Incident Management beschikbaar dat richting geeft aan de werkwijze rondom de berging van elektrische voertuigen. Daarnaast is door het NIPV een onderzoeksrapport geschreven over de inzet van dompelcontainers in de praktijk. De berging van de EV's is daarvoor opgedeeld in een aantal fases: alarmering, incidentlocatie en (stalling bij) het bergingsbedrijf.

Enkele praktijkervaringen van bergen van EV's zijn beschreven in dit rapport:

- Drie bergingsbedrijven gaven in 2020 aan dat zij als procedure hanteren dat zij het bij de brand betrokken voertuig overnemen van de brandweer als de brandweer de vlammen van het voertuig gedoofd heeft;
- In verband met de vrijkomende gassen van een thermal runaway gebeurt het aanhaken van het voertuig door brandweerpersoneel met adembescherming;
- De Vereniging van Bergings- en Mobiliteitsspecialisten Nederland (VBM) heeft voor bergers een calamiteitenkoffer samengesteld die 1000V handschoenen, dampmaskers met een voor deze toepassing geëigend filter, een wegwerpoveral, een veiligheidsbril en veiligheidsschoenen bevat (NIPV, 2021).

4.4 Juridische en operationele verantwoordelijkheden

Bij een verkeersongeval met dodelijke afloop is de politie verantwoordelijk voor het onderzoek naar de toedracht en oorzaak van het ongeval. Dit omvat:

- Sporenonderzoek op de plaats van het ongeval;
- Technisch onderzoek aan de betrokken voertuigen;
- Onderzoek naar het eventueel niet natuurlijke overleden en het causale verband tussen het ongeval, het letsel en eventueel het overlijden;
- Identificatie van de overledene.

De brandweer heeft taken op het gebied van brandbestrijding, gevaarlijke stoffen en crisisbeheersing. Volgens de Wet veiligheidsregio's omvat dit onder meer:

- Het bestrijden van brand en het beperken van brandgevaar;
- Het verkennen en bestrijden van incidenten met gevaarlijke stoffen;
- Het uitvoeren van reddingen en hulpverlening bij ongevallen;
- Adviseren over brandpreventie en veiligheidsmaatregelen (Inspectie J&V, sd).

Bij incidenten met een brandend elektrisch voertuig is er een beperking in de protocollen: het huidige protocol voorziet niet in een eenduidige werkwijze voor het bergen van slachtoffers uit een uitgebrand EV. De politie is verantwoordelijk voor de forensische berging en de meeste politieambtenaren van de forensische opsporing zijn opgeleid conform NEN9140, maar de aanwezigheid van giftige dampen, elektrocutiegevaar en explosierisico maakt dit complex. Dit vraagt om aanvullende veiligheidsrichtlijnen en samenwerking tussen politie en brandweer. Bij de politie zijn geen specifieke richtlijnen of werkinstructies opgesteld.

4.5 Samenvatting

De bestaande protocollen voor incidenten met elektrische voertuigen zijn voornamelijk gericht op brandbestrijding en voertuigberging, maar houden geen rekening met de aanwezigheid van slachtoffers. De brandweer hanteert de richtlijn dat een uitgebrand EV minimaal 24 uur in een dompelcontainer moet worden geplaatst voordat verdere actie wordt ondernomen. De politie heeft geen eenduidig protocol voor slachtofferberging en beschikt niet over de juiste PBM's. Daarnaast zijn de dompelcontainers van de politie nog niet



operationeel inzetbaar door het ontbreken van interne richtlijnen. De salvagecontainers en de dompelcontainers van de politie verschillen aanzienlijk in gebruik. Een salvagecontainer is bedoeld voor transport en stalling van een EV met een instabiel accupakket. De dompelcontainer van de politie transporteert en stalt een EV onder forensische condities.

5 Zijn er aanbevelingen?

Dit hoofdstuk beschrijft de bijeenkomst met het NIPV en uitkomst van de aanbevelingen.

5.1 Bijeenkomst NIPV

Op 24 mei 2023 vond een overleg plaats bij het team Forensische Opsporing van de Politie-eenheid Zeeland-West-Brabant, gevestigd aan Ringbaan West 232 te Tilburg.

Dit overleg werd geïnitieerd door het team Forensische Opsporing vanwege het ontbreken van een werkvoorschrift en persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) voor het veilig bergen van slachtoffers uit elektrische voertuigen (EV's) met brandschade.

Aanwezig waren vertegenwoordigers van:

- Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV);
- Politieacademie;
- Laboratoriumcoördinator politie-eenheid Zeeland-West-Brabant;
- Landelijk Team Forensische Opsporing en CBRN;
- Kwaliteitsnetwerken Brand, Opsporen Bergen en Identificatie, PD-onderzoek, FO-verkeer en Forensisch Coördineren.

5.2 Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)

Door Tom Hessels (NIPV) werd tijdens het overleg geadviseerd om met betrekking tot de persoonlijke beschermingsmiddelen, vooral te letten op de middelen die door de brandweer gebruikt worden. Kortom als de brandweer met ademlucht rondloopt, is het advies om binnen deze cirkel (hot- en warm-zone) ook met ademlucht te werken.

Daarnaast is in het algemeen het advies om bij dergelijke onderzoeken, tenminste de volgende middelen te gebruiken:

- Kleding: Brandoverall met daarover witte overall
- Adembescherming: Volgelaatsmasker, ABEK filterbus
- Handschoenen & schoeisel: Dubbele handschoenen (nitrile en werkhandschoenen), veiligheidslaarzen
- Als extra aanvulling: Een multigasdetector (ook in de voertuigen van FO-verkeer)

Inmiddels beschikt het team Forensische Opsporing over een groep van 13 opgeleide en direct inzetbare ademluchtdragers. Deze medewerkers beschikken over persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) die vergelijkbaar zijn met die van de brandweer. Er is een samenwerkingsovereenkomst met de brandweer, waardoor FO-ademluchtdragers bij een inzet gebruik mogen maken van de persluchtcilinders van de brandweer.

5.3 Risico's bij vervolgonderzoeken

Gelet op het feit dat de sporendragers, voertuigen en stoffelijke overschotten na de brand en de neergedaalde roetdelen als besmet moeten worden gezien, heeft dit ook gevolgen voor de eventuele vervolgonderzoeken. Hierbij moet onder andere worden gedacht aan:

- Verpakken stoffelijk overschot
- Vervoer stoffelijk overschot door begrafenisondernemer
- Lijkschouw door forensisch arts bij een mortuarium
- Forensisch voertuigonderzoek
- Forensisch brandonderzoek



5.4 Advies voor de Forensische Opsporing

Tijdens het overleg gaven de aanwezigen de volgende adviezen en aanbevelingen met betrekking tot de veilige berging van slachtoffers uit elektrische voertuigen:

1. Creëer algemene awareness bij alle medewerkers van de forensische opsporing over de risico's tijdens en na een brand van een EV;
 - a. Door dit op te nemen in de BPDO (basis voor zowel TR als VOA)
 - b. Door dit op te nemen in een profcheck (jaarlijkse opfrissing)
2. Laat bij een forensisch onderzoek bij een verkeersongeval met een brandende (elektrisch) voertuig, altijd een AGS ter plaatse komen;
3. Werk de drie genoemde scenario's uit op landelijk niveau (zie bijgevoegd voorbeeld zoals afgesproken voor de eenheid ZWB);

Tijdens het overleg werden door de aanwezigen aan de hand van risico's drie scenario's geschetst, die mogelijk zijn:

Scenario 1: Het voertuig kan niet worden geblust in verband met thermal runaway waardoor het op dat moment niet mogelijk is om de slachtoffers veilig te bergen.

Scenario 2: Het voertuig is geblust, maar er is sprake van een instabiel accupakket waardoor het weer ontbranden van het accupakket een mogelijk ernstig risico voor de forensisch onderzoekers tijdens het bergen van de slachtoffers vormt.

Scenario 3: Het voertuig is geblust en er is sprake van een stabiel accupakket waardoor er geen risico tijdens het bergen van de slachtoffers voor de forensisch onderzoekers aanwezig is.

Deze scenario's zijn verder uitgewerkt en dient als standaardprocedure binnen de politie-eenheid Zeeland-West-Brabant (zie hoofdstuk 6 en de beslisboom in hoofdstuk 7.2).

5.5 Samenvatting

Om de veiligheid van FO-medewerkers te waarborgen, moeten zij beschikken over beschermingsmiddelen vergelijkbaar met die van de brandweer. Inmiddels zijn er dertien FO-medewerkers opgeleid als ademluchtdragers, die in gevaarlijke zones kunnen opereren. Daarnaast wordt aanbevolen om bij alle EV-incidenten met slachtoffers standaard een Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS) ter plaatse te laten komen. De drie scenario's moeten op landelijk niveau worden uitgewerkt en vastgelegd in een uniform protocol. Tot slot wordt aangeraden de risico's bij vervolgonderzoeken verder in kaart te brengen.

6 Welke scenario's zijn er om veilig te werken?

De scenario's zijn opgesteld om een uniforme en veilige werkwijze te bieden voor de forensische opsporing. Door de variërende risico's per incident is een duidelijke aanpak per situatie noodzakelijk. Dit hoofdstuk beschrijft drie scenario's die de basis vormen voor de operationele werkwijze bij EV-incidenten.

6.1 Uitwerking 3 scenario's

Scenario 1 : Het voertuig kan niet worden geblust in verband met thermal runaway

- Forensisch Coördinator (FOCO) regelt dat de adviseur gevaarlijke stoffen van de brandweer (AGS) ter plaatse komt;
- FOCO regelt dat ademlucht en Chemische, Biologische, Radiologische en Nucleaire dreigingen (CBRN) getrainde medewerkers (Landelijk Team Forensische Opsporing (LTFO) of eigen eenheid) ter plaatse komen;
- FOCO gaat zelf ter plaatse;
- Ademlucht en/of CBRN getrainde medewerkers fixeren slachtoffers, zodat deze ten behoeve van identificatie vervoerd kunnen worden;
 - Deze maken gebruik van de voorgeschreven PBM's
 - De AGS of door hem aangewezen persoon, blijft tijdens het gehele onderzoek metingen verrichten in relatie tot de veiligheid.
- Slachtoffers blijven in het voertuig en worden in het voertuig getransporteerd in een watercontainer naar de eerst mogelijke veilige en afsluitbare plaats (bijvoorbeeld parkeerplaats langs snelweg). Hierbij moeten zo min mogelijk transport bewegingen worden gemaakt;
- Zodra het volgens de AGS veilig is om de slachtoffers te bergen, worden deze geborgen door ademlucht en/of CBRN getrainde medewerkers en overgebracht naar een mortuarium ten behoeve van de lijkschouw. (Hierbij kan ook worden gedacht aan een watercontainer waarbij de zijwanden (deels) kunnen worden weg geklapt ten behoeve van een veilige werkruimte);
- Het voertuig wordt in de watercontainer vervoerd naar een afgesloten plaats van onderzoek (bij voorkeur in de buitenlucht);
- Het forensisch voertuigonderzoek vindt pas minimaal 24 uur nadat het sein veilig door de AGS is gegeven plaats.

Scenario 2 : Het voertuig is geblust, maar er is sprake van een instabiel accupakket

- FOCO regelt dat AGS ter plaatse komt;
- FOCO regelt dat ademlucht en/of CBRN getrainde medewerkers (LTFO of eigen eenheid) ter plaatse komen;
- FOCO gaat zelf ter plaatse;
- Ademlucht en/of CBRN getrainde medewerkers fixeren slachtoffers, zodat deze ten behoeve van identificatie vervoerd kunnen worden;
- Deze maken gebruik van de voorgeschreven PBM's
- De AGS of door hem aangewezen persoon, blijft tijdens het gehele onderzoek metingen verrichten in relatie tot de veiligheid
- Zodra het volgens de AGS veilig is om de slachtoffers te bergen, worden deze op de plaats delict geborgen door ademlucht en/of CBRN getrainde medewerkers en overgebracht naar een mortuarium ten behoeve van de lijkschouw.
- Het voertuig wordt in de watercontainer vervoerd naar een afgesloten plaats van



onderzoek (bij voorkeur in de buitenlucht);

- Het forensisch voertuigonderzoek vindt pas minimaal 24 uur nadat het sein veilig door de AGS is gegeven plaats.

Scenario 3 : Het voertuig is geblust en er is sprake van een stabiel accupakket

- FOCO gaat zelf ter plaatse;
- FOCO neemt deel aan het commando plaats incident overleg (COPI-overleg);
- Brandweer monitort de temperatuur van het accupakket en verwijdt op advies van FO de benodigde voertuigdelen ten behoeve van de berging van de slachtoffers;
- Medewerkers FO bergen de slachtoffers en maken daarbij gebruik van de minimaal voorgeschreven PBM's (volgelaatsmasker met ABEK filterbus, brandoverall met daarover witte overall, dubbele laag handschoenen, veiligheidshelm en veiligheidsslaarzen);
- De slachtoffers worden in een vloeistofdichte bak of indien niet genoeg voorradig een dubbele laag transportzakken vervoerd ten behoeve van de lijkschouw;
- Het voertuig wordt in de watercontainer vervoerd naar een afgesloten plaats van onderzoek (bij voorkeur in de buitenlucht);
- Het forensisch voertuigonderzoek vindt pas minimaal 24 uur nadat het sein veilig door de AGS is gegeven plaats.

6.2 Samenvatting

Op basis van de in hoofdstuk 5 beschreven aanbevelingen zijn drie scenario's uitgeschreven. Door deze richtlijnen te implementeren, wordt de veiligheid van alle betrokken partijen gewaarborgd en wordt forensisch onderzoek efficiënter uitgevoerd. Van deze scenario's is in hoofdstuk 7.2 een beslisboom opgenomen.

7 Samenvatting

Dit rapport beschrijft de risico's en uitdagingen bij het bergen van slachtoffers uit een elektrische auto (EV) die in brand heeft gestaan. Door de unieke gevaren van lithium-ion batterijen, zoals thermal runaway, giftige rook en explosiegevaar, moeten de protocollen en werkwijzen van de Forensische Opsporing (FO) hierop worden afgestemd.

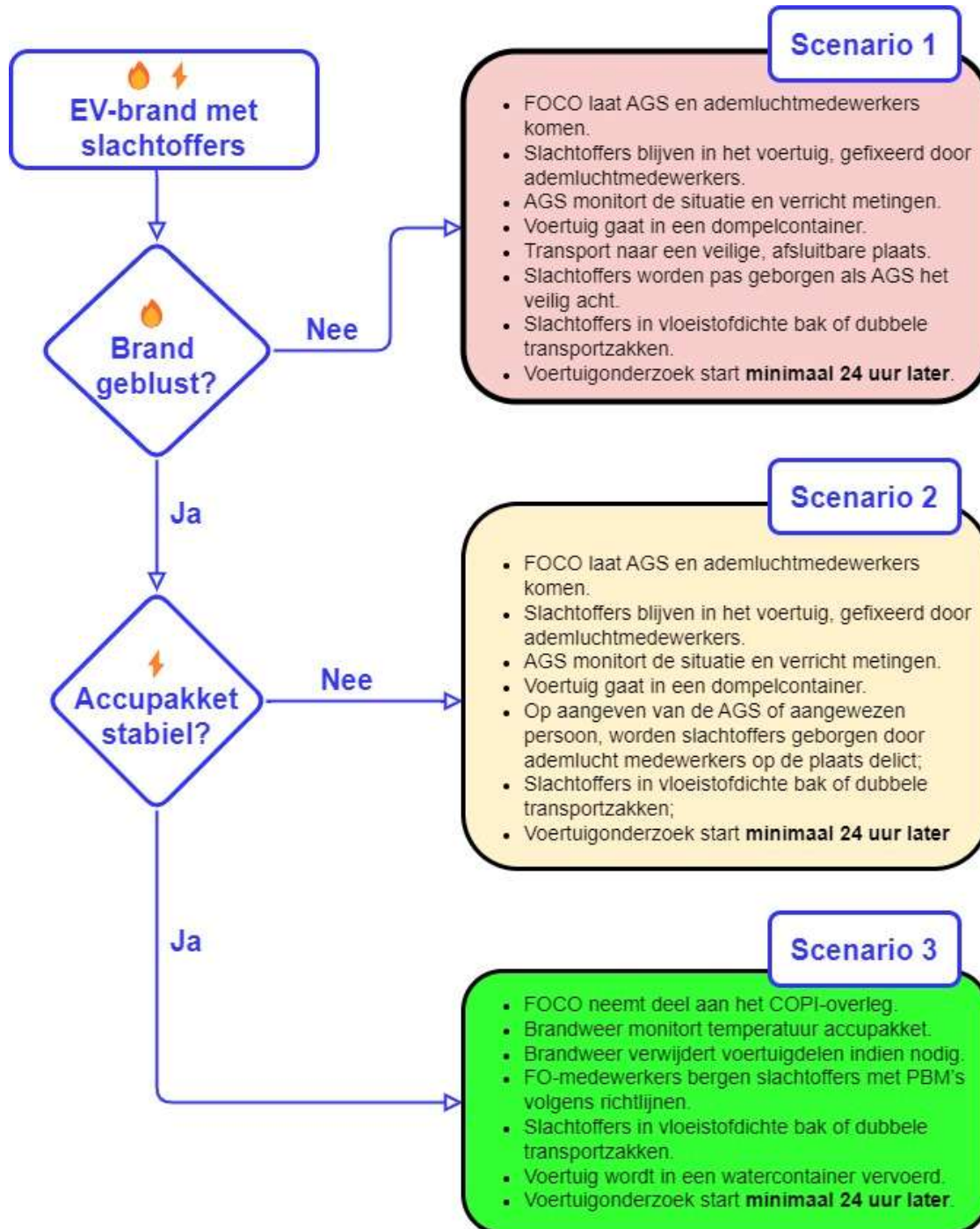
Op basis van de risicoanalyse en een overleg met het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV) zijn drie scenario's uitgewerkt. Deze scenario's bieden een handelingskader voor de forensisch opsporing en andere betrokkenen bij slachtofferberging uit EV's.

7.1 Aanbevelingen

- **Uniform beleid en training:** Er moet een landelijk protocol komen voor slachtofferberging uit EV's, afgestemd op de specifieke risico's van lithium-ion batterijen. De werkwijze van het team Forensische Opsporing van de eenheid Zeeland – West – Brabant kan hierbij als leidraad dienen (zie figuur 5 voor de drie scenario's in een beslisboom).
- **Bewustwording en implementatie:** Het is essentieel dat alle FO-teams, maar ook centralisten van de politiemeldkamer en politieambtenaren die als eerste bij een incident aankomen, op de hoogte zijn van de risico's en de juiste procedures. Dit kan worden gewaarborgd door een e-learningmodule of in een kennistoets. De beschreven veiligheidszones in de 'Aandachtskaart Lithium-ion energiedragers' van Brandweer Nederland kunnen hierbij als leidraad dienen.
- **Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM):** Voor het bergen van slachtoffers uit een EV moeten FO-medewerkers de beschikking krijgen over de volgende PBM's: volgelaatsmasker met ABEK-filterbus, brandoverall, dubbele handschoenen en veiligheidsslaarzen. Bij ernstige rookontwikkeling is ademlucht en extra beschermende kleding vereist, vergelijkbaar met de volledige PBM's van de brandweer.
- **Snelle inschakeling van experts:** Bij EV-branden met slachtoffers moeten de FOCO en de AGS standaard worden betrokken.
- **Dompelcontainers als standaardprocedure:** Bij EV's met slachtoffers waarbij blussen moeizaam verloopt of het accupakket instabiel is, moet de standaardprocedure zijn om het voertuig direct in een dompelcontainer te plaatsen. De voorkeur gaat uit naar de dompelcontainers van de politie.
- **Dompelcontainers politie:** Ondanks beschikbare richtlijnen van de Stichting Incident Management (IMN) en evaluaties door het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), zijn de dompelcontainers van de politie momenteel niet inzetbaar door het ontbreken van interne handelingskaders. Dit belemmert zowel een veilige berging van slachtoffers als een adequaat forensisch onderzoek.
- **Uitwerken risico's bij vervolgonderzoek:** Stel landelijke richtlijnen op voor de noodzakelijke vervolgonderzoeken na de berging.

Door de implementatie van deze aanbevelingen wordt de veiligheid van FO-medewerkers gewaarborgd en kunnen slachtoffers uit EV's op een verantwoorde wijze worden geborgen. De landelijke uitwerking van deze richtlijnen zal bijdragen aan een uniforme werkwijze en minimalisering van risico's. De beslisboom met scenario's biedt een gestructureerde aanpak voor deze complexe en risicovolle bergingen.

7.2 Beslisboom bergen slachtoffers uit EV



Figuur 5: Beslisboom scenario's bij EV-branden met slachtoffers.



8 Bibliografie

Boek

Steenbergen, R. (2024). *Afstudeergids AD Engineering 2024-2025*. Arnhem.

Website

Christensen, P. (2021). What is lithium-ion battery? *EV Fire Safe*. Opgehaald op 4 maart 2025, van <https://www.evfiresafe.com/what-is-lithium-ion-battery>

Overheidsdocument of richtlijn

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). (2019, november 15). *Risico's van stoffen. Interventiewaarden*. Opgehaald op 4 maart 2025, van <https://rvs.rivm.nl/normen/rampen-en-incidenten/interventiewaarden>.

Brandweer Nederland. (2022). *Aandachtskaart lithium-ion energiedragers*.

Artikel of rapport met meerdere auteurs

Van Harn, T., & Bergman, H. (2024). *Explosieveiligheid lithium-ion energieopslagsystemen*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV).

Online database of organisatiepublicatie

Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC). (2024, oktober 16). *Brand lithium-ion batterij*. Opgehaald op 4 maart 2025, van <https://www.vergiftigingen.info/f?p=300:STOFMONOGRAFIE>.

Andere rapporten en publicaties

Hessels, T. (2022). *Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders*. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV).

Inspectie Justitie & Veiligheid (Inspectie J&V). (z.d.). *Toezichtgebieden nationale veiligheid brandweer*. Opgehaald op 4 maart 2025, van <https://www.inspectie-jenv.nl/toezichtgebieden/nationale-veiligheid/brandweer>.

Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV). (2021). *Onderzoeksrapport dompelcontainers*. Arnhem.

Stichting Incident Management (IM). (2021). *Berging en stalling elektrische voertuigen: Addendum bij de Bergingsovereenkomst 2019-2022*. 's-Gravenhage.

9 Bijlagen

1. Aandachtskaart Lithium-ion energiedragers Brandweer Nederland;
2. Inzet dompelcontainer;
3. Berging en Stalling van Elektrische Voertuigen (Addendum bij de *Bergingsovereenkomst 2019 – 2022*);