



Gevaren e-voertuigen

- > Het ontstaan van brand, explosie en het vrijkomen van toxische gassen door een 'thermal runaway'. Een thermal runaway kan ontstaan vanaf 60 °C en weken voortduren.
- > Hoogvoltage battery packs en -kabels. Er kan spanning op de battery pack en het voertuig staan en er kan een vlamboog ontstaan.
- > Blijvende stroomtoevoer als het voertuig aan een laadpaal staat.
- > Spontaan rollen.
- > Voertuigen kunnen ook nog een brandstofcel bevatten (zie voor gevaren en werkwijze de Aandachtskaart Waterstof (H₂)).

Kenmerken e-voertuigen

- > Hybride personenauto's zijn vaak herkenbaar aan de naam Hybrid.
- > De naam van elektrische voertuigen bevat regelmatig e-, E, electric, Ampère, Volt, maar er zijn ook vele voertuigen met andere namen (bijv. BMW i3, Citroën C-Zero, Jaguar I-Pace, Nissan Leaf, Renault Zoe, Tesla).
- > Een elektrisch voertuig heeft geen uitlaat. De laadstekker kan zich op allerlei plaatsen van het voertuig bevinden. Bij een personenauto bevindt de battery pack zich meestal achterin en op de bodemplaat.

Incidentbestrijding bij e-voertuigen

PBM en hulpmiddelen:

- > geheel gesloten, droge uitrukkleding
- > onafhankelijke adembescherming
- > adembescherming voor passagiers bij ontgassende battery pack (als dat niet mogelijk is voertuig ventileren)
- > 1000 V-handschoenen met schacht over de mouw van de uitrukjas
- > warmtebeeldcamera (WBC)
- > 4-gasmeter
- > droog isolerend gereedschap.

Alle voorzorgsmaatregelen bij het optreden bij reguliere voertuigen gelden ook voor e-voertuigen (airbaghoezen, scherpe voorwerpen afschermen voor het slachtoffer, etc.).

Achterhaal via CRS/FIA/auto (zonne-/brandstofklepje)² informatie over energiebron/brandstof, voertuigconstructie, veiligheidsvoorzieningen en deactivering van het aandrijfsysteem.

Neem contact op met OvD/AGS. Deze kan informatie ophalen of geven over de toxiciteit van de chemische stoffen die vrijkomen uit de battery pack.

¹ Voorbeelden van incidenten met e-voertuigen: [Elektrische auto brandt volledig uit, vuur laait steeds opnieuw op](#) (13 april 2020), [Ontploffing BMW i3 in Enschede](#) (23 juli 2019), [Auto's uitgebrand in Rotterdam door accu hybride auto](#) (16 juli 2019), [Rokende plug-in hybride BMW i8 in Breda](#) (27 maart 2019), [Brand tijdens opladen elektrische auto in Leeuwarden](#) (6 maart 2017).

² In de loop van 2020 komen kaarten van EURO NCAP beschikbaar, die aansluiten bij de informatiebehoefte van de brandweer.

Let op! Voer bij elk stap een Laatste Minuut Risico Analyse (LMRA) uit, omdat de gevaren divers zijn en niet altijd zichtbaar of herkenbaar.

Scenario: Brand

Als er sprake is van brand, dan is het relevant te weten wat er brandt. Als de Li-ion battery pack bij de brand betrokken is (meebrandt) dan betekent dit dat met veel water, langdurig gekoeld moet worden. Een NiMH battery pack kan als een normaal voertuig worden geblust.

- > Ontruim zo nodig de omgeving.
- > Zorg dat het voertuig niet kan verplaatsen/rollen.
Zet het voertuig in de parkeerstand en activeer de handrem. Zet de motor uit en bewaar de sleutel op minimaal 5 m afstand. Blokkeer de wielen.
- > Blijf uit (zichtbare) gaswolken.
- > Benader het voertuig van voren onder een hoek van 45 graden met 2 stralen lage druk en 1 worplengte afstand. Van voren omdat niet altijd bekend is wat voor voertuig en brandstof het betreft, en er aan de achterzijde (auto)onderdelen weg kunnen schieten, net zoals vlammen en de druk vanwege explosies. Onder een hoek vanwege het mogelijk gaan rollen van het voertuig.
- > Blus een brandende Li-ion battery pack met 2 stralen lage druk (1 LD voor battery pack en 1 LD voor voertuig).³
Zorg voor een snelle aanvulling van bluswater vanwege het hoge waterverbruik.
Blijf de Li-ion battery pack daarna langdurig overmatig koelen met een lage drukstraal of dompel hem onder in bijvoorbeeld een waterbak/-container tot er geen gasbelletjes meer vrijkomen. De tijdsduur van de koeling hangt samen met de temperatuur van de battery pack. Een thermal runaway van een Li-ion battery pack is mogelijk vanaf circa 60 °C. Deze kan dagen tot weken voortduren!
Als onduidelijk is welk soort battery pack betrokken is, houd dan de werkwijze bij Li-ion aan.
- > Neemt de Li-ion battery pack geen deel aan de brand, bestrijdt de brand dan op de gewone manier. Blijf wel met een WBC de temperatuur van de battery pack monitoren met het oog op het ontstaan van een mogelijke thermal runaway.
- > Bevrijd passagiers zo snel mogelijk tijdens of na het blussen van de brand.
Let er bij het bevrijden van slachtoffers op dat de battery pack niet beschadigd wordt door het gebruik van scharen en spreiders, met het risico op brandbare en toxische gassen door een thermal runaway.
- > Draag een voertuig met een Li-ion battery pack over aan een in e-voertuigen gespecialiseerde berger (bekend bij RWS en de Vereniging van Bergings- en Mobiliteitsspecialisten (VBM)). Na overdracht blijft continue temperatuurmonitoring en zo nodig koeling van belang.
- > Draag de afvoer van het vrijgekomen elektrolyt en het schoonmaken van het wegdek over aan de wegbeheerder.

Scenario: Beschadigde battery pack

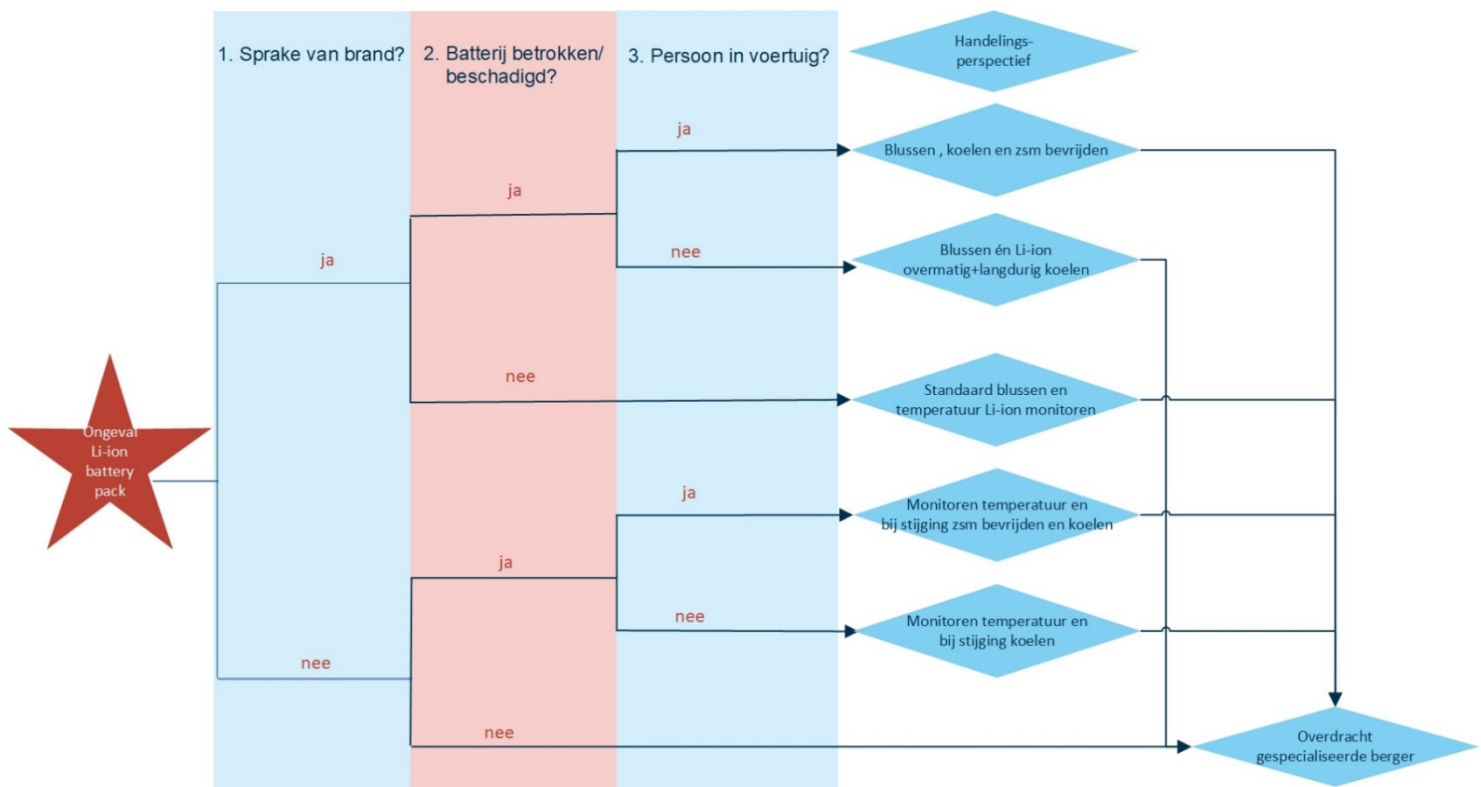
Een beschadigde battery pack kan eventueel alsnog ontbranden. Een indicator hiervoor is de vervorming van het voertuig. Bij een sterk vervormd voertuig is de kans groot dat de vervorming ook de battery pack betreft, waardoor bij een Li-ion battery pack een thermal runaway kan ontstaan.

- > Ontruim zo nodig de omgeving.
- > Zorg dat het voertuig niet kan verplaatsen/rollen.
Zet het voertuig in de parkeerstand en activeer de handrem. Zet de motor uit en bewaar de sleutel op minimaal 5 m afstand. Blokkeer de wielen.
- > Let op rookverschijnselen en sissende geluiden die duiden op een thermal runaway (mogelijk vanaf circa 60 °C). Gebruik de 4-gasmeter om brandbare en toxische gassen te meten.

³ Op advies van CTIF om zo snel mogelijk de bron uit te schakelen en uitbreiding te voorkomen.

- > Blijf uit (zichtbare) gaswolken.
- > Benader het voertuig van voren onder een hoek van 45 graden en houd een LD gereed.
- > Begin direct met koelen met een LD vanaf een worplengte afstand om een thermal runaway te voorkomen. Monitor de temperatuur van de Li-ion battery pack met een WBC. Koel bij een thermal runaway overmatig met LD of dompel het voertuig onder in een waterbak/-container. De tijdsduur van de koeling hangt samen met de temperatuur van de battery pack. Een thermal runaway kan weken voortduren!
- > Voorzie beknelde passagiers – met name bij een rokende/sissende battery pack – van adembescherming om inademing van waterstoffluoride (HF) zoveel mogelijk te vermijden. Als dat niet mogelijk is, zorg dan voor frisse lucht voor het slachtoffer door het voertuig te ventileren (ramen openen/forceren).
- > Draag tegen (gering) elektrocutiegevaar droge, geheel gesloten uitrukkleding, onafhankelijke adembescherming, 1000V-handschoenen met de schacht over de mouw van de uitrukkleding, gebruik droog isolerend gereedschap en houd een worplengte als blusafstand aan.
- > Draag het voertuig over aan een in e-voertuigen gespecialiseerde berger (bekend bij RWS en de Vereniging van Bergings- en Mobiliteitsspecialisten (VBM)). Na overdracht blijft continue temperatuurmonitoring en zo nodig koeling van belang.
- > Draag de afvoer van het vrijgekomen elektrolyt en het schoonmaken van het wegdek over aan de wegbeheerder.

Beslisschema incidentbestrijding Li-ion battery pack



e-voertuigen

In de *NEN 9140 (nl) Veilig werken aan e-voertuigen* worden e-voertuigen als volgt gedefinieerd: "e-voertuigen zijn voertuigen of motorvoertuigen uitgerust met een elektrische tractie-installatie (NEN 9140). Hieronder vallen voertuigen met een volledig elektrische of een hybride aandrijving: fietsen, bromfietsen (tweewielers), gehandicaptenvoertuigen, motorvoertuigen, trams en wagens."

NiMH en Li-ion battery packs

Een hybride voertuig maakt gebruik van twee motoren die samen zorgen voor de aandrijving van het voertuig: een verbrandingsmotor en een elektromotor. Hybride voertuigen hebben bijna altijd nikkel-metaalhydride battery pack (NiMH). In deze battery packs treedt geen thermal runaway op.

Een elektrisch voertuig (EV) wordt aangedreven door een elektromotor, die gebruikmaakt van elektriciteit die afkomstig is van bijvoorbeeld chemische energie die wordt opgeslagen in lithium-ion (Li-ion) battery packs. Voordeel van de - nieuwere - Li-ion battery packs is dat zij een hogere energiedichtheid en een lager gewicht hebben. Li-ion battery pack's zijn er in verschillende soorten, bijvoorbeeld LMO (Lithium Manganese Oxide; LiMn_2O_4) NCA (Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide; LiNiCoAlO_2) en NCM (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide; LiNiMnCoO_2). Ze hebben met elkaar gemeen dat zij instabiel kunnen worden bij overladen, diep ontladen, hoge en lage temperaturen ($-20\text{ }^\circ\text{C}$ en $> 60\text{ }^\circ\text{C}$) en slag of stoot. Dit kan in het ergste geval leiden tot kortsluiting, thermal runaway en brand, waarbij zeer giftige pyrolyseproducten vrijkomen.

Laadpalen

Personenvoertuigen kunnen aan openbare of privé laadpalen staan. Bij een openbare laadpaal kan de stekker vastzitten. De eigenaar van het voertuig kan met zijn pas de stekker ontkoppelen. Is deze niet in de buurt, dan staat op de laadpaal een noodnummer en een paalnummer. Via het noodnummer kan de stekker op afstand losgemaakt worden. Is noodnummer of paalnummer niet meer leesbaar, kijk dan op www.oplaadpalen.nl. Schakel bij een laadpaal aan huis de stroom vanuit het huis uit.

Thermal runaway

Een thermal runaway kan ontstaan door:

- > een mechanische beschadiging/deformatie
- > een elektrisch defect (het overladen van de accu, het te snel ontladen, kortsluiting, productiefouten)
- > oververhitting (vanaf $60\text{ }^\circ\text{C}$).

Bij een thermal runaway slaat de chemische reactie in de battery pack 'op hol' en wordt binnen korte tijd veel warmte geproduceerd. Daardoor faalt de battery pack, komen toxische stoffen vrij en zijn brand(-verschijnselen) en een explosie mogelijk.

Enige tactiek is langdurig koelen met overmatig veel water (twee tot drie keer meer dan regulier) of de auto onderdompelen in een waterbak/-container tot er geen gasbelletjes meer vrijkomen. Het is belangrijk om de temperatuur langdurig - enkele etmalen - te blijven monitoren en het voertuig naar een veilige plek te (laten) brengen, op minimaal 15 m afstand van andere objecten.

Toxische stoffen

Bij een battery pack-brand van een voertuig komt waterstoffluoride (HF) vrij. De uitrukkleding biedt behoorlijke bescherming tegen HF-doordringing. Benader het elektrische voertuig daarom als een gewone (smerige) binnenbrand en houd de blootstellingstijd zo kort mogelijk. Draag altijd onafhankelijke adembescherming.

Elektrocutie

De kans op blootstelling aan elektriciteit is uiterst gering omdat een battery pack elektrisch losgekoppeld is van de carrosserie van het voertuig. De kans dat er via aarde een circuit loopt, is daarom 'verwaarloosbaar' klein. De vervorming van de battery pack bij een zware aanrijding kan ertoe leiden dat er wel een elektrische verbinding is (gelijkspanning). In de literatuur is terug te vinden dat contact met een gelijkspanning tot 120 volt geen dodelijke gevolgen zal hebben. Bij bevrijdingsacties leunen hulpverleners met lichaamsdelen tegen het wrak; dit is niet te voorkomen. Droge, geheel gesloten uitrukkleding, het gebruik van 1000 V-handschoenen en de rubberen zolen van de brandweerlaarzen geven een zekere mate van bescherming. Een wetenschappelijke onderbouwing van de gevaren van gelijkspanning en (voldoende) bescherming hiertegen door het gebruik van uitrukkleding en 1000 V-handschoenen is nog wel nodig.

Overdracht aan berger

De voorwaarden waaronder, als ook de werkwijze waarop, de overdracht van brandweer naar berger plaatsvindt, is onderwerp van gesprek tussen bergers, hulpdiensten, verzekeraars en Rijkswaterstaat. Ook de stalling van het wrak verdient hierbij aandacht met het oog op eventuele hernieuwde ontbranding en milieugevolgen.