



Oö. LANDES
FEUERWEHR
VERBAND

LEITFADEN

EINSÄTZE AN FAHRZEUGEN UNTER BETEILIGUNG VON LITHIUM-IONEN-AKKUS¹

AUTOR: HAW DIPL. PÄD. ING. HUBERT SPRINGER



VERSION 3.0

www.oelfv.at



INHALT

1. Haftungsausschluss	3
1. Einleitung	3
2. Elektrische Sicherheit von Hochvoltanlagen	3
3. Brände von Lithium-Ionen-Akkus	4
4. Brandbekämpfung von Fahrzeugbränden	5
5. Löschen von Lithium-Ionen-Akkus	6
6. Technischer Einsatz an Fahrzeugen mit Lithium-Ionen-Akkus	8
7. Maßnahmen nach dem Einsatz	9
8. Einsatz des Quarantänecontainers „AB Mulde“	9
9. Checkliste Brandeinsatz	16
10. Checkliste Technischer Einsatz	17
11. Kontaktdaten Entsorger	18
12. Quellen	18
13. Danksagung	19
14. Bildquellen	19

¹Lithium-Ionen-Akku wird in diesem Dokument als Sammelbegriff für eine Vielzahl verschiedener Batteriearten genutzt, u.a. Lithium-Polymer, Lithium-Eisenphosphat.

1. HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Das gegenständliche Dokument dient als Leitfaden im Einsatz und entspricht den Erkenntnissen sowie dem Stand der Technik zum Zeitpunkt seiner Erstellung.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Einsatzlagen besondere Anforderungen an die Einsatzkräfte und deren Vorgehen stellen können und daher ein Abweichen von den hier skizzierten Standardabläufen erforderlich sein kann.

1. EINLEITUNG

Die Zahl der Feuerwehreinsätze bei Verkehrsunfällen oder Fahrzeugbränden mit Beteiligung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen nimmt zu. Hieraus ergeben sich auch Fragestellungen zu den Gefahren und Verfahrensweisen bei Einsätzen mit Fahrzeugen unter Beteiligung von Lithium-Ionen-Akkus.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Brandbekämpfung von Fahrzeugbränden mit Lithium-Ionen-Akkus nicht wesentlich von Fahrzeugbränden konventionell angetriebener Fahrzeuge (z.B. Benzin- oder Dieselfahrzeugen).

Die Einsatzerfahrungen der nächsten Jahre werden in dieses Dokument eingearbeitet und in Form von neuen Versionen veröffentlicht.

Zusätzlich zu diesem Dokument wird die Verwendung der Einsatzinformation E-20 „Alternative Antriebe -und deren Peripherie“ des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes empfohlen, darin ist unter anderem das Erkennen von alternativ angetriebenen Fahrzeugen beschrieben.

2. ELEKTRISCHE SICHERHEIT VON HOCHVOLTANLAGEN

Von einer Hochvoltanlage spricht man ab 60 V Gleichspannung, ab dieser Spannung kann es zu einer Personengefährdung durch Körperströme kommen, die bei geringerer Spannung durch den Hautwiderstand auf ein ungefährliches Maß begrenzt werden. Aus diesem Grund sind verschiedene Sicherheitsmechanismen vorgeschrieben.

Grundsätzlich handelt es sich um ein gegen Erde isoliertes System (IT-System = franz. isolé terre). Das bedeutet, dass kein Potential auf die Erde oder die Karosserie des Fahrzeuges besteht, sondern nur zwischen dem Plus- und dem Minuspol der Hochvoltanlage.

Damit es hier zu keiner Gefährdung kommen kann, müssen alle Komponenten mit einem Berührungsschutz ausgestattet sein. Sollte der Berührungsschutz beschädigt werden, wird ein Isolationsfehler signalisiert bzw. kommt es je nach Hersteller zu einer automatischen, allpoligen Abschaltung durch die beiden Hauptrelais (+ und -).

Diese Hauptrelais werden auch im Falle eines Verkehrsunfalles mit Airbag Auslösung geöffnet bzw. trennt dann ein pyrotechnisches Batterietrennsystem (pyrofuse) die Leistungselektronik von der Hochvolt-Batterieeinheit. Zusätzlich gibt es noch eine Kurzschlussicherung, die bei Bedarf den Stromkreis öffnet und somit einen eventuell auftretenden Lichtbogen löscht.

3. BRÄNDE VON LITHIUM-IONEN-AKKUS

Ein Lithium-Ionen-Akku enthält viele brennbare Stoffe wie Elektrolyt, Separator (PE, PP), Kohlenstoff in Form von Graphit und andererseits auch Sauerstoff in Form eines Metalloxids. Die Anode und die Kathode werden durch einen dünnen Separator getrennt.

Viele Einzelzellen werden in einem Modul in Serie geschaltet und mehrere dieser Module bilden die Hochvoltbatterie. Das Gehäuse enthält auch Elektronikkomponenten für das Batteriemanagement und die beiden Hauptrelais. Die Hochvoltbatterie ist grundsätzlich dicht, verfügt aber über vordefinierte Ventilationsöffnungen, welche im Falle eines Druckanstieges aufbrechen und das Abblasen von Gas ermöglichen.

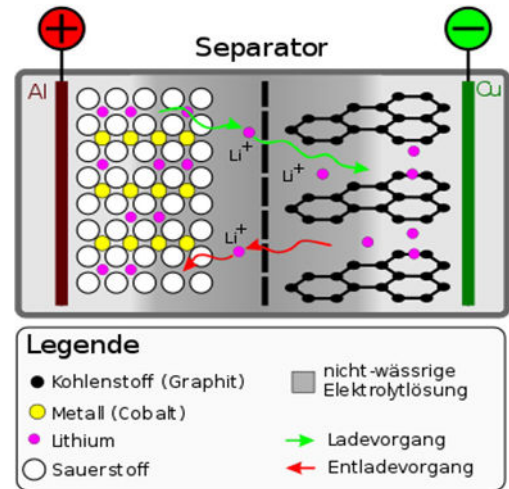


Abbildung 1.

Die Lithium-Ionen-Zelle ist anfällig für:

- **mechanischen Stress**
Penetration, Stoß, Quetschung,...
- **elektrischen Stress**
falsche Ladeströme, Tiefenentladung,...
- **thermischen Stress**
fehlende Kühlung, externe Hitzeentwicklung, Kälte,...

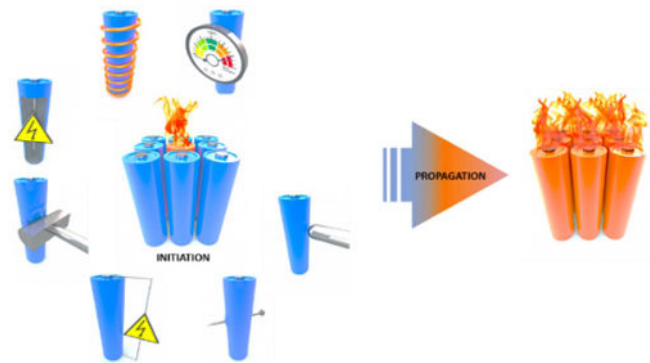


Abbildung 2.

Durch Beschädigung des Separators kann es zu einem Kurzschluss in der betroffenen Zelle mit einer exothermen Reaktion kommen. Es entsteht giftiger Rauch/Dampf, der unter Druck abbläst und sich leicht entzündet. Diese Wärme führt schlussendlich zu einer Kettenreaktion, das Feuer breitet sich immer schneller von Zelle zu Zelle aus, man spricht von einem „thermal runaway“, dem thermischen Durchgehen der Hochvoltbatterie. Der Brandverlauf ist abhängig von der Bauform und Anordnung im Inneren und ist nicht vorhersehbar.

Nicht jede in einem Fahrzeug verbaute (Hochvolt-)Batterie ist ein Lithium-Ionen-Akku. Andere Technologien (z.B. Nickel-Metallhydrid, NiMH) sind beispielsweise in vielen Hybridfahrzeugen eingebaut, reaktionsträger und auch weniger dynamisch im Brandverhalten.

Nicht bei jedem Fahrzeugbrand kommt es zwingend zu einem Brand vorhandener Lithium-Ionen-Akkus. Brandversuche zeigen, dass Lithium-Ionen-Akkus erst über einen längeren Zeitraum erhitzt oder mechanisch beschädigt werden müssen, um eine interne Reaktion zu starten.

Das Rettungsdatenblatt gibt Aufschluss über den Einbauort der Batterie(n) und gegebenenfalls deren Art. Dies ermöglicht eine Abschätzung, ob die Hochvoltbatterie betroffen sein kann und ob es sich überhaupt um einen Lithium-Ionen-Akku handelt.

Indikatoren für eine Beteiligung der Lithium-Ionen-Akkus am Brandgeschehen können beispielsweise sein:

- Rauchentwicklung / austretende Dämpfe aus der Hochvoltbatterie
- Geräuschentwicklung (Zischen, Pfeifen, Knattern)
- Funkenflug und Stichflammenbildung aus dem Bereich der Hochvoltbatterie
- abnormer, aromatischer, verschmorter Geruch
- Temperaturerhöhung des Gehäuses über einen längeren Beobachtungszeitraum, z.B. mit einer Wärmebildkamera

4. BRANDBEKÄMPFUNG VON FAHRZEUGBRÄNDEN

Fahrzeugbrände bergen grundsätzlich ein Risiko für die Einsatzkräfte. Gleichzeitig tritt insbesondere bei einem Brand im Innenraum des Fahrzeugs bereits nach kurzer Zeit der Totalschaden ein, weshalb eine risikoarme Einsatztaktik gewählt werden sollte. Es gelten deshalb folgende allgemeine taktische Hinweise:

- Vollständige Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung im Innenangriff inkl. Atemschutzgerät tragen.
- Fahrzeug so bald wie gefahrlos möglich, gegen Wegrollen sichern.
- Brandbekämpfung unter Ausnutzung der Wurfweite des Vollstrahls beginnen und sich erst nach Einstellung eines ersten Löscherfolges diagonal über die Ecken dem Fahrzeug nähern.
- Vorsicht vor umherfliegenden Teilen (Airbag, Gasdruckdämpfer, Reifen, Leichtmetalle) oder Stichflammen.
- Es kann von Vorteil sein, dass brennende Fahrzeug mittles Winde auf die Seite zu drehen, da man besseren Zugang zur Hochvolt-Batterie hat und ein Übergreifen auf den Innenraum des Fahrzeuges besser verhindert werden kann.

Die Bekämpfung eines Brandes außerhalb der Hochvoltbatterie ist bei allen Fahrzeugen gleichermaßen möglich. Abweichungen können sich ergeben, wenn ein eingebauter Lithium-Ionen-Akku ebenfalls in Brand geraten ist. Eine elektrische Gefährdung der Einsatzkräfte durch die Hochvoltanlage des Hybrid- oder Elektrofahrzeugs ist konstruktionsbedingt unwahrscheinlich. Dennoch handelt es sich bei einem Hybrid- oder Elektrofahrzeug um eine elektrische Anlage. Bei der Brandbekämpfung sollten die dort vorgegebenen Sicherheitsabstände eingehalten werden:

Niederspannung bis 1.000 Volt: Sprühstrahl 1 m, Vollstrahl 5 m

Sofern ein brennendes Hybrid- oder Elektrofahrzeug noch über ein Ladekabel mit einer Ladesäule verbunden ist, sollte diese Verbindung im Zuge der Brandbekämpfungsmaßnahmen getrennt oder stromlos geschaltet werden. Hierbei ist zu beachten, dass der Ladestecker bei versperrtem Fahrzeug ebenfalls mechanisch verriegelt wird und sich ggf. nur gewaltsam entfernen lässt.

5. LÖSCHEN VON LITHIUM-IONEN-AKKUS

Hochvoltbatterien sind in der Regel in einem stabilen, teils wasserdichten Gehäuse eingebaut, welches in die Fahrzeugstruktur (z.B. im Unterboden) integriert und zusätzlich verkleidet ist.

Aus diesem Grund kann aufgebrachtetes Löschmittel den Brandherd bei einem Brand innerhalb einer mechanisch nur unwesentlich beschädigten Batterie nicht erreichen. Auch eine externe Kühlung ist kaum wirksam, da die Zellmodule zum Außengehäuse teilweise thermisch isoliert sind. Brandversuche und bisherige Einsätze haben gezeigt, dass sich die Löschdauer und der Löschmittelbedarf erhöhen. Die Erfahrungen zeigen auch, dass sich bei Lithium-Ionen-Akkus ein Löscherfolg erst dann einsetzt, wenn das Wasser das Innere der Batterie erreichen kann.

Wasser ist als Löschmittel grundsätzlich geeignet, Löschmittelzusätze sind nicht erforderlich. Beim Brand von Lithium-Ionen-Akkus werden, ebenso wie bei anderen Bränden, Atemgifte in erheblichem Maße freigesetzt.



Abbildung 3: HV-Batterie-Pack Nissan Leaf

Die Rauchentwicklung eines reagierenden Lithium-Ionen-Akkus zeigt sich meist durch eine weiße, hellgraue bis tief-schwarze Rauchwolke. Hierbei werden brennbarer Elektrolyt (weißer Dampf) und Graphit (grauer Rauch) abgeblasen. Auch brennbare Kunststoffteile (Seperator, Isolierungen...) sind in das Brand-geschehen involviert (schwarzer Rauch).

Durch das Abblasen des verdampfenden, brennbaren Elektrolyts kann es außerhalb der Hochvoltbatterie zur Bildung von Stichflammen kommen. Außerdem ist es möglich, dass glühende Metallteile bzw. flüssige Metallspritzer ausgestoßen werden. Im Verlauf des Brandes ist davon auszugehen, dass aufgrund der hohen Temperaturen Löcher in das Gehäuse gebrannt werden. Geschmolzene Kabeleinführungen und Druckentlastungsöffnungen ermöglichen das Eindringen von Löschmittel in das Innere.

Während der Fahrzeugbrand mit konventionellen Mitteln gelöscht werden kann, brennt der Lithium-Ionen-Akku aufgrund der fehlenden Zugänglichkeit unter Umständen weiter.

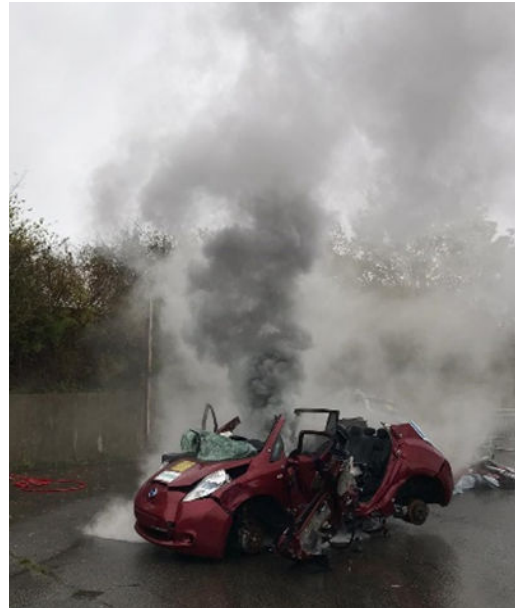


Abbildung 4: Rauchentwicklung eines Lithium-Ionen-Akkus mit unterschiedlicher Rauchfärbung.

Für die Brandbekämpfung ergeben sich z.B. folgende Möglichkeiten:

1. Brandbekämpfung mit großen Mengen an Löschwasser, hierdurch wird die Hochvoltbatterie extern gekühlt und Wasser dringt über (entstandene) Öffnungen ein. Eventuell kann ein zweites Rohr zum Kühlen des Energiespeichers vorgenommen werden.
2. Gegebenenfalls kann Wasser über eine vom Fahrzeughersteller vorgesehene Öffnung in das Innere der Hochvoltbatterie eingebracht werden. Hinweise auf entsprechende Öffnungen können dem Rettungsdatenblatt entnommen werden. (Bsp. Fireman Access von Renault, Öffnungen zum Entnehmen des Service-Disconnect...)
3. Grundsätzlich ist auch das kontrollierte Brennen lassen des Lithium-Ionen-Akkus im abgelöschten Fahrzeug eine Option. Haben die Zellen abgereagert bzw. sind verbrannt, reduziert sich auch das Risiko einer Wiederentzündung. Ggf. sind auch Kombinationen aus diesem und vorher genannten Punkten denkbar.
4. Versenken des betroffenen Fahrzeuges bis auf Niveau der Hochvoltbatterie im Wasserbad. Hierdurch wird die Hochvoltbatterie extern gekühlt. Außerdem kann Wasser über Öffnungen im Batteriegehäuse eindringen und den Brand löschen. Verbleibt diese über mehrere Tage im Wasserbad, werden die einzelnen Zellen entladen und die Gefahr einer Wiederentzündung wird reduziert. Es sollte nur so viel Wasser verwendet werden, wie erforderlich ist, dass es bei einem Brand in das Batteriegehäuse eindringen kann bzw. bei einer Notentgasung reicht die Kühlung der unteren Gehäusahälfte. Eine fachgerechte Entsorgung des Löschwassers ist erforderlich. Bei dieser Methode kommt es zu einer effektiven Form der Löschwasserrückhaltung, welche aufgrund der Auswaschung von Zellchemie anzustreben ist.

ACHTUNG!

Auf dem Markt sind handgeführte Löschgeräte verfügbar, die das Batteriegehäuse durchdringen, um dort Löschwasser abzugeben. Dabei befindet sich die Bedienmannschaft in der Regel in unmittelbarer Nähe zur Hochvoltbatterie. Auch wenn hierdurch die oben genannten Ziele erreicht werden, kann für diese Löschgeräte nach dem derzeitigen Stand der Technik keine Empfehlung ausgesprochen werden. Ihr Einsatz ist unter anderem mit dem Risiko von Stichflammen und einer nicht auszuschließenden Gefährdung der dafür eingesetzten Einsatzkräfte durch Elektrizität (z.B. Lichtbogen, gefährliche Körperdurchströmungen) verbunden. Die Fahrzeughersteller untersagen in ihren Einsatzhinweisen das Öffnen oder Beschädigen von Hochvoltbatterien.

6. TECHNISCHER EINSATZ AN FAHRZEUGEN MIT LITHIUM-IONEN-AKKUS

Bei Verkehrsunfällen kann es zur Beschädigung des Lithium-Ionen-Akkus und folglich zu einem Brand kommen. Aus diesem Grund ist es wichtig frühzeitig die Antriebsart zu erkunden und erkennen.

Mit Hilfe der KFZ-Kennzeichenabfrage und Informationen aus dem Rettungsdatenblatt (Datenbank) ist die Lage der Batterie(n) zu eruiere und abzuschätzen, ob es in Folge des Aufpralls zu einer mechanischen Beschädigung gekommen ist.

Der Brandschutz während der technischen Rettung ist mit Hilfe von Wasser am Rohr und eventuell einem CO₂-Löschersicherzustellen. Wird bei der Erkundung festgestellt, dass das Batteriepaket offensichtlich beschädigt wurde, sollte der Brandschutz mit voller Schutzausrüstung inklusive Umluft unabhängigem Atemschutz vorgenommen werden.

Beim Einsatz von hydraulischen Rettungsgeräten ist darauf zu achten, dass es zu keiner Beschädigung der Hochvoltkomponenten kommt. Deformationen müssen beim Einsatz von Rettungszyylinder und Spreizer durch Druckverteilung mittels Unterlagen verhindert werden. Schnitte dürfen mit der Rettungsschere nicht in Bereichen von Hochvoltkomponenten durchgeführt werden, denn all das wäre mechanischer Stress für die Hochvoltbatterie und könnte den Start des thermischen Durchgehens bedeuten.

Die Beobachtung des Batteriemoduls nach einem Verkehrsunfall mit Hilfe einer Wärmebildkamera ist empfehlenswert. Die exotherme Reaktion eines Lithium-Ionen-Akkus, welche sowohl spontan und schnell als auch träge und langsam passieren kann, könnte mit diesem Hilfsmittel detektiert werden. Eine grundsätzliche Betriebstemperatur ist aber immer gegeben, beobachtet werden muss ein ungewöhnlicher Temperaturanstieg. Sollte dies der Fall sein, ist eine externe Kühlung des Batteriegehäuses sinnvoll, um das thermische Durchgehen eventuell verhindern zu können. Je nach Möglichkeit sollte mit Wasserversucht werden, das Gehäuse zu kühlen (C-Hydroschild, Düsenschlauch, Schaufel als Prallplatte unter Fahrzeug, ...). Ein gezieltes Einbringen von Wasser in die Batterie ist erst nach Abschluss der Menschenrettung und Brand der Batterie zu empfehlen.



Abbildung 5: Strahlrohr mit Fassschaufel als Prallblech



Abbildung 6: Blindkupplung mit Bohrungen



Abbildung 7: Blindkupplung mit Bohrungen



Abbildung 8: Hydroschild - Scotty Squall Wall

7. MASSNAHMEN NACH DEM EINSATZ

Das Fahrzeug sollte, sofern möglich, gemäß den Angaben im Rettungsdatenblatt deaktiviert werden. Durch mechanische oder thermische Einwirkung beschädigte Lithium-Ionen-Akkus in Kraftfahrzeugen, die keine Anzeichen für einen fortbestehenden Brand innerhalb der Batterien zeigen, sollten mit Sicherheitshinweisen an den Abschleppdienst übergeben werden. Hierzu zählen u.a.:

- Das Fahrzeug ist im Freien und isoliert von anderen Fahrzeugen abzustellen. Hierdurch wird die Gefahr einer Brandausbreitung bei einem erneuten Aufflammen reduziert. Das Fahrzeug soll nach Möglichkeit vor Witterungseinflüssen geschützt werden (z.B. durch Abdecken mit einer Plane).
- Durch den Abschleppdienst ist der Hersteller oder einer seiner Servicepartner zu informieren, damit die Batterie sachgerecht ausgebaut, entladen und transportiert werden kann. Für beschädigte Lithium-Ionen-Batterien gelten besondere Vorschriften, z.B. der ADR.

Das präventive Versenken von Hybrid- und Elektrofahrzeugen in einem wassergefüllten Container ist nicht sinnvoll und führt nur zu einer weiteren Schadensausweitung.

Unabhängig von der Antriebsart des in Brand geratenen Kraftfahrzeuges gilt:

Einsatzhygiene beachten! Mit Brandrauch und anderen Verbrennungsprodukten bzw. -rückständen kontaminierte Schutzkleidung und Ausrüstungsgegenstände sind fachgerecht zu reinigen.

8. EINSATZ DES QUARANTÄNECONTAINERS „AB MULDE“

Der Quarantänecontainer kann nach Abklärung, dass keine Fachfirma in der Lage ist, das Fahrzeug ordnungsgemäß zu versorgen, über die Landeswarnzentrale angefordert werden. Die zuständige Stützpunktfeuerwehr kommt mit einem Wechselladerfahrzeug und Besatzung 1:1 an den Einsatzort. Grundsätzlich ist die Pflichtbereichsfeuerwehr für die Abarbeitung des Einsatzes zuständig, die Stützpunktfeuerwehr berät und bringt ihre Gerätschaften zum Einsatz.

Entstehende Kosten sind vom Fahrzeughalter bzw. dessen Haftpflichtversicherung zu tragen. Vor der Einbringung in den Container sind sämtliche Wertgegenstände aus dem Fahrzeug zu entfernen und der Polizei zur Verwahrung zu übergeben (Ablagefächer in den Türen, Handschuhfach, Kofferraum, ...).

Die Bestückung des Containers kann mittels Auffahrampen oder eines Ladekrans erfolgen. Sollte es zur wahrnehmbaren Beeinträchtigung durch Rauchgase kommen, ist mit Umluft unabhängigem Atemschutz zu arbeiten. Auf sachgemäßes Anschlagen der Last zur Verhinderung weiterer Schäden ist zu achten. Das Fahrzeug sollte so verlastet werden, dass die Batterie in Richtung Heckklappe des Abrollbehälters zeigt.

Das Abstellen sollte nach Möglichkeit auf dem Firmenareal des Bergeunternehmens bzw. der markenzugehörigen Fachwerkstätte erfolgen, da der erste Transport einer beschädigten Batterie nach ADR ein Nottransport ist, jeder weitere Transport aber nur mehr nach ADR Richtlinien erfolgen kann. Auf Zutrittsbeschränkung aber auch Zugangsmöglichkeiten der Feuerwehr außerhalb der Betriebszeiten sollte geachtet werden (Einfriedung, Zaun, ...). Der Container sollte in der Nähe eines Hydranten abgestellt und die Schlauchverbindung zwischen dem Hydranten und dem Container bereits aufgebaut sein. Verteiler setzen und Verbindungsleitungen für Flutung und Sprinkelung aufbauen. Türen und Armaturen gegen fremde Manipulation schützen.

Der Abstand vom Container zu weiteren Objekten hat in alle Richtungen mindestens 3 m zu betragen.



Abbildung 9: Hier wurde das Fahrzeug mit geöffneten Seitenfenstern in einer Plane verpackt, weil zuvor noch kein Wasser an die Batterie gelangt ist (bis dato keine Brandbekämpfung)

Sollten bereits Löschversuche unternommen worden sein, Fahrzeug keinesfalls mehr mittels Plane verpacken, da es in weiterer Folge zur Ansammlung von Wasserstoff (in Verbindung mit Sauerstoff zur Knallgasbildung) unter der Folie kommen könnte.

Der wasserdichte Abrollbehälter AB Mulde hat die Möglichkeit einer Sprinklung mit Wasser von der Seite bzw. kann er für eine effektivere Kühlwirkung bis auf Batterieniveau mit Wasser befüllt werden. Dies kann auch dann zweckdienlich sein, wenn das Gehäuse der Batterie nicht vom Unterboden aus erreicht wird, da die Batterie z.B. im Kofferraum verbaut ist. Für den Fall, dass die Hochvoltbatterie Feuer fängt und das Fahrzeug in Brand steckt, hat der Container Seitendüsen, welche den Brand niederhalten und den Container selbst vor Beschädigungen schützen. Zum restlosen Ablöschen der Batterie kann es erforderlich sein, dass der Container bis auf oberes Batterieniveau geflutet wird, um das Einlaufen von Löschwasser in das Gehäuse zu ermöglichen.

Als Einlauföffnungen kommen geplatzte Druckausgleichsmembrane, geschmolzene Kunststoffteile, vom Hersteller dafür vorgesehene Öffnungen, ...in Frage.



Abbildung 10: Sprinklung eines PKW's in der AB Mulde

Es ist von Vorteil, wenn das Fahrzeug je nach Möglichkeit mit heruntergelassenen Seitenscheiben im Container in Quarantäne steht. Dies ermöglicht eine raschere Detektion eines aufflammenden Brandes und im Bedarfsfall ein effektiveres Aufbringen von Löschwasser durch die Seitensprühdüsen.

Die Landeswarnzentrale ist darüber in Kenntnis zu setzen, an welcher Adresse der Container abgestellt wurde, sie verständigt den Pflichtbereichskommandanten des geplanten Standortes. Abzuklären sind der Zugang im weiteren Einsatzfall, sowie Erreichbarkeit von Verantwortlichen für das gewählte Grundstück.

Vor Öffnung der Hecktür des Containers bzw. vor Betreten von oben ist bei Bedarf eine EX-Messung durchzuführen. Eventuell entstandene Dämpfe des Elektrolyts sind schwerer als Luft und sammeln sich am Boden. Entstandener Wasserstoff ist leichter als Luft und entweicht nach oben.



8.1. Faktensammlung Quarantänecontainer „AB Mulde“

Stützpunktwesen



Abrollcontainer AB Mulde

Stand: 06.03.2023



Multifunktionaler, offener Abrollcontainer (AB) im Format 20 Fuß (Länge ca. 6,40 m) zum Transport mit Wechselladefahrzeug (WLF) mit Multilift-Hakengerät geeignet. „Flugtauglich“



Aufgabenfeld:

- Verwendung als Quarantänecontainer / trocken, (Quarantäne bis zur Übernahme durch spezielle Entsorgungsfirmen), Fahrzeug wird optional elektronisch überwacht;
- Ablöschen/Kühlen von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben durch Fluten und Besprinkeln der Seiteninnenwände;
- Sicherer Transport verunfallter Fahrzeuge mit alternativem Antrieb und Unfallfahrzeuge generell;
- Löschwasserentnahmebehälter für z.B. Waldbrandbekämpfung ohne oder mit Hubschrauberunterstützung;
- Möglichkeit des Verbringens der AB Mulde mittels Hubschrauber ins Gelände;
- Pufferspeicher für Grauwasser, kontaminiertes Löschwasser, Schlamm od. kontaminiertes Erdreich, sowie als Pufferspeicher bei Löschwasserförderung über lange Wegstrecken;
- Allgemeine Transportaufgaben im Katastrophenfall und bei Großschadensereignissen (Transport von Sandsäcken, Pölmateriale, Schüttgut oder KHD-Geräten, ...)

Allgemeine Daten:

Maße Außen: Maße Innen:

Länge: 6,40 m Länge: 6,00 m

Breite: 2,57 m Breite: 2,34 m

Höhe: 1,90 m Höhe: 1,60 m

Gewicht leer: 2.320 kg

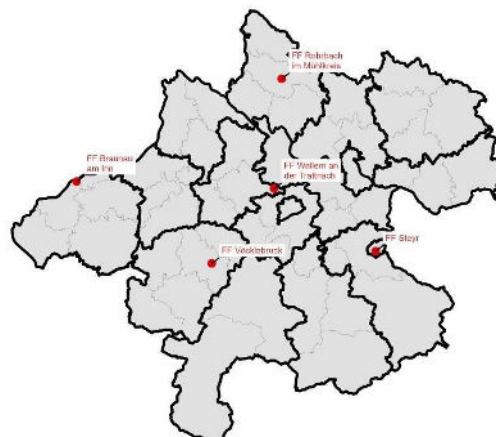
Zul. Gesamtgewicht: 18.000 kg

Fassungsvermögen bei 150 cm Wassersäule: ca. 21 m³

Lademöglichkeit von Fahrzeugen bis 5,5 m Länge und 2,2 m Breite

Hakenhöhe: 1.450 mm, Innen/Außenverriegelung

Standorte: FF Braunau, FF Rohrbach i. Mkr., FF Steyr, FF Vöcklabruck, FF Wallern a. d. T.



Kurzbeschreibung:

▪ Technische Daten

Der Abrollbehälter ist aus HARDOX 450 Stahlblech mit einer Wandstärke von 3 mm gefertigt. Der Unterrahmen ist INP 180.

Löschwassermenge bei vollständigem Befüllen: 21.000 l

Löschwassermenge bei Kühlen/Fluten von in Fahrzeugen eingebauten Akkueinheiten (Füllhöhe 37 cm): 6.500 l

Öffnungsweite der Rückwandschwenktür: 2,18 m

12 Gurtösen im Abstand von je einem Meter zur Ladegutsicherung, verstellbare Auffahrsschienen

Einsatztaktische Unterlagen für die Beratung des Einsatzleiters werden mitgeführt, in denen auch die Möglichkeiten für die fachgerechte Entsorgung des kontaminierten Löschwassers enthalten sind.



Geräteboxen an der Vorderseite



Wasserentnahme über TS in
Löschbehälter



Befüllen mittels Löschbehälter und
Hubschrauber

Detailbeschreibung:

Der AB ist stirnseitig, links und rechts mit je einem absperribaren Druck-/Sauganschluss Storz A ausgestattet, die eine Wasserzuführung oder -entnahme über eine externe Tragkraftspritze, ein Tanklöschfahrzeug oder einen Hydranten ermöglichen.

Weiters sind je ein B-Ausgang im Containerboden hinten links und rechts zum Entleeren des Containers und eine C-Einspeisungen vorne oben für die Seitensprinkler vorhanden.

Zur Ausstattung gehören: 2 Auffahrtsrampen zum Verladen von Fahrzeugen, Gurtösen im Bodeninnenbereich zur Ladegutsicherung und Sprinkler an den Seiten.

Die Geräteboxen an der Stirnwand des AB beinhalten formstabiles Schlauchmaterial und wasserführende Armaturen, eine Abdeckplane, Ladungssicherungsmaterial, eine Dichtung, sowie 3 Stück Magnetwarntafel „Hochvoltfahrzeug“.



Seitenbesprinklung



Ablassen von z.B. kontaminiertem
Löschwasser in IBC-Behälter



Rückwand, Schwenktür rechts
öffnend, inkl. Auffahrampen

Kontaktdaten:

Oö. Landes-Feuerwehrverband

Petzoldstraße 43, 4021 Linz

Telefon: +43 (0)732 770122 0

Fax: +43 (0)732 770122 90

Mail: katastrophenschutz@ooelfv.at

Ersteller: Oö. Landes-Feuerwehrverband, Abteilung Katastrophenschutz, Huemer

8.2. Szenario Quarantäne trocken

Abbildung 11: Temperaturkontrolle mittels WBK



Wird durch den Einsatz einer Wärmebildkamera kein Temperaturanstieg beobachtet, sollte das Unfallfahrzeug trotzdem zur Quarantäne unter einer Abdeckplane verwahrt werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern (könnte weiterer Auslöser für eine Reaktion sein). Unter der Plane wird ein außergewöhnlicher Temperaturanstieg elektronisch detektiert und fernmeldetechnisch übertragen, um eine rasche Intervention zu ermöglichen.

Die Wasserversorgung vom Hydranten zum Container sollte auch bei der trockenen Quarantäne vorsorglich aufgebaut, aber nicht in Betrieb genommen werden.

Ein präventives Fluten ist tunlichst zu unterlassen, erst bei Temperaturanstieg ist mit Kühlmaßnahmen zu beginnen.

Es ist von Vorteil, wenn das Fahrzeug je nach Möglichkeit mit heruntergelassenen Scheiben im Container in Quarantäne steht. Dies ermöglicht eine rascherer Detektion eines aufflammenden Brandes und im Bedarfsfall ein effektiveres Aufbringen von Löschwasser durch die Seitensprühdüsen.

Die Quarantäne sollte mindestens 72-96 Stunden dauern bzw. endet durch die Übernahme des Fahrzeuges durch den Hersteller/Servicepartner, der die Hochvoltbatterie analysiert, bei Bedarf ausbaut, entlädt, zerlegt, abtransportiert und entsorgt.

8.3. Szenario Akku kühlen / ablöschen

Zur Kühlung muss mittels Rettungsdatenblatt erkundet werden, wo die HV-Batterie verbaut ist und ob diese effektiv gekühlt werden kann, sowie dass dies auch die erwünschte Wirkung zeigt. Zur effektiveren Kühlung und bei nicht zu löschendem oder immer wieder aufflammendem Brand, kann das Fahrzeug bis auf Batterieniveau geflutet werden.

Sollte die Hochvoltbatterie sehr hoch verbaut sein, kann durch Anheben des Containers der Wasserstand partiell erhöht werden, um so z.B. das Heck des Fahrzeugs tiefer im Wasser zu versenken und das Einlaufen des Wassers in die Batterie zu ermöglichen. Es kann sein, dass durch den Brand bereits Löcher im Gehäuse sind und das Wasser wieder ausläuft, in diesem Fall ist mit erneuten Reaktionen der Batterie zu rechnen!



Abbildung 12: Schrägstellung der AB Mulde um ein einlaufen des Wassers in die HW-Batterie zu ermöglichen

Ein Verfahren des Containers im gefüllten Zustand ist grundsätzlich nicht vorgesehen, falls dies unbedingt notwendig ist, um z.B. eine Autobahn wieder frei zu bekommen, hat der Transport ganz vorsichtig in Schrittgeschwindigkeit und nur bis zum nächsten sicheren Abstellplatz zu erfolgen,

Das im Container rückgehaltene Löschwasser ist nach Rücksprache mit der Wasserrechtsbehörde einer fachgerechten Entsorgung zuzuführen. Es gibt ein Bodenablassventil, welches eine Schwerkraftentleerung der aufgesattelten Mulde in einen IPC-Tank ermöglicht. In der Regel wird aber das Wasser vom Entsorger mit einem Saugwagen abgeholt, dieser kann direkt aus dem Container absaugen.

Die Kosten für die Entsorgung sind nach Absprache von der Haftpflichtversicherung des Fahrzeughalters zu übernehmen.



Abbildung 13: Entleerung des kontaminierten Löschwassers über das Bodenablassventil in einen IBC

9. CHECKLISTE BRANDEINSATZ

FAHRZEUGE MIT ALTERNATIVEN ANTRIEBEN BRANDEINSATZ



G

Gefahr erkennen

"AUTO" - MERKREGEL

- A** - Austretende Betriebsmittel
- U** - Unterboden, Motor- Kofferraum (Auspuff, Tank, Fremdkörper, Kabel)
- T** - Tankdeckel (Gasventile, Anschlüsse, Aufschriften)
- O** - Oberfläche (Kennzeichen, Aufschriften, Verformung, Airbag ausgelöst?)

A

Absichern

- Fahrzeugaufstellung (Sicherheitsabstand, Gefälle beachten)
- Radkeile setzen sobald sicher möglich
- Zündung abschalten / deaktivieren sobald sicher möglich

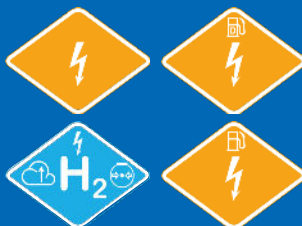
M

Menschenrettung / Maßnahmen

- Brandbekämpfung
- umluftunabhängiger Atemschutz
- Löschmittel Wasser
- Angriffsrichtung von der Seite
- Wurfweite ausnutzen



ELEKTROFAHRZEUG



- Hochvoltssystem (HV) Akkubrand identifizieren (WBK)
- Akku kühlen
- HV + 12 V System deaktivieren
- Fahrzeug gesichert abstellen ("Quarantäne")
- Rückzündung möglich / beobachten

GASFAHRZEUG



- Druckbehälter bei Beflammung kühlen
- Stichflamme / Jetflamme möglich
- EX-Messung

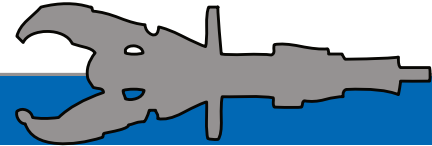
S

Spezialkräfte anfordern / Spezielle Maßnahmen

- Rettungsdatenblatt beachten
- Wärmebildkamera
- Messgeräte

9. CHECKLISTE TECHNISCHER EINSATZ

FAHRZEUGE MIT ALTERNATIVEN ANTRIEBEN TECHNISCHER EINSATZ



G ↓	Gefahr erkennen "AUTO" - MERKREGEL A - Austretende Betriebsmittel U - Unterboden , Motor- Kofferraum (Auspuff, Tank, Fremdkörper, Kabel) T - Tankdeckel (Gasventile, Anschlüsse, Aufschriften) O - Oberfläche (Kennzeichen, Aufschriften, Verformung, Airbag ausgelöst?)
A ↓	Absichern - Fahrzeugaufstellung (Sicherheitsabstand, Gefälle beachten) - Radkeile setzen sobald sicher möglich - Zündung abschalten /deaktivieren sobald sicher möglich
M ↓	Menschenrettung / Maßnahmen - 12 V System deaktivieren (Kontrolle mit Warnblinkanlage) - Rettungsdatenblatt verwenden ELEKTROFAHRZEUG  - Hochvoltsystem (HV) deaktivieren - lt. Herstellerangaben - beschädigte, freiliegende HV-Komponenten abdecken - mechanische Krafteinwirkung an HV Komponenten vermeiden - Brandgefahr durch beschädigte HV-Batterie beachten - rasche Rettung bei Rauchentwicklung aus HV-Bereich - bei verformten HV-Batteriegehäuse Quarantäne GASFAHRZEUG  - bei Gasgeruch Zündquellen vermeiden und für Belüftung sorgen - EX- Messung
S	Spezialkräfte anfordern / spezielle Maßnahmen - Wärmebildkamera - Messgeräte - gesicherter Abtransport



11. KONTAKTDATEN ENTSORGER

Energie AG

Umweltservice
Gewerbepark West 40
4846 Redlham
Tel.: +43 (50) 283-0

Entsorgung Löschwasser

Saubermacher Dienstleistungs AG

Oberlaaerstraße 272
1230 Wien
Tel.: +43 (59) 800-0
+43 (0) 59800-2333 Notfall-Hotline (24h)

Entsorgung Löschwasser und Sicherheitsbehälter für Batteriesysteme als auch für ganze Elektrofahrzeuge.

<https://saubermacher.at/leistung/e-auto-batterie-recycling/>

Vorwagner Kreislaufwirtschaft GmbH

Sternberg 15
4812 Pinsdorf
Tel.: +43 (7612) 67006

Entsorgung Löschwasser

SEDA-Umwelttechnik GmbH

Schwendter Straße 10
6345 Kössen
Tel.: +43 (5375) 6318-24

ADR-Transport und Verwertung havariierter EVs

Die Entsorgung ist nicht Aufgabe der Feuerwehr - Beauftragung nur durch Zulassungsbesitzer!

12. QUELLEN

- Einsatzinformation E-20 Alternative Antriebssysteme und deren Peripherie, ÖBFV
- Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden, DGUV
- Lithiumbatterien, Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, www.batteryuniversity.eu
- Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen, VDA
- FAQ-Liste der AG „Handlungsrahmen Elektromobilität“, DGUV
- Risikoeinschätzung Lithium-Ionen Speichermedien, AGBF und DFV
- OVE Richtlinie R 19, Sicheres Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen, OVE

13. DANKSAGUNG

Wolfgang Niederauer
BF Wien & ÖBFV SG 5.1

Dipl.-Ing. Jörg Heck
BF Wiesbaden

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Blaha
IES Institut für Elektrotechnik und Sicherheitswesen Ziviltechniker GmbH

Dr. DI Astrid Arnberger
Saubermacher Dienstleistungs AG

Der Oö. Landes-Feuerwehrverband bedankt sich ganz besonders bei HAW Hubert Springer für die fachliche Begleitung und das Einbringen seines umfangreichen Fachwissens in die Bearbeitung in dieses Projekt!

14. BILDQUELLEN

Abbildung 1.
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Li-Ion-Zelle_\(CoO2-Carbon,_Schema\).svg#/media/Datei:Li-Ion-Zelle_\(CoO2-Carbon,_Schema\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Li-Ion-Zelle_(CoO2-Carbon,_Schema).svg#/media/Datei:Li-Ion-Zelle_(CoO2-Carbon,_Schema).svg)

Abbildung 2.
<https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/styles/normal-responsive/public/thermal-propagation.png>

Abbildung 3.
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Nissan_Leaf_battery_pack_DC_03_2011_1629.jpg

Abbildungen 4. und 11.
Weber Rescue

Abbildungen 5., 6. und 7.
Hubert Springer, FF Rohrbach i.M.

Abbildungen 8.
<https://www.facebook.com/ScottyFirefighter/photos/pcb.3440441765968502/3440441609301851/>

Abbildungen 9.
FF Vöcklabruck

Abbildungen 10. und 13.
OÖ LfV: Philipp Fürst, Hermann Kollinger

Abbildung 12.
Hubert Springer mit Fahrzeuggrafik aus Crash Recovery System, Moditech



Kontakt Daten:

Oö. Landes-Feuerwehrverband
Petzoldstraße 43, 4021 Linz
Tel.: +43 (0)732 770122-0
Fax: +43 (0)732 770122-90
E-Mail: katastrophenschutz@oelfv.at

Ersteller: Oö. Landes-Feuerwehrverband, Abteilung Katastrophenschutz

www.oelfv.at