

Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden

FBFHB-024 Stand: 28.07.2020

Die Zahl der Feuerwehreinsätze bei Verkehrsunfällen oder Fahrzeugbränden mit Beteiligung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen nimmt aktuell zu. Hieraus ergeben sich auch Fragestellungen zu möglichen Gefahren und sicheren Löschverfahren bei Fahrzeugbränden, bei denen auch Lithium-Ionen-Akkus¹ vom Brandgeschehen betroffen sind.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Brandbekämpfung bei Fahrzeugbränden mit Beteiligung von Lithium-Ionen-Akkus nicht wesentlich von Bränden bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen (z. B. Benzin- oder Dieselfahrzeuge). Die nachfolgend aufgeführten Hinweise sollen eine Hilfestellung bieten.

Diese Fachbereich AKTUELL bezieht sich dabei auf Serienfahrzeuge. Bei Kleinserien oder individuell nachgerüsteten Fahrzeugen kann sie nur als grobe Orientierungshilfe angesehen werden.

1 Besonderheiten bei Bränden von Lithium-Ionen-Akkus in Elektrofahrzeugen

Lithium-Ionen-Akkus werden insbesondere als Energiespeicher für das Hochvoltsystem verwendet (Hochvoltbatterie), gelegentlich werden sie auch für das 12- bis 48-Volt-Bordnetz eingesetzt.

Hochvoltbatterien sind in der Regel in einem stabilen, weitgehend wasserdichten Gehäuse eingebaut, welches geschützt in die Fahrzeugstruktur integriert ist (z. B. im Unterboden). Deshalb kann aufge-

brachtes Löschwasser den Brandherd bei einem Brand innerhalb eines mechanisch nur unwesentlich beschädigten Lithium-Ionen-Akkus nicht erreichen. Auch eine externe Kühlung ist kaum wirksam, da die Zellen zum Außengehäuse zunehmend thermisch isoliert sind. Versuche und bisherige Einsatzerfahrungen haben gezeigt, dass sich hierdurch die Löschdauer und der Löschmittelbedarf erhöhen. Die Erfahrungen zeigen auch, dass bei Lithium-Ionen-Akkus ein Löscherfolg erst dann einsetzt, wenn das Wasser in ausreichender Menge das Innere der Lithium-Ionen-Akkus erreichen kann.

Versuche haben gezeigt, dass Wasser als Löschmittel geeignet und empfehlenswert ist. Löschmittelzusätze sind nicht erforderlich.

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. Sie sind weniger reaktionsfreudig und auch weniger dynamisch im Brandverhalten.

Beim Brand von Lithium-Ionen-Akkus werden, ebenso wie bei anderen Bränden, Atemgifte, gesundheitsschädliche Verbrennungsprodukte und -rückstände in erheblichem Maße freigesetzt.

2 Wie brennt ein Lithium-Ionen-Akku?

Brände von Lithium-Ionen-Akkus können unter anderem durch mechanische Beschädigung sowie interne und externe thermische Ereignisse (z. B. Beflammung oder Kurzschlüsse) ausgelöst werden.

Während des Brandes kann sich das Feuer innerhalb der Batterie von Zelle zu Zelle ausbreiten.

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

Die Rauchentwicklung eines reagierenden Lithium-Ionen-Akkus zeigt sich meist durch eine im Wechsel auftretende hellgraue bis tiefschwarze Rauchwolke. Hierbei werden brennbarer Elektrolyt (meist weißer Rauch) und Graphit (meist grauer Rauch) abgeblasen.

Durch das Abblasen des verdampfenden, brennbaren Elektrolyts kann es außerhalb der Batterie zur Bildung von zyklischen Stichflammen kommen. Außerdem ist es möglich, dass durch Kurzschlüsse glühende Metallteile und andere brennende Teile der Batterie ausgestoßen werden.

Im Verlauf des Brandes ist davon auszugehen, dass in den für die Feuerwehr nicht direkt zugänglichen Bereich des Batteriegehäuses aufgrund der hohen Temperaturen Löcher gebrannt werden. Diese Löcher und vorhandene Druckentlastungsöffnungen ermöglichen teils das Eindringen von Löschmittel in das Innere des Lithium-Ionen-Akkus.

Der Brandverlauf ist u. a. abhängig von der Bauform und Anordnung im Inneren der Batterie, von der Zellchemie und insbesondere vom Ladezustand und somit nicht zuverlässig vorhersehbar.

3 Erkennung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Die Abfrage des Fahrzeugkennzeichens über die zuständige Leitstelle gibt eine eindeutige Rückmeldung über die verwendete Antriebsart und ermöglicht die Zuordnung des passenden Rettungsdatenblattes. Das Fahrzeugkennzeichen muss deshalb nach Möglichkeit bereits im Verlauf des Notrufs abgefragt werden. Auch ist die anrufende Person zu befragen, ob sie weitere Informationen zur Fahrzeugart geben kann.

Einheitliche äußere Erkennungsmerkmale am Fahrzeug zur Identifikation der Antriebsart gibt es nicht. Allerdings können neben der Befragung des Fahrers oder der Fahrerin auch äußere Indikatoren Hinweise auf die Antriebsart geben (AUTO-Regel²). Hierzu zählen bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen z. B. Aufschriften oder Aufdrucke

auf dem Fahrzeug, orangefarbene Kabelverbindungen, eine Ready-Anzeige im Display, Ladeanschlüsse oder das Fehlen einer Abgasanlage.

Verfügt das Fahrzeug über ein E-Kennzeichen ist es (aufgrund der Reichweitenanforderungen) wahrscheinlich, dass ein Lithium-Ionen-Akku verbaut ist.

Achtung: Auch Fahrzeuge ohne E-Kennzeichen können über einen Hybrid- oder Elektroantrieb verfügen und mit einer oder mehreren Hochvoltbatterien ausgestattet sein.

4 Bekämpfung von Fahrzeugbränden

Bei der Bekämpfung von Fahrzeugbränden, unabhängig von der Antriebsart, gibt es potenzielle Gefahren für die Einsatzkräfte. Insbesondere bei einem Brand im Innenraum des Fahrzeugs tritt bereits nach kurzer Zeit der Totalschaden ein, weshalb eine risikoarme Einsatztaktik gewählt werden sollte, wann immer das möglich ist. Es gelten deshalb folgende, allgemeine taktische Sicherheitshinweise:

- **Flammen, Hitze und freiwerdende Atemgifte:**
Vollständige Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung im Innenangriff, inkl. Atemschutzgerät (PSA 12 gemäß [DGUV Information 205-014](#)) tragen.
- **Wegrollen oder Wegfahren:**
Brennende Fahrzeuge können sich eigenständig in Bewegung setzen. Sie sind daher so bald wie möglich gegen Wegrollen und Wegfahren zu sichern.
- **Wärmestrahlung:**
Die Brandbekämpfung unter Ausnutzung der Wurfweite des Löschwasser-Vollstrahls beginnen und sich erst nach Einstellung eines ersten Löscherfolgs diagonal über die Ecken dem Fahrzeug nähern.
- **Umherfliegende Teile:**
Durch die Brandeinwirkung kann es zu umherfliegenden Teilen kommen (z. B. von Airbags, Gasdruckdämpfern, Reifen, brennenden Leichtmetallen). Eine diagonale Annäherung über die Fahrzeugecken gewährt den größtmöglichen Abstand zum unmittelbaren Gefahrenbereich.

² Austretende Betriebsstoffe,

Unterboden, Motorraum und Kofferraum erkunden
(orangefarbene Kabel, Gasflaschen, Tanks, Hochvoltbatterien),
Tankdeckel öffnen (zusätzlicher Ladenanschluss),
Oberfläche absuchen (Typenkennzeichnung, Beschriftungen)

Handelt es sich um ein Hybrid- oder Elektrofahrzeug, gilt (unabhängig von der Art der Hochvoltbatterie) zusätzlich:

Eine elektrische Gefährdung der Einsatzkräfte durch die Hochvoltanlage von Hybrid- oder Elektrofahrzeugen ist konstruktionsbedingt unwahrscheinlich. Dennoch handelt es sich beim Hochvoltsystem dieser Fahrzeuge um eine elektrische Anlage gemäß DIN VDE 0132. Bei der Brandbekämpfung sollen daher die dort vorgegebenen Sicherheitsabstände eingehalten werden (Niederspannung: Sprühstrahl – 1 m, Vollstrahl – 5 m).

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

5 Indikatoren für eine Beteiligung der Lithium-Ionen-Akkus am Brandgeschehen

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 von außen erhitzt oder stark 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 Batterie betroffen sein kann und in der Regel auch, um was für einen Batterietyp es sich handelt.

Indikatoren für eine Beteiligung der Lithium-Ionen-Akkus am Brandgeschehen können z. B. sein:

- Rauchentwicklung aus der Batterie
- Geräuschentwicklung (Zischen, Pfeifen, Knattern)
- Funkenflug und Stichflammenbildung aus dem Bereich der Batterie
- abnormer aromatischer Geruch
- Temperaturerhöhung des Batteriegehäuses über einen längeren Zeitraum, z. B. Beobachtung mit einer Wärmebildkamera

6 Brandbekämpfung bei Lithium-Ionen-Akkus in Fahrzeugen

Während der Fahrzeugbrand mit konventionellen Mitteln gelöscht werden kann, brennt der Lithium-Ionen-Akku aufgrund der fehlenden Zugänglichkeit unter Umständen weiter. Für die Brandbekämpfung ergeben sich z. B. folgende Möglichkeiten:

- Brandbekämpfung mit großen Mengen an Löschwasser. Hierdurch wird die Batterie extern gekühlt und Wasser kann über (entstandene) Öffnungen in die Batterie gelangen. Gegebenfalls kann ein zweites Rohr zum Kühlen des Lithium-Ionen-Akkus vorgenommen werden. Eventuell ist eine Information des Klärwerks sowie der zuständigen Stellen für den Umweltschutz erforderlich.
- Grundsätzlich ist auch das kontrollierte Brennen lassen des Lithium-Ionen-Akkus im abgelöschten Fahrzeug eine Option. Haben die Batteriezellen abgereagert bzw. sind sie verbrannt, reduziert sich auch das Risiko einer Wiederentzündung. Es sind auch Kombinationen aus diesem und dem vorgenannten Punkt denkbar.
- Gegebenenfalls kann Löschwasser über eine dafür vom Fahrzeughersteller vorgesehene Öffnung in das Innere der Batterie eingebracht werden. Hinweise auf entsprechende Öffnungen können dem Rettungsdatenblatt entnommen werden. Ein gezieltes Einbringen von Wasser in die Batterie ist erst nach Abschluss der Menschenrettung zu empfehlen.
- Versenken des betroffenen Fahrzeugs bis sich die Hochvoltbatterie komplett unter Wasser befindet (z. B. in einem Container). Hierdurch wird die Batterie extern gekühlt. Außerdem kann Wasser über Öffnungen im Batteriegehäuse in die Batterie eindringen, den Energieabbau beschleunigen und schließlich den Brand löschen. Verbleibt die Batterie ausreichend lange (mehrere Tage) im Wasserbad, werden die einzelnen Batteriezellen entladen und die Gefahr einer Wiederentzündung wird reduziert. Diese Variante ist allerdings mit einem großen logistischen Aufwand verbunden. Es sollte nur so viel Wasser verwendet werden, wie erforderlich ist, um die Hochvoltbatterie komplett zu versenken. Eine fachgerechte Entsorgung des Löschwassers ist erforderlich.

Diese Methode sollte nur im gut begründeten Ausnahmefall angewandt werden. Die Vorhaltung spezieller Container bei den Feuerwehren ist meist nicht erforderlich.



Achtung!

Auf dem Markt sind handgeführte Löschgeräte verfügbar, die in das Batteriegehäuse eindringen, um dort Löschwasser ins Innere der Batterie einzubringen. Dabei befindet sich die Bedienmannschaft in unmittelbarer Nähe zur Batterie. Da dieses Vorgehen nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht in Einklang mit der DGUV Vorschrift 49, § 26 „Gefährdung durch elektrischen Strom“ zu bringen ist, kann für diese Methode aktuell keine Empfehlung ausgesprochen werden. Ihr Einsatz ist unter anderem mit dem Risiko von zum Teil erheblicher Stichflammenbildung und einer nicht auszuschließenden Gefährdung der Bedienmannschaft durch Elektrizität (z. B. Lichtbogen, gefährliche Körperdurchströmung) verbunden. Auch die Fahrzeughersteller untersagen in ihren Einsatzhinweisen das Öffnen oder Beschädigen von Hochvoltbatterien.

7 Maßnahmen nach der Brandbekämpfung

Nach Abschluss der Brandbekämpfung sollte das Fahrzeug, sofern möglich, gemäß den Angaben im Rettungsdatenblatt deaktiviert werden.

Durch mechanische oder thermische Einwirkung beschädigte Lithium-Ionen-Akkus in Fahrzeugen, die keine Anzeichen für einen fortbestehenden Brand innerhalb der Batterien zeigen (siehe 5.), sollten mit Sicherheitshinweisen an den Abschleppdienst übergeben werden. Hierzu zählen unter anderem:

- 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-Akkus gelten besondere Vorschriften, z. B. der ADR³.

Das präventive Versenken von Hybrid- und Elektrofahrzeugen in einem wassergefüllten Container wird nicht empfohlen.

Unabhängig von der Antriebsart des in Brand geratenen Kraftfahrzeuges gilt: Einsatzstellenhygiene beachten! Mit Brandrauch, anderen Verbrennungsprodukten bzw. -rückständen kontaminierte Schutzkleidung und Ausrüstungsgegenstände sollten gemäß der [DGUV Information 205-035](#) „Hygiene und Kontaminationsvermeidung bei der Feuerwehr“ behandelt werden.

Weitere Informationen

Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren/Deutscher Feuerwehrverband:
[Fachempfehlung Risikoeinschätzung Lithium-Ionen Speichermedien](#), 2018

[DGUV Regel 105-049](#) „Feuerwehren“, 2018

[DGUV Information 205-022](#) „Rettungs- und Löscharbeiten an PKW mit alternativer Antriebstechnik“, 2012

[DGUV Information 205-035](#) „Hygiene und Kontaminationsvermeidung bei der Feuerwehr“, 2020

[DGUV Information 205-014](#) „Auswahl von persönlicher Schutzausrüstung für Einsätze bei der Feuerwehr“, 2016

Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE – DKE:
„Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen“,
[DIN VDE 0132:2018-07](#)

Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes e.V. – vfdb:
[vfdb-Richtlinie 06-01](#), Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen, 2019

Verband der Automobilindustrie – VDA:
[Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen](#). Antworten auf häufig gestellte Fragen, 2017

³ Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUEL haben mitgewirkt:

Berliner Feuerwehr
DEKRA Automobil GmbH
DEKRA Qualification GmbH
DKE/K 213 Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen
Feuerwehr Wiesbaden
IES Institut für Elektrotechnik und Sicherheitswesen Ziviltechniker GmbH
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Forschungsstelle für Brandschutztechnik
Klinik für Anästhesiologie der Universitätsmedizin Göttingen
Landesfeuerwehr- und Katastrophenschutzschule Sachsen
Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg
Österreichischer Bundesfeuerwehrverband (ÖBFV)
VDA/VDIK AK Retten von Personen
Verband der internationalen Kraftfahrzeughersteller e.V.
vfdb-Referat 6 (Fahrzeuge und Technische Hilfeleistung)
Weber Rescue

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Feuerwehren und Hilfeleistungsorganisationen
im Fachbereich Feuerwehren Hilfeleistungen Brandschutz
der DGUV