

Sachgebiet Feuerwehren und Hilfeleistungsorganisationen

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

Stand: 29.11.2023

Die Zahl der Feuerwehreinsätze bei Verkehrsunfällen oder Fahrzeugbränden mit Beteiligung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen nimmt zu. Hieraus ergeben sich auch Fragestellungen zu möglichen Gefahren und zur sicheren Brandbekämpfung bei Fahrzeugbränden, bei denen auch Lithium-Ionen-Batterien (abgekürzt: LIB)¹ vom Brandgeschehen betroffen sind.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Brandbekämpfung bei Fahrzeugbränden mit Beteiligung von LIB 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 auf Serienfahrzeuge. Bei Kleinserien oder individuell nachgerüsteten Fahrzeugen kann sie nur als grobe Orientierungshilfe angesehen werden.

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

LIB werden insbesondere als Energiespeicher für das Hochvoltssystem verwendet (Hochvoltbatterie). Gelegentlich werden sie auch für das 12- bis 48-Volt-Bordnetz eingesetzt.

LIB sind in der Regel in einem stabilen, weitgehend wasserdichten Gehäuse eingebaut, welches geschützt in die Fahrzeugstruktur integriert ist (z. B.

im Unterboden). Deshalb kann aufgebrachtetes Löschwasser den Brandherd bei einem Brand innerhalb einer mechanisch nur unwesentlich beschädigten LIB 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 können. Die Erfahrungen zeigen auch, dass bei LIB ein Löscherefolg erst dann einsetzt, wenn das Wasser in ausreichender Menge das Innere der LIB erreichen kann.

In den Versuchen hat sich gezeigt, dass Wasser als Löschmittel geeignet und empfehlenswert ist. Löschmittelzusätze sind nicht erforderlich.

Nicht jede in einem Fahrzeug verbaute (Hochvolt-)Batterie ist eine LIB. Andere Technologien (z. B. Nickel-Metallhydrid, NiMH) sind beispielsweise noch in einigen, seit Jahren auf dem Markt befindlichen, Hybridfahrzeugen eingebaut. Sie sind weniger reaktionsfreudig und auch weniger dynamisch im Brandverhalten.

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

2 Wie brennt eine Lithium-Ionen-Batterie?

Brände von LIB können unter anderem durch mechanische Beschädigung sowie interne und externe Ereignisse (z. B. Beflammung oder Kurzschlüsse) ausgelöst werden.

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

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

Die Rauchentwicklung einer reagierenden LIB zeigt sich meist durch eine im Wechsel auftretende hellgraue bis tiefschwarze Rauchwolke. Hierbei werden brennbare Elektrolyte (meist weißer Rauch/Dampf) und Graphit (meist grauer Rauch) abgeblasen.

Durch das Abblasen von brennbaren Elektrolytdämpfen kann es außerhalb der LIB zur Bildung eines zündfähigen Gas/Luft-Gemisches und daher (auch im Freien) zu Stichflammenbildung bis hin zu einer Durchzündung kommen. Sammeln sich die austretenden Gase (auch Ventinggase genannt) in einem schlecht belüfteten, geschlossenen Raum, ist mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen. Dies kann auch der Innenraum des betroffenen Fahrzeuges sein. Desweiteren können glühende Metallteile und andere (brennende) Teile der LIB 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 Druckausgleichsöffnungen ermöglichen das Eindringen von Löschmittel in das Innere der LIB.

Der Brandverlauf ist u. a. abhängig von der Bauform und Anordnung der Zellen im Inneren der LIB bzw. im Fahrzeug, von der Zellchemie und insbesondere vom Ladezustand. Er ist 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 sollte die anrufende Person befragt werden, ob sie weitere Informationen zur Antriebsart 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 eine LIB verbaut ist.

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

4 Bekämpfung von Fahrzeugbränden

Bei der Bekämpfung von Fahrzeugbränden, unabhängig von der Antriebsart, gibt es potenzielle Gefahren für die Einsatzkräfte. Insbesondere nach einer Brandausbreitung in den 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 freierwerdende 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 früh wie möglich gegen Wegrollen und Wegfahren zu sichern. Hierzu sind die Hinweise im Rettungsdatenblatt zu berücksichtigen.
- **Wärmestrahlung:** Die Brandbekämpfung soll unter Ausnutzung der Wurfweite des Löschwasser-Vollstrahls begonnen werden. Erst nach dem Einsetzen eines ersten Löscherfolgs kann man sich diagonal über die Ecken dem Fahrzeug nähern.

² Austretende Betriebsstoffe, Unterboden, Motorraum und Kofferraum erkunden (orangefarbene Kabel, Gasflaschen bzw. -tanks, Hochvoltbatterien), Tankdeckel öffnen (zusätzlicher Ladenanschluss), Oberfläche absuchen (Typenkennzeichnung, Beschriftungen)

- **Umherfliegende Teile:**

Durch die Brandeinwirkung kann es zu umherfliegenden Teilen kommen (z. B. von Airbags, Gasdruckdämpfern, Reifen, brennenden Leichtmetallen, Stichflammen durch Ventingase). Eine diagonale Annäherung über die Fahrzeugecken gewährt den größtmöglichen Abstand zum unmittelbaren Gefahrenbereich.

Handelt es sich um ein Hybrid- oder Elektrofahrzeug, gilt (unabhängig von der Art der LIB) 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 AC-Ladeinfrastruktur verbunden ist, sollte diese Verbindung im Zuge der Brandbekämpfungsmaßnahmen getrennt werden. Hierbei ist zu beachten, dass der Ladestecker bei verschlossenem Fahrzeug ebenfalls mechanisch verriegelt ist und sich gegebenenfalls nur gewaltsam entfernen lässt. Einige Hersteller haben für diesen Fall Notentriegelungsvorrichtungen zum Lösen des Ladesteckers ihrer Fahrzeuge vorgesehen. Diese sind in den fahrzeugspezifischen Rettungsdatenblättern beschrieben.

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

Nicht bei jedem Fahrzeugbrand kommt es zwingend zu einem Brand vorhandener LIB. Brandversuche zeigen, dass LIBs z. B. 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 LIB betroffen sein kann und in der Regel auch, um was für einen Batterietyp es sich handelt.



Achtung!

Das gezielte Einbringen von Löschwasser in eine LIB darf nur dann erfolgen, wenn durch das Vorliegen der folgenden Indikatoren von einem Brand in der LIB ausgegangen werden muss!

Indikatoren für eine Beteiligung der LIB am Brandgeschehen können z. B. sein:

- Rauch- oder Dampfbildung aus der LIB,
- Geräuschentwicklung (Zischen, Pfeifen und Ploppen, dies deutet auf das Öffnen der Überdruckventile in den Batteriemodulen hin),
- Funkenflug und Stichflammenbildung aus dem Bereich der LIB,
- abnormer aromatischer Geruch,
- Temperaturerhöhung des Batteriegehäuses über einen längeren Zeitraum, z. B. durch die Beobachtung mit einer Wärmebildkamera feststellbar. Übersteigt die Außentemperatur eines LIB-Gehäuses 80 °C, muss von einem kritischen Zustand ausgegangen werden,
- Entsprechende textliche Hinweise des Fahrzeuginformationssystems (z. B. auf dem Display im Cockpit).



Achtung!

Die bei einer LIB-Reaktion austretenden Dämpfe und Gase sind zum Teil schwerer als Luft, giftig und brennbar. Sie können im Fahrzeug selbst und in umschlossenen Räumen, wie zum Beispiel Tiefgaragen, zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen! Die zusätzlich als Staub bzw. Partikel austretenden Batteriebestandteile enthalten zum Teil krebserzeugende Gefahrstoffe wie z. B. Nickel, Cobalt und deren Verbindungen.

6 Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien in Fahrzeugen

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

- Die Brandbekämpfung erfolgt mit Wasser. Dabei ist es sinnvoll, neben einem Rohr zum Löschen des Fahrzeuges frühzeitig ein zweites Rohr zum Löschen/ Kühlen der LIB vorzunehmen. Hierfür reicht erfahrungsgemäß ein geringer Volumenstrom (ca. 60 l/min). Durch die mehrfache Kapselung der Batteriemodule im Batteriesystem ist eine ausschließlich externe Kühlung der LIB in der Regel ineffizient und führt zu unnötig hohem Löschwasserverbrauch. Es kann daher hilfreich sein, das Fahrzeug einseitig anzuheben oder z. B. mit Hilfe einer Winde kontrolliert auf die Seite zu legen, um die LIB besser mit den Strahlrohren und einer Wärmebildkamera erreichen zu können. Das vorrangige Ziel hierbei ist, dass Wasser über (brandbedingt entstandene) Öffnungen in die LIB gelangt.
- Grundsätzlich ist auch das kontrollierte Brennen lassen der LIB im abgelöschten Fahrzeug eine Option. Haben die Batteriezellen abgebrannt, 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 LIB eingebracht werden. Hinweise auf entsprechende Öffnungen können dem Rettungsdatenblatt entnommen werden.
- Anwendung von invasiven Löschtechniken. Neben bzw. zusätzlich zu der regulären Brandbekämpfung mit Hohlstrahlrohren haben sich Löschmethoden, die gezielt Löschwasser in das LIB-Gehäuse einbringen, in aktuell gängigen Batteriesystemen als wirkungsvoll erwiesen. Die Einsatzkräfte müssen dafür im Umgang mit dem jeweiligen Löschsystem entsprechend den Herstellervorgaben unterwiesen sein und grundsätzlich Kenntnisse über Aufbau und Funktionsprinzip von Fahrzeugen mit LIB haben. Vor dem Einsatz eines invasiven Löschsystems ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese ist schon zu Beginn des

Beschaffungsprozesses zu starten, bis zum tatsächlichen Einsatz anzupassen, bei der Unterweisung zu berücksichtigen, an der jeweiligen Einsatzstelle fortzuführen und gegebenenfalls zu ergänzen. Hierbei sollen insbesondere die Herstellerangaben der Löscherätehersteller sowie Informationen der Fahrzeughersteller (z. B. aus dem fahrzeugspezifischen Rettungsdatenblatt) einfließen.



Achtung!

Das gezielte Einbringen von Löschwasser in eine LIB darf nur dann erfolgen, wenn durch das Vorliegen der Indikatoren gemäß Punkt 5 von einem Brand in der LIB ausgegangen werden muss!

Werden vom Brand nicht betroffene Bereiche einer LIB mit einem invasiven Löschsystem penetriert, führt das mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Kurzschluss und damit zu einem Brand in diesem Bereich! Darüber hinaus können invasive Löschtechniken durch das gewaltsame Öffnen der LIB die Gefahr von Potenzialverschleppungen an der Hochvoltanlage bergen.

- Einbringen des betroffenen Fahrzeugs in ein wasserdichtes Behältnis (z. B. in einen Container oder eine Mulde) und Flutung bis maximal zur Oberkante der LIB, sodass Wasser über die entstandenen Öffnungen in das Batteriegehäuse eindringen kann. Diese nasse Quarantäne muss durch dafür berechtigtes und geschultes Fachpersonal beendet werden. Eine fachgerechte Entsorgung des Löschwassers ist erforderlich. Diese Methode sollte nur im absoluten Ausnahmefall angewandt werden, da sie mit einem großen logistischen Aufwand verbunden ist (z. B. bei der Löschwasserentsorgung). Eine präventive nasse Quarantäne ohne Anzeichen einer aktiv reagierenden LIB (siehe Punkt 5.) ist zu unterlassen. In diesem Fall ist eine trockene Quarantäne mit Überwachung durchzuführen. Dies soll von einem dafür qualifizierten Bergunternehmen übernommen werden. Die Vorhaltung spezieller Container oder Planensysteme bei den Feuerwehren ist meist nicht erforderlich.

Brandbegrenzungsdecken sind bestimmungsgemäß nicht als aktive Brandbekämpfungsmittel

vorgesehen, da ein vollständiges Löschen von LIB in der Regel damit nicht möglich ist. So können z. B. brennbare Gase an den Deckenrändern oder an der Deckenoberfläche austreten und sich dort entzünden.

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 LIB in Fahrzeugen, die keine Anzeichen für einen fortbestehenden Brand innerhalb der LIB zeigen (siehe 5.), sollten mit Sicherheitshinweisen und ggf. einem Übergabe- und ggf. Temperaturmessprotokoll (z. B. gemäß den Merkblättern 06-12 und 06-13 der vfdb e. V.) an ein Bergeunternehmen übergeben werden.

Von einem präventiven Versenken von Hybrid- und Elektrofahrzeugen in einem wassergefüllten Container wird dringend abgeraten. Eine trockene Quarantäne bzw. die Lagerung auf einer geeigneten Abstellfläche, z. B. gemäß den Empfehlungen des VDA, durch ein dafür qualifiziertes Bergeunternehmen ist ausreichend.

Werden nach Abschluss der Brandbekämpfung weiterhin Maßnahmen in Bereichen notwendig, die durch Brandzersetzungsprodukte bzw. Rückstände von LIB kontaminiert sind, sind geeignete Schutzmaßnahmen notwendig, um eine Gefahrstoffexposition der Einsatzkräfte, z. B. mit schwermetallhaltigem Staub zu verhindern. 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.

8 Weitere Informationen

Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren/Deutscher Feuerwehrverband

- [Brandbekämpfung von Kraftfahrzeugen mit elektrischen Antrieben, 2021](#)

Regelwerk der gesetzlichen Unfallversicherung

- [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
- [vfdb-Merkblatt 06-12](#), Übergabeprotokoll Fahrzeuge, 2023
- [vfdb-Richtlinie 06-13](#), Temperaturmessprotokoll für beschädigte Energiespeicher
- [vfdb-Richtlinie 10-03](#), Schadstoffe bei Bränden, 2020
- [vfdb-Merkblatt 10-13](#), Empfehlung für den Feuerwehreinsatz zur Einsatzhygiene bei Bränden, 2020

Verband der Automobilindustrie – VDA

- [Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen](#). Antworten auf häufig gestellte Fragen, 2022
- [Technische Quarantäneflächen für beschädigte Fahrzeuge mit Lithium-Ionen-Batterie](#), 2022

Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge

- [Heyrothsberger Manuskript zur Evaluierung von technischen Verfahren zur Löschmitteleinbringung in Hochvoltspeicher](#), 2022

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUELL haben mitgewirkt:

Berliner Feuerwehr

DEKRA Akademie GmbH

DEKRA Automobil GmbH

DKE/K 213 Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen

Feuerwehr Wiesbaden

Institut für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV e. V.

Institut für Brand- und Katastrophenschutz (IBK), Heyrothsberge

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Forschungsstelle für Brandschutztechnik

Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband (ÖBFV)

Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung – Themenfeld Fahrzeugelektrik, Mechatronik der DGUV e. V.

VDA/VDIK AK Retten von Personen

Verband der internationalen Kraftfahrzeughersteller e.V.

vfdb-Referat 6 (Fahrzeuge und Technische Hilfeleistung)

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