

Bild 1 / Unfall eines Hybridfahrzeugs - oranges Hochvoltkabel an der Fahrzeugunterseite gut erkennbar



Einsätze an Elektrofahrzeugen Herausforderung für Feuerwehren

Zahlreiche Berichte in den unterschiedlichsten Medien legen die Vermutung nahe, dass verunfallte Elektrofahrzeuge für die Feuerwehren erhebliche Risiken bergen. Insbesondere im Internet verbreiten sich solche Nachrichten rasant. Doch was ist dran an der besonderen Gefahrenlage?

Elektromobilität und Feuerwehr

Bereits um 1900 gab es die ersten elektrisch angetriebenen Fahrzeuge, die jedoch schnell durch den Verbrennungsmotor ersetzt wurden. Hybridfahrzeuge, also kombinierte Verbrenner und Elektroantriebe, gibt es schon seit rund 25 Jahren. Durch die Energiewende und das Ziel, emissionsfrei zu fahren, werden immer mehr reine Elektrofahrzeuge entwickelt. Hier geht es nicht nur um Pkw,

auch Nutzfahrzeuge und Busse werden zunehmend rein elektrisch angetrieben. Feuerwehren und Bergeunternehmen müssen sich auf die neue Technik und kommende Einsatzsituationen vorbereiten. Grundsätzlich bestehen bei Unfällen und Bränden zwar andere, aber eben keine höheren Gefahren und Risiken als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Bisherige Brandereignisse mit Elektrofahrzeugen im In- und Ausland führen in

der Fachwelt und der Öffentlichkeit zu Diskussionen über das tatsächliche Gefahrenpotenzial, insbesondere in Straßentunneln, Tiefgaragen, auf Fähren und über die Eignung, der den Feuerwehren zur Verfügung stehenden Einrichtungen und Anlagen zur Brandbekämpfung. Im Internet verbreiten sich Beiträge und Videos von brennenden Elektroautos sehr schnell und es entsteht eine gewisse Medienhysterie über „Elektroauto-Höllengefahr“.



Illustration © Adobe Stock/Yurii

„Die Feuerwehren haben Angst vor Elektroautos!“ oder „Brennende Elektroautos sind nicht zu löschen!“

Das ist bei Weitem nicht so.

Das schafft bei Einsatzkräften der Feuerwehren Unsicherheit, der wir mit der Aus- und Fortbildung, aber vor allem mit der Weitergabe von Einsatzerfahrungen begegnen müssen. Während bei Verbrennern und Gasfahrzeugen der Kraftstoff im Brand- oder Havariefall austreten oder sich entzünden kann, muss bei E-Autos der Energiespeicher, die Batterie, beachtet werden. Elektrolyt kann austreten, die Batterie kann ausgasen oder brennen.

Die Grundlagen über Aufbau, Funktionsweise und Gefahren bei Elektrofahrzeugen sowie die Deaktivierungsmöglichkeiten und richtige Rettungstechnik im Einsatz müssen alle Einsatzkräfte kennen. Aus- und Fortbildungen werden bereits praktiziert und eine gemeinsame Lehrunterlage der deutschen Feuerwehrschulen ist schon erarbeitet. Fachverbände haben außerdem Merkblätter und Richtlinien veröffentlicht.

Erste Statistiken der Sachversicherer ergeben, dass E-Autos im Verhältnis seltener brennen als herkömmlich angetriebene.

AutoinsuranceEZ:

Nach Angaben des US-amerikanischen Versicherungsunternehmens AutoinsuranceEZ brennen beispielsweise etwa 25 E-Autos pro 100.000 verkaufter Einheiten, bei Verbrennern sind es 1.530 pro 100.000. Auch der deutschen Prüfgesellschaft DEKRA zufolge brennen E-Autos nicht häufiger. Allerdings sind E-Autos auch tendenziell neuere Fahrzeuge und die Anzahl ist noch deutlich geringer.

(Quelle: Tagesschau Faktenfinder)

Fraunhofer-Institut:

Aus der Forschung gibt es ebenfalls keine Anhaltspunkte dafür, dass E-Autos häufiger brennen als herkömmliche Verbrenner. Jedoch sind bisher noch nicht ausreichend Daten analysiert, da die Fallzahlen sehr gering sind. Nach bisherigen Erkenntnissen brennen batterieelektrische Fahrzeuge zwischen 10- und 100-mal seltener als Verbrenner, sagt das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).

Helmholtz-Institut:

Nach einer Untersuchung des Helmholtz-Instituts Münster kommen beim klassischen Verbrennungsmotor auf eine Milliarde gefahrener Kilometer 90 Fahrzeugbrände. Bei Elektrofahrzeugen sind es nur zwei.

Nicht nur Pkw, Nutzfahrzeuge, Busse, sondern auch sehr viele Kleinfahrzeuge, darunter E-Roller, E-Scooter und E-Bikes, begegnen uns im Alltag. Wir alle müssen uns mit der neuen Technik, dem richtigen Umgang und den Maßnahmen im Brand- oder Havariefall beschäftigen.

Für den Einsatz relevant, hilfreich und für die Sicherheit der Einsatzkräfte wichtig ist die Kennzeichenabfrage und Verfügbarkeit von Rettungsdatenblättern. Feuerwehrleitstellen können anhand des Fahrzeugkennzeichens eindeutig ein Rettungsdatenblatt mit allen für den Rettungseinsatz und die Deaktivierung der Hochvoltanlage notwendigen Angaben an die Einsatzstelle weitergeben.

Die Gefahrenpotenziale für die Einsätze bei Fahrzeugen mit Alternativantrieben sind eben nicht größer, sondern anders als bei Fahrzeugen mit herkömmlichen Antrieben. Die Gefahren gehen hier vorrangig von dem Speichermedium und den Eigenschaften der verwendeten Gase sowie von Strom- und Batteriesystemen aus. Daher erfordert der Umgang im ▶



(pro 100.00 Einheiten, Quelle: Tagesschau Faktenfinder)

⚡ Mythos: Elektroauto = Höllenfeuer

Wenn ein Elektroauto brennt, ist das mediale Interesse größer als im Alltag mit weit mehr brennenden Autos herkömmlicher Antriebe. Durch teils wenige Kenntnisse über Aufbau und Funktionsweise der Elektrofahrzeuge sowie bisher fehlende Routine und Einsatzerfahrungen gibt es bei Einsatzkräften oft Wissensdefizite. Dazu kommen in den Medien verbreitete Negativschlagzeilen mit teils „Horrmeldungen“:

Einsatzfall mit diesen Fahrzeugen eine umfangreichere Erkundung, Grundwissen zu den möglichen Gefahren und die richtige Einsatztaktik (Bild 1).

Batteriebrände und Brandbekämpfung

Der Brand eines Fahrzeugs wird immer mit der gleichen Taktik gelöscht, unabhängig vom Antrieb. Danach müssen die Energiespeicher betrachtet werden. Bei Elektro- oder Hybridfahrzeugen ist die Batterie selten die Brandursache und brennt auch nach Vollbrand des Fahrzeugs nicht unbedingt. Ein Brandrisiko bei den Batterien besteht, wenn der Batterieblock stark thermisch beaufschlagt, penetriert oder beschädigt wurde. Es kann in der Folge zu chemischem Umsetzen, einem Kurzschluss und der Reaktion einer Zelle kommen, die in Rauch, Funkenbildung oder Flammen resultiert. Hier besteht die Gefahr eines „Thermal Runaway“, des thermischen Durchgehens. Das bedeutet eine Kettenreaktion, bei der sich eine Batteriezelle nach der anderen entzündet.

Strahlrohrabstände nach VDE 0132 für Niederspannungsanlagen sind zu beachten. Es muss auf die Besonderheit der Hochvoltanlage bei Arbeiten am Pkw geachtet und diese nach der Brandbekämpfung deaktiviert werden. Die Beachtung der Herstellerleitfäden und die Nutzung von Rettungsdatenblättern sind unerlässlich.

Nicht nur Fahrzeugbrände, auch mechanische Beschädigungen, zum Beispiel durch den Unfallmechanismus, können zum Austritt von Elektrolyt, Kurzschluss, Gasentwicklung oder Brand führen. Elektrischer Stress durch Überladung, Kurzschluss, innere Beschädigung des Gehäuses oder der innen liegenden Separatoren oder andere - auch altersbedingte - Defekte führen ebenfalls zur Reaktion. Typische Erscheinungen sind die Erwärmung der Batteriehülle, das Austreten von toxischen und entzündbaren Gasen - meist als heller Rauch/ Nebel -, zyklisch auftretende Stichflammen oder auch umherfliegende Teile der Batteriemodule.



Ein großes Problem ist die unter Umständen auch hier einsetzende Kettenreaktion der einzelnen Zellen und Module. Auf jeden Fall ist beim Brand oder anderen erkannten Batteriereaktionen Abstand zu halten, Gefahrenbereiche sind zu verlassen bzw. Atemschutz zu tragen. Neben der Rauchentwicklung als heller Bodennebel tritt auch heller bis dunkler Rauch nach oben wegziehend auf. Ein recht typischer aromatischer Geruch ist häufig wahrzunehmen. Austretende Gase sind immer giftig und können sich schlagartig entzünden (Bild 2).

Ist die Hochvoltbatterie vom Brand betroffen oder eine folgende und andauernde Erwärmung über 60 °C festzustellen, kann auch ohne Rauch und Flammen eine Reaktion in der Batterie ablaufen. Andauernde Temperaturen unter 60 °C gelten als unkritisch.

Bild 2 / Wasserdampf, Rauchgase oder Ausgasungen der Batterie? Kontrolle mit Wärmebildkamera.

Steigt die Temperatur einer Hochvoltbatterie stetig an, ist die Batterie als kritisch anzusehen, Fahrzeuge sind ins Freie zu bringen und von Brandlasten fernzuhalten. Geeignete Maßnahmen für eine Brandbekämpfung sind einzuleiten, ggf. ist eine Belüftung vorzubereiten. Ein Thermal Runaway beginnt zunächst an einer Batteriezelle. Es entsteht ein Hotspot. Die Temperaturkontrolle mit einer Wärmebildkamera oder einem Fernthermometer muss deshalb an mehreren Stellen und mehrmals nach verschiedenen Zeiten erfolgen.



Die besondere Problematik ist die Kapselung und der Verbau der Batterie, sodass ein direktes Einbringen von Wasser nicht einfach möglich ist. Daher ist grundsätzlich ein Kühlen von außen eine erste Maßnahme, die nach heutigem Kenntnisstand jedoch nicht sehr effektiv ist. Eine bessere Möglichkeit zur Kühlung kann das Ankippen des Fahrzeugs sein. Bei einem bereits eingetretenen Totalschaden ist das auf die Seite kippen besonders hilfreich, um im Batteriebrandfall oder präventiv besser kühlen zu können. Bei einer Entzündung der austretenden Gase und einem Batteriebrand gerät in dieser Lage das Fahrzeug auch nicht in Vollbrand.

Bild 3 / Brennende Hochvoltbatterie. Wenn die Taktik „Ausbrennen lassen“ gewählt wurde, ermöglicht das Fahrzeug auf der Seite liegend eine bessere Kontrolle und ein Fahrzeug-Vollbrand wird verhindert.

Ein Automobilhersteller hat bei einem Fahrzeugmodell besondere Öffnungen für den Brandfall vorgesehen (Informationen enthält das entsprechende Rettungsdatenblatt).

Das Eindringen von Löschnägeln oder der Einsatz von ähnlichen Armaturen, um Wasser in die Batterie zu bringen, ist durchaus zielführend, aber immer mit Risiken verbunden, und sollte nur nach Gefährdungsbeurteilung und gemäß Herstellerangaben erfolgen.

Wenn gefahrlos möglich, ist das Ausbrennen-Lassen einer reagierenden Batterie eine auch von Fachverbänden und der Automobilindustrie empfohlene Alternative. Danach besteht in aller Regel keine weitere Brandgefahr (**Bild 3**).

Bei Rettung eingeklemmter Personen und Batteriebrand ist wie bei jedem Brand die Person zu schützen (zum Beispiel Brandfluchthaube) und Löschnägel parallel bzw. als Schutz durchzuführen. Austretende Gase können mit einem Drucklüfter verblasen werden.

Sollte ein Fahrzeug so stark beschädigt sein, dass Teile einer Batterie frei oder als Trümmerteil herumliegen, dürfen diese nicht berührt werden. Zur Stromgefahr kommen Gefahren durch den ätzenden Elektrolyt dazu. Eine Sicherung der Teile muss erfolgen. Offene Batteriezellen können mit Rauch-, Flammen- oder Funkenbildung reagieren. Der möglichst drucklose Einsatz von Wasser unterbindet die Reaktion.

Maßnahmen der Feuerwehr bei technischer Hilfeleistung

Hybrid- und Elektrofahrzeuge haben damit ein vergleichbares Sicherheitsniveau wie Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Bei einer Unterbrechung durch Beschädigung oder Unfallerkennung, wenn Airbags ausgelöst haben, werden der Antrieb und das Hochvoltsystem (Schütze) grundsätzlich automatisch deaktiviert. Die Feuerwehr muss trotzdem immer den Fahrzeugstatus prüfen und bei Beschädigungen ggf. den Fahrzeugantrieb abschalten bzw. deaktivieren. ▶

Wasser ist ein geeignetes Medium zum Kühlen und Löschen. Löschmittelzusätze sind nicht zwingend erforderlich, müssen, wenn eingesetzt, so konditioniert sein, dass eine maximale Wärmeabfuhr gewährleistet ist. Löschwasser ist immer als kontaminiert anzusehen.

Die in Medien oft beschriebenen alternativen Löschgase, Pulver und Sand führen aufgrund der Zellchemie und der mangelhaften Praktikabilität bzw. Wirkung im Freien nicht zum Erfolg.

Maßnahmen bei technischer Hilfeleistung sind wie bei allen Fahrzeugen gemäß den Rettungsleitfäden und Rettungsdatenblättern durchzuführen. Bei schweren Fahrzeugbeschädigungen oder erforderlichen umfangreichen Rettungsarbeiten ist die vorgesehene Hochvolt-(HV-)Trennstelle auszulösen, um sicher eine Deaktivierung durchzuführen. Auch der Service-Trennschalter (Service Disconnect) unterbricht den Stromkreis in den Batteriemodulen und unterbricht das HV-System. Nicht alle Fahrzeug-

hersteller geben die Betätigung dieses Steckers für Einsatzkräfte frei, da die Gefahr eines Lichtbogens gegeben ist. Dieser ist ggf. nur mit Hochvolt-schutzhandschuhen zu bedienen (Informationen enthält das entsprechende Rettungsdatenblatt).

Wie und wo am Fahrzeug das Deaktivieren möglich ist, zeigt das Rettungsdatenblatt. Nach dem Abbau von Restspannung ist das HV-System, außer der HV-Batterie, spannungsfrei. Diese

Maßnahmen haben für die Sicherheit der eingesetzten Kräfte oberste Priorität. Wenn bei einer schweren Beschädigung der Fahrzeugzustand nicht sicher beurteilt werden kann, unfallbedingt Fremdkörper in das HV-System eingedrungen sind, die Abschaltung von Sicherheitseinrichtungen nicht sicher erfolgt ist, Maßnahmen zur Deaktivierung ungeklärt sind, dürfen Bauteile des HV-Systems nicht berührt oder manipuliert werden. Elektroschutzhandschuhe und isolierende Abdeckungen sind einzusetzen.

Besonderes Problem - Batterien von Zweirädern



Bild 4 / E-Roller - komplett ausgebrannt, einschließlich der Batterie. Kontamination und Gefahrstoffe auf dem Gehweg



Immer häufiger sind Brände im Freien, aber auch in Wohnungen und Industrie, verursacht durch brennende Batterien von Elektro-Zweirädern. Die Brandbekämpfung ist hier relativ einfach, da die Batterien frei zugänglich und leicht zu handhaben sind. Ein direkter Zugang und optimaler Löschwasser-(Kühl-)Einsatz ist möglich. Meist sind die Batterien beim Eintreffen der Einsatzkräfte vollkommen ausgebrannt. Im Freien ist auf eine Ausbreitung durch umhergeflogene Teile zu achten. Teile und Batterie können nach Löschen, Kühlen oder Ausbrennen in Mulden, Eimern oder anderen feuerfesten Behältern auch unter Wasser gelagert werden. Im Idealfall können diese so geschädigten Batterien / Akkus an den Besitzer, mit dem Hinweis auf die Lagerung im Freien, zur Entsorgung übergeben werden. Dramatischer sind die Wohnungsbrände durch brennende Batterien von E-Zweirädern. Betroffene und Einsatzkräfte berichten von explosionsartigen Reaktionen, Stichflammen, umherfliegenden Teilen und sofortiger Brandausbreitung mit meist Totalverlust der Wohnung. Überalterte, beschädigte oder überladene, teils umgebaute Batterien führen vermehrt zu Brandeinsätzen. Hierbei ist insbesondere auf die Freisetzung der bekannten Venting-Gase bzw. Verbrennungsprodukte und ebenfalls eine Wiederentzündung zu achten (**Bild 4**).

Nach dem Einsatz

Nach der Gefahrenabwehr und Brandbekämpfung ist die Arbeit der Feuerwehr abgeschlossen. Bergungen, Sicherstellungen oder Überwachungen sind nicht Aufgaben der Feuerwehren. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bis-

her nicht betroffene Teile der Batterie auch später noch durch interne Reaktionen in Brand geraten. In seltenen Einzelfällen wurden Entzündungen Stunden bis Tage nach Abschluss der Löscharbeiten beobachtet. Bisher sind nach Feuerwehreinsetzungen weltweit nur Einzelfälle bekannt. Das präventive Versenken oder

Verpacken in Containern oder anderen Bergesystemen mit Flutung des Fahrzeugs zur Kühlung wird für Feuerwehren nicht empfohlen. Diese Vorsorge zur Nachsorge ist, wenn überhaupt, nach der Gefahrenabwehr an der Einsatzstelle eine Maßnahme im Rahmen der weiteren Fahrzeugbergung.



Jedes stark beschädigte Elektro- oder Hybridfahrzeug muss der Polizei bzw. dem Bergungsdienst mit dem Hinweis auf ein Abstellen auf sicherem Platz wegen möglicher nachträglicher Entzündung übergeben werden. Vom VDA gibt es für solche Quarantäneplätze eine veröffentlichte Richtlinie. In einigen Ländern bereiten sich die Bergungsunternehmen bereits auf diese neuen Aufgaben vor. Sie schulen die Mitarbeiter, beschaffen spezielle Bergecontainer und richten besondere Abstellplätze für havarierte Fahrzeuge ein. Der ADAC hat auch begonnen, Mitgliedsbetriebe zu schulen und zu zertifizieren.

Sollte ein Fahrzeug so stark beschädigt sein, dass Teile einer Batterie frei oder als Trümmerteil herumliegen, dürfen diese nicht berührt werden. Zur Stromgefahr kommen Gefahren durch den ätzenden Elektrolyt dazu. Eine Sicherung der Teile muss erfolgen. Offene Batteriezellen können mit Rauch-, Flammen- oder Funkenbildung reagieren. Der möglichst drucklose Einsatz von Wasser unterbindet die Reaktion.

Aus den Einsatzerfahrungen weiß man weiterhin, dass aufgrund der ggf. langen Kühlung, Messungen und Kontrolle, Überwachung und Übergabe ein Feuerwehreinsatz an havarierten E-Autos etwa die zwei- bis vierfache Einsatzzeit dauert.

Besondere Gefahren

Schäden an Batterien können sofort zum Ausgasen (Venting-Gase) über Druckentlastungsöffnungen oder auch zu unkontrollierbaren Bränden mit hoher Energiefreisetzung und/oder starker Rauchentwicklung und bislang untypischen Rauchemissionen führen. Die frei werdenden Gase sind zündfähig, je nach Zusammensetzung leichter oder schwerer als Luft und giftig. Im letzteren Fall kann sich in geschlossenen Räumen ein zündfähiges Gemisch bilden und es besteht Explosionsgefahr.

Bei kleinen Batterien der Zweiräder ist die Gefahrenabwehr und Beräumung einer Einsatzstelle durch Entfernen der

havarierten Batterien einfach möglich. In Tiefgaragen stellen havarierte oder brennende Batterien von Pkw und Nutzfahrzeugen größere Herausforderungen dar. Grundsätzlich verfügen Feuerwehren nicht über nötige Bergemöglichkeiten

ten, um nicht rollfähige Fahrzeuge im kritischen Batteriezustand zu bewegen. Weitere Herausforderungen stellen Nutzfahrzeuge, Züge und Schiffe mit Elektroantrieb und großen Batteriekapazitäten dar.



Einsatztaktik bei Einsätzen an Elektrofahrzeugen für die Feuerwehren

- Rettungsdatenblätter nutzen
- Vollständige persönliche Schutzausrüstung (PSA), einschließlich Atemschutz
- Brandbekämpfung = Standardtaktik (diagonales Vorgehen)
- Höherer Wasserbedarf (evtl. erforderlich)
- Keine Manipulationen an der Batterie! (Löschnägel nur, wenn vom Hersteller freigegeben)
- Hochvoltanlage beachten, deaktivieren
- Batterie Erwärmung/Reaktion prüfen, ggf. geeignete Maßnahmen
- Einsätze dauern länger!
- Austretende Stoffe sind toxisch/brennbar und es besteht Kontaminationsgefahr (auch Löschwasser)
- Fahrzeug sicherstellen lassen (Havarie-Platz), mit Hinweisen übergeben

WEITERE INFORMATIONSQUELLEN

DGUV FBFB-024

„Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien bei Fahrzeugbränden“, 2023

Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge

„Evaluierung von technischen Verfahren zur Löschmitteleinbringung in Hochvoltspeicher“, 2022

▲ Fazit

Leider gibt es viele Negativschlagzeilen und darunter leider auch viele fachlich falsche Berichte in den Medien.

Elektroautos sind löschar!

Es gibt neue Herausforderungen, besonders im Bereich Elektromobilität. Im Umgang mit der Elektromobilität, Installation und Betrieb von Ladeeinrichtungen sowie im vorbeugenden Brandschutz und zu Maßnahmen bei Havarien oder Bränden müssen Anwender informiert sein.

Havarierte Elektroautos müssen nicht alle in Containern mit Wasser versenkt werden. Besondere Löschzusätze oder Löschgeräte sind nicht zwingend erforderlich.

Es braucht ein ganzheitliches Konzept, bei dem auch Transport und Abstellen havariierter Fahrzeuge geregelt sind. Standards wären hilfreich, insbesondere bei Trennstellen für die Feuerwehr sowie ein kontinuierlicher Erfahrungsaustausch mit der Industrie.

Es besteht weiterer Forschungsbedarf und die Notwendigkeit der Zusammenarbeit mit Unfallforschern und der Automobilindustrie. ▲