

4.2021  
August



# FeuerTrutz

[www.feuertrutz.de](http://www.feuertrutz.de)

**Brandschutz-Magazin für Fachplaner**

**Problemlösungen, Planungshilfen und Insiderwissen**

*In dieser Ausgabe: FeuerTrutz 2021*

*Brandschutzanforderungen bei Holzbalkendecken*

*Blitzschutzanlagen: Auslegung vorhandener Gesetzgebung*

## **Brennpunkt Garage: Brandschutz für E-Fahrzeuge**



**RM** Rudolf Müller

# Brandschutz für E-Fahrzeuge in Park- und Tiefgaragen

Die Nachfrage nach Elektroautos steigt weltweit. Bereits für 2021 werden mehr als eine Million Neuzulassungen allein in Europa erwartet. Welche Auswirkungen hat aber die E-Mobilität auf die Sicherheit in Park- und Tiefgaragen? Im Rahmen des Projekts SUVEREN wurden diese und andere Fragen zum Thema Brandschutz in unterirdischen Verkehrsbereichen wissenschaftlich untersucht. Die Ergebnisse werden in diesem Fachbeitrag vorgestellt.

Rajko Rothe, Frank Leismann, Lukas Fast und Stephan Klüh



Abb. 1: Feuer für die Forschung: Die Erforschung von Brandverhalten und Brandbekämpfung kommt nicht ohne Brandversuche im Realmaßstab aus.

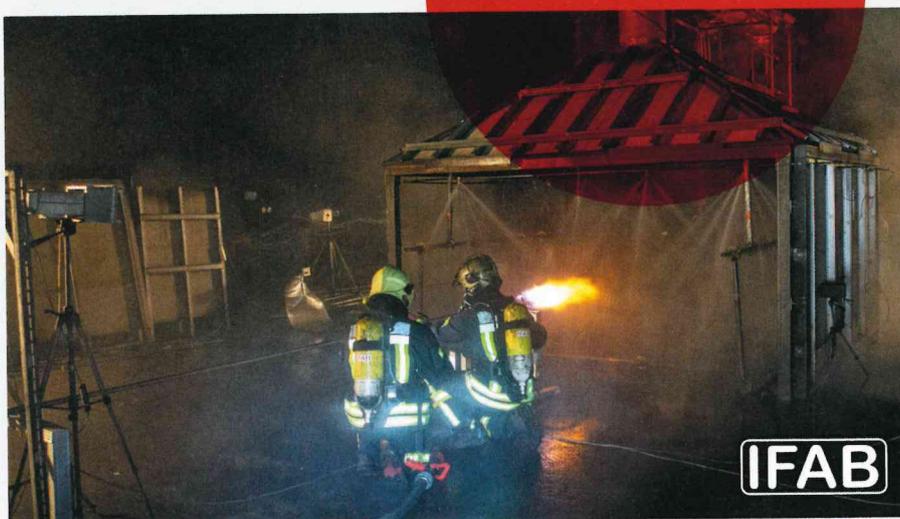


Abb. 2: NET-Versuch mit Hochdruck-Wasserebel-Düsen im „offenen“ SUVEREN-Kalorimeter

Die Elektromobilität erlebt dank zahlreicher politischer Initiativen und Förderungen einen Höhenflug, der nicht zuletzt an der Zahl neu zugelassener Elektrofahrzeuge sichtbar wird. Nach Angaben des Kraftfahrtbundesamts [1] haben sich die Neuzulassungen für PlugIn-Hybride (PHEV) und vollelektrische Fahrzeuge (BEV) im Jahr 2020 in etwa verdoppelt. Dieser Trend zeichnet sich auch international ab. Mehrere Staaten kündigten bereits an, in absehbarer Zeit keine Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor mehr zuzulassen. Einige Automobilhersteller regierten darauf mit der Ankündigung, die Produktion von konventionellen Fahrzeugen komplett einzustellen. Eine Zukunft, in der ein wesentlicher Anteil der Fahrzeuge elektrisch angetrieben ist, scheint daher nicht abwegig. Ein Teil dieser Fahrzeuge wird sich dementsprechend nicht nur im Straßenverkehr bewegen, sondern auch in unterirdischen Anlagen wie Tunneln und Parkhäusern.

## Brandbekämpfung bei E-Autos

Mit der wachsenden Zahl von Elektrofahrzeugen ist es in den letzten Jahren auch zu einem bemerkbaren Anstieg von Unfällen gekommen, in die Elektrofahrzeuge verwickelt waren. Auch wenn aussagekräftige Statistiken zur Unfallwahrscheinlichkeit und zum Schadensausmaß derzeit noch nicht vorliegen, gibt es bei der Bekämpfung von Fahrzeugbränden von Hybrid- und Elektrofahrzeugen auch für die Einsatzkräfte potenzielle Gefahren.

## Zusammenfassung von Löschwasseranalysen aus insgesamt 6 Versuchen mit Batteriemodulen

Schwermetalle	Mittelwert (mg/l)	Grenzwert Einleitung (mg/l)	Überschreitungsfaktor
Aluminium (Al)	53,8	3	17,9
Kobalt (Co)	41,2	1	41,2
Kupfer (Cu)	11,4	0,5	22,8
Mangan (Mn)	36,3	k.A.	k.A.
Nickel (Ni)	240,5	1	240,5

Aus einem Artikel der DGUV geht hervor, dass bei einem Brand im Innenraum des E-Fahrzeugs bereits nach kurzer Zeit der Totalschaden eintritt, weshalb eine risikoarme Einsatztaktik gewählt werden sollte, wann immer das möglich ist [2]. Bei solchen Vorfällen steht insbesondere das Löschverhalten von Elektrofahrzeugen immer wieder im Fokus. Bilder von Flammen, die aus bereits gelöschten Fahrzeugen herausschlagen, führen zu einer Verunsicherung, sowohl bei Einsatzkräften als auch der in Öffentlichkeit. Als Folge dieser Ereignisse und Diskussionen ist es Anfang des Jahres sogar vereinzelt zu Einfahrverboten für elektrisch betriebene Fahrzeuge in Parkhäusern gekommen. Zwei Beispiele dafür lieferten die Gemeinden Kulmbach und Leonberg. Obgleich das Einfahrverbot in Kulmbach mittlerweile wieder aufgehoben wurde, weist der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) darauf hin, dass sich in geschlossenen Garagen die Bekämpfung von Fahrzeugbränden wegen der entstehenden hohen Temperaturen und der freigesetzten Rauchgase schwierig gestaltet. Dies gelte aber sowohl für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor als auch für Elektrofahrzeuge [3]. Diese Nachrichten erregen viel Aufmerksamkeit, da die Technologie noch relativ neu ist. Die ansässige lokale Feuerwehr begründete das Einfahrverbot zum einen mit den Gegebenheiten der Tiefgarage und zum anderen damit, dass zu dem Zeitpunkt noch keine ausreichende Ausrüstung vorhanden gewesen sei.

Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass beim Umstieg auf eine neue Technologie zwingend auch Sicherheitsaspekte mitberücksichtigt werden müssen. Maßnahmen wie pauschale Einfahrverbote und einseitige Berichterstattung von Fahrzeugbränden bergen die Gefahr, die allgemeine Akzeptanz dieser wichtigen Schlüsseltechnologie nachhaltig zu schädigen.

### Forschungsprojekt SUVEREN

Vor dem Hintergrund der steigenden Zahl von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben bei gleichzeitig kaum vorhandenen Erfahrungen im Umgang mit deren Bränden ist im Jahre 2017 das Projekt SUVEREN entstanden, das zum Jahresende 2020 abgeschlossen wurde. Das Akronym SUVEREN steht für „Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger“. Ein Forschungskonsortium, bestehend aus der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), der Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen (STUVA) und der Firma FOGTEC, führte die Untersuchungen durch. Im Kraftfahrzeugbereich kam es nach jahrzehntelanger Dominanz von nahezu ausschließlich flüssigen und fossilen Kraftstoffen (Diesel und Benzin) zu einer Rückbesinnung auf alternative Antriebstechnologien. Neben Lithium-Ionen-Batterien kommen auch fossile Gase wie komprimiertes (CNG) oder verflüssigtes (LNG) Erdgas zum Einsatz.

Ein zukünftig ebenfalls vielversprechender neuer Energieträger ist Wasserstoff, dessen Nutzung schon in diversen Anwendungen, trotz bekannter Schwierigkeiten, in absehbarer Zukunft realistisch erscheint. In Deutschland wurden im Jahr 2020 nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes zwar nur 308 Pkw mit einem Wasserstoffantrieb zugelassen, die beschlossenen politischen Förderungen lassen aber einen deutlichen Anstieg in den nächsten Jahren vermuten. Das Projekt SUVEREN befasste sich mit Fragestellungen aus all diesen Bereichen. Der eindeutige Fokus der Arbeiten im Forschungsprojekt lag jedoch auf den Bränden von Elektrofahrzeugen und deren Traktionsbatterien. Es wurden wichtige offene Problemstellungen zu deren Verhalten im Brandfall identifiziert, deren Klärung in Anbetracht der wachsenden Zahl von Elektrofahrzeugen als besonders dringlich eingestuft wurde.

### Versuche zum Brandverhalten von Elektrofahrzeugen

Angetrieben werden moderne Elektrofahrzeuge i.d.R. von Lithium-Ionen-Batterien. Zu Beginn des Forschungsprojekts lagen nur sehr wenige Daten und gesicherte Informationen zum Brandverhalten vor, besonders in den Fällen, wenn Batteriezellen in sog. Modulen und Batteriepacks zusammengeschaltet sind. Denn erst dadurch wird die enorme Leistungsfähigkeit erreicht, die für den Antrieb eines modernen Elektrofahrzeugs notwendig ist. Zur Gewinnung belastbarer Daten waren Versuche im Realmaßstab und mit echten Batterien unerlässlich und wurden daher zum zentralen Bestandteil des Forschungsprojekts SUVEREN. Insgesamt wurden drei Versuchsreihen mit unterschiedlichen Zielen, Brandlasten und Aufbauten im Brandlabor des Instituts für angewandte Brandschutzforschung (IFAB) durchgeführt. Ziel der ersten Versuchsreihe war es, das Zünd- und Brandverhalten von Lithium-Ionen-Batterien zu untersuchen und die dabei ablaufenden Vorgänge und Reaktionen im Grundsatz zu verstehen. Für diesen Zweck wurde ein eigener Versuchsstand, das SUVEREN-Kalorimeter, entwickelt.

Damit wurden die Messung und die Bestimmung zahlreicher Brandparameter ermöglicht. Dies umfasste verschiedene Methoden zur Bestimmung der Wärmefreisetzung (Heat Release Rate – HRR) und Analysen der Rauchgase mittels eines Fourier-Transform-Infrarotspektrometers (FTIR). Untersucht wurde zudem die Interaktion der Lithium-Ionen-Batterien im Brandfall mit dem Löschmedium Wasser.

Nach einem ersten Wirksamkeitsnachweis, dass die Brandbekämpfung einer abreagierenden Batterie, zumindest unter bestimmten Bedingungen, erfolgreich durchgeführt werden kann, wurden in einer zweiten Versuchsreihe verschiedene am Markt erhältliche und beworbene Löschmittel und -technologien getestet und miteinander verglichen. Dazu zählten z.B. wasserbasierte Löschmethoden (Sprinklertechnik, Hochdruck/Niederdruck-Wassernebel), bei denen teilweise auch geeignete Additive wie Schaummittel zum Einsatz kamen. Aber auch gasbasierte Löschmittel wie Stickstoff ( $N_2$ ), Kohlendioxid ( $CO_2$ ) und NOVEC1230 und auch ein Aerosol wurden geprüft. Der im Vergleich zur ersten Versuchsreihe modifizierte Versuchsstand bot so erstmals die Möglichkeit, verschiedene Methoden bei der Brandbekämpfung von Batteriebränden unter identischen und reproduzierbaren Bedingungen ingenieurwissenschaftlich miteinander zu vergleichen. Zusätzlich wurden verschiedene Arten von Brandmeldern und Technologien zur Branderkennung getestet und die Ergebnisse mit den Messdaten der oben genannten Messinstrumente verglichen.

In der dritten Versuchsreihe wurden die vorherigen Erkenntnisse auf die konkrete Anwendung in einer Parkgarage übertragen. Es wurde ein Testscenario entwickelt, das den Brand eines Pkw in einer Garage simuliert, der durch die Folgen einer schadhaften und sich entzündenden Batterie hervorgerufen wurde. Zur Durchführung der Brandversuche wurden unter anderem Ersatzbrandlasten definiert und verwendet, die zum einen die brennbaren Materialien im Fahrzeug und zum anderen die Batterie selbst repräsentierten. Versuchsaufbau und -konzept wurden zielgerichtet entwickelt und entsprechend den eigenen experimentellen und theoretischen Untersuchungen an die Anforderungen angepasst.

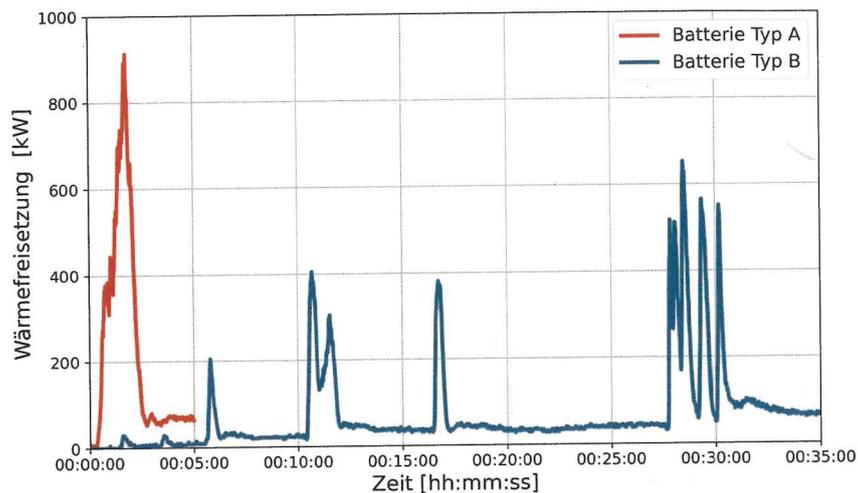


Abb. 3: Wärmefreisetzung von je einem Modul mit Rundzellen (Typ A) und prismatischen Zellen (Typ B), durchgeführt im SUVEREN Kalorimeter

Diese lehnten sich an vergleichbare Anwendungen an. Brände auf Fahrzeugdecks von RO-RO-Fähren werden zum Beispiel durch eine entsprechende Versuchsanordnung der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (engl. IMO, [4]) abgebildet. Im ersten Schritt wurde das Brandverhalten von Batteriepacks aus Elektrofahrzeugen und auch deren Module getestet, die von einem deutschen Automobilhersteller bereitgestellt wurden. Um die weiteren Maßnahmen realitätsnah durchführen und die Versuche aussagekräftig bewerten zu können, war es wichtig, mit Originalbauteilen zu arbeiten. Gezündet wurde mittels mechanischer Penetration einer Batteriezelle, da sich diese Methode in Vorversuchen als zuverlässig und reproduzierbar erwiesen hatte. So konnte sichergestellt werden, dass jeweils gezielt nur eine Batteriezelle gezündet wird. Ausgehend von dieser Initial-Zelle breitete sich der Brand in den meisten Fällen auf alle in den Versuch eingebrachten Zellen und Module aus.

### Forschungsergebnisse

Das Bild des Brandes war geprägt von starkem Gasausstoß, gefolgt von Stichflammen von unterschiedlicher Länge und Dauer und wurde durch deutlich hörbare Geräusche beim Bersten der Zellen begleitet.

Die Reaktionen liefen mitunter sehr heftig und schnell ab. Ein Modul (vom Typ A) mit knapp 300 Rundzellen reagierte in 2–3 Minuten vollständig durch. Im Gegensatz dazu war die letzte Reaktion in einem anderen Modul (Typ B) erst nach ca. 30 Minuten vollständig abgeschlossen. Die elektrische Kapazität von Modul A, das aus deutlich mehr Batteriezellen bestand, war mit 2,5 kWh etwas geringer als diejenige von Modul B (3,75 kWh). Auch die Maximalwerte von 600 kW und ca. 1400 kW in den Verläufen der jeweiligen Wärmefreisetzungen zeigen, dass es verschiedene Batteriebrände gibt und mehrere Einflussfaktoren zu beachten sind.

Die Freisetzung toxischer Gase folgt prinzipiell dem zeitlichen Verlauf der Wärmefreisetzung. Dies gilt sowohl für klassische Verbrennungsprodukte wie Kohlenmonoxid (CO) als auch für batteriespezifischere wie Fluorwasserstoff (HF) und weitere Zerfallsprodukte. Darunter sind verschiedene toxische und korrosive Bestandteile, deren Menge und Anteil am Rauchgas je nach Batterietyp und Brandverlauf variieren können. In allen SUVEREN Batterieversuchen wurden HF-Konzentrationen im Rauchgas gemessen, das bei der Verbrennung oder Zersetzung von fluorhaltigen Batteriebestandteilen entsteht und dementsprechend auch in den Rauchgasen eines Elektrofahrzeugs enthalten sein kann. Ob dies zu einer höheren Gefährdung für Personen führt, muss im Einzelfall geprüft werden.

## HUECK Lava 77-S CE

Rauchschutztür mit CE-Zeichen  
im Außenbereich



Abb. 4: Entfernung eines Batteriemoduls aus dem Versuchsstand nach einem SUVEREN-Brandversuch

Die DNV GL kommt in einem Bericht zu Lithium-Ionen-Batterien zu dem Ergebnis, dass in Bezug auf die Toxizität der Rauchgase Brände von Batterien durchaus mit denen von Kunststoff vergleichbar sind [5]. Das Brandverhalten von Elektrofahrzeugen war auch ein Schwerpunkt auf der letztjährigen Fires in Vehicles (FIVE). Dort wurden auch tiefgehende Betrachtungen zur Rauchgaszusammensetzung vorgestellt [6].

Bei Untersuchungen in Tiefgaragen muss das Brandverhalten des gesamten Fahrzeugs betrachtet werden, wobei die Batterie nur ein Teil des Ganzen ist. Die Auswertung von Daten aus Brandversuchen mit Fahrzeugen und Analysen zu brennbaren Materialien in modernen Fahrzeugen über die letzten Jahre zeigte, dass die zu erwartende Brandlast eines Pkw höher als vor 15 Jahren ist. In einem Bemessungsbrand zur konservativen Beschreibung eines Pkw-Brandes wurden diese Unterschiede quantifiziert. In Zahlen bedeutet das, dass bei einem Pkw-Brand mit einer maximalen Wärmefreisetzung von ca. 7 MW bei einer schnellen Brandentwicklung zu rechnen ist. Dies gilt für Fahrzeuge sowohl mit Elektroantrieb als auch mit Verbrennungsmotor [7].

Auf der Grundlage dieses Bemessungsbrandes wurde im Forschungsprojekt ein Versuchskonzept erarbeitet, mit dem die Wirksamkeit einer stationären Brandbekämpfungsanlage beim Brand eines Elektrofahrzeugs nachgewiesen wird. Es umfasst die Verwendung einer Fahrzeugatmosphäre, Ersatzbrandlasten für Fahrzeug und Traktionsbatterie sowie die Simulation der Umgebung einer Tiefgarage. Dieses Testszenario kombiniert Erkenntnisse zum Brandverhalten von Batterien und Fahrzeugen und schafft reproduzierbare Bedingungen für Untersuchungen der Anlagentechnik zur Kontrolle von Bränden von modernen Elektro-Pkw. Die Prüfung der Wirksamkeit durch standardisierte Brandversuche ist Teil einer leistungsorientierten Nachweisführung, deren Einsatz in Tiefgaragen im Forschungsprojekt erforscht wurde. Diese Vorgehensweise erlaubt auch Anpassungen aufgrund absehbarer zukünftiger Veränderungen wie neuer Batterietechnologien oder Brennstoffzellen.



ALUMINIUM SYSTEMS  
**HUECK**  
GERMAN ENGINEERING SINCE 1814

### Batteriebrand erfolgreich bekämpfen

Kenntnisse zum Brandverhalten liefern entscheidende Hinweise für eine erfolgreiche Brandbekämpfung. Einem Batteriebrand liegt das Phänomen des sog. thermischen Durchgehens (engl. Thermal Runaway) zugrunde. Das thermische Durchgehen zeichnet sich durch eine Überhitzung der Batterie aufgrund von chemischen Reaktionen im Inneren einer Batteriezelle aus. Diese wärmt sich daraufhin durch verschiedene Zerfallsreaktionen kettenreaktionsartig weiter auf. Durch die Temperaturerhöhung kommt es zum Verdampfen der (flüssigen) Elektrolyten, einem Anstieg des Drucks im Inneren der Zelle und infolgedessen zum Bersten und zu einer Freisetzung der Batteriegase. Diese Gase sind leicht entzündlich und können bei Entzündung große Stichflammen bilden. Mit und auch ohne Flammenbildung wird genug Wärme freigesetzt, um in benachbarten Zellen die für den Thermal Runaway kritische Temperatur zu überschreiten. Diese kann je nach Zellchemie im Bereich von 80 °C bis 100 °C liegen. Ohne Eingriff von außen hat diese Ausbreitung von einer Zelle zur nächsten in allen SUVEREN-Brandversuchen stattgefunden und sich anschließend über das gesamte Batteriemodul erstreckt.

Um diese Form der Brandentwicklung zu verhindern bzw. zu unterbrechen, muss die bei den Reaktionen entstehende Wärme abgeführt und die Batterie gekühlt werden. Eine Kühlung direkt an der Oberfläche ist dabei sehr effektiv. Dieser Effekt wirkt z.B. auch beim Versenken von ganzen Fahrzeugen in mit Wasser gefüllte Container. Der Kontakt mit Wasser führt nicht zu starken Reaktionen des in den Batterien befindlichen Lithiums mit dem Löschmedium. In den Batterien ist Lithium in Form von Ionen vorhanden und liegt nicht in seiner metallischen Form vor, die für die heftigen Reaktionen beim Kontakt mit Wasser bekannt ist. In allen durchgeführten Versuch hat sich gezeigt: Grundsätzlich eignet sich Wasser zur Bekämpfung von Batteriebränden am besten. Das gilt sowohl für den vorbeugenden als auch für den abwehrenden Brandschutz und ist auch ein Ergebnis von Untersuchungen der DNV GL [8].

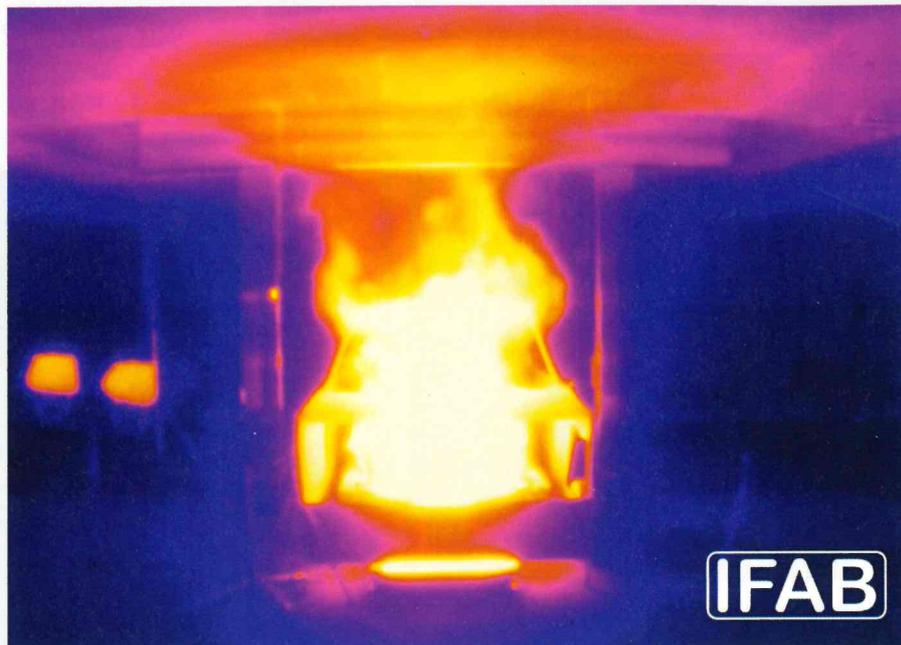


Abb. 5: Wärmebildaufnahme aus einem Brandversuch mit der Pkw-Ersatzbrandlast – aus der Versuchsreihe zur Entwicklung des Nachweiskonzepts für Parkgaragen

Je nach Ausmaß des Brandes und Ausführung der Anlagentechnik einer Brandbekämpfungsanlage fallen bei einem Brand in einer Tiefgarage größere Mengen Löschwasser an. Untersuchungen in den SUVEREN-Versuchen haben gezeigt, dass dieses teilweise mit verschiedenen Schwermetallen kontaminiert ist. Diese stammen aus Batteriezellen, deren Kathodenmaterial aus z.B. Kobalt und Nickel aufgebaut sind. Diese Wahl der Zellchemie von Lithium-Ionen-Batterien ist im Fahrzeugbereich stark verbreitet. Die Analysen von Wasserproben aus Löschversuchen zeigen für einige Schwermetalle Konzentrationen, die deutlich über den Grenzwerten für eine direkte Einleitung ins Abwasser liegen. Trotz prominenter saurer Rauchgasbestandteile wie Fluorwasserstoff lag der pH-Wert des Löschwassers in allen Versuchen eher im alkalischen Bereich (zwischen 7,4 und 9,4).

### Brandschutz in Tiefgaragen

Geregelt ist der Brandschutz in Tiefgaragen durch präskriptive Vorgaben in den jeweiligen Garagenverordnungen der Bundesländer. Gesonderte Regelungen für Elektrofahrzeuge oder die Berücksichtigung der immer größer werdenden Fahrzeuge sind darin meist (noch) nicht enthalten.

Eine Anpassung im speziellen Einzelfall ist ebenfalls nicht möglich. Daher lag der Fokus im Forschungsprojekt auf der Erarbeitung und Anwendung einer schutzzielorientierten Nachweisführung der gewählten Maßnahmen für Tiefgaragen. Mit den aus dem Sonderbaurecht und von anderen unterirdischen Bauwerken bekannten Methoden können so veränderte und angepasste Randbedingungen berücksichtigt werden. Pkw stellen die maßgebliche Brandlast in einer Garage dar, daher ist für diese ein passendes Brandmodell zu verwenden, beispielweise der oben erwähnte, in SUVEREN entwickelte Bemessungsbrand.

Aus Sicht des Brandschutzes besteht der einzige Unterschied zwischen einem Elektro- und einem konventionellen Fahrzeug in der Traktionsbatterie. Eine besondere Eigenschaft der Batterie besteht darin, dass sie den Brand eines Fahrzeugs auslösen kann und unter Umständen andere, in der Nähe befindliche Brandlast in den Fahrzeugbrand involviert wird. Auslöser können mechanische Beschädigungen, thermische Einwirkungen oder elektrische Fehler wie ein Kurzschluss sein.

In diesem Zusammenhang sollte der derzeit angekündigte Ausbau von Ladestationen im Blick behalten werden, damit bei der Erstellung von Brandschutzkonzepten die Möglichkeit elektrischer Fehler während des Ladens berücksichtigt wird. Denn dabei ist die Batterie elektrochemisch in einem „aktiven“ Zustand und die Entstehung eines Brandes ist trotz der Überwachung und Steuerung durch sicherheitstechnische Komponenten der Ladestation prinzipiell möglich. Insbesondere die regelkonforme Ausführung der Ladesäule, eine zuverlässige Wartung sowie die sachgemäße Nutzung müssen sichergestellt werden. Weiterhin wird unterschätzt, dass sich die Wahrscheinlichkeit ernsthafter Konsequenzen im Brandfall sukzessive mit dem Ladezustand eines ladenden Fahrzeugs erhöht. Ein hoher Ladezustand (engl. kurz. SoC) hat einen Einfluss auf das thermische Durchgehen, insbesondere auf die Rauch- und Wärmefreisetzung [9]. Die Installation von Ladestationen in unterirdischen Parkbauten sollte daher bei der Brandschutzplanung nicht vernachlässigt werden, da deren Auswirkungen auf die allgemeine Sicherheit aufgrund fehlender unabhängiger Daten derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden kann.

**Fazit**

In der Praxis wird die Brandbekämpfung von Batterien durch die Zugänglichkeit des Löschmediums zur Batterieoberfläche beeinflusst. In einem Elektrofahrzeug befindet sich die Batterie i.d.R. im unteren Bereich des Fahrzeugs und wird so vor einer unmittelbaren Wirkung des Löschmittels abgeschirmt. Eine direkte Kühlung der Oberflächen der Batterie und ein schnelle Unterbrechung der Brandausbreitung werden dadurch verhindert. Dies ist auch nicht die primäre Zielstellung für die stationäre Brandbekämpfung in einer Tiefgarage, die darin besteht, die Umgebung und in dieser befindliche Objekte (in Garagen hauptsächlich weitere Fahrzeuge) zu schützen. In Brandbekämpfungsanlagen in Tiefgaragen kommt heute meist Wasser zum Einsatz. Nachgewiesen wurde, dass dieses Löschmittel sicher und effektiv ist, da es für die benötigte Kühlung einer Lithium-Ionen-Batterie und der abbrennenden Elektrolyte sehr gut geeignet ist.

Eine sinnvoll ausgelegte Anlagentechnik ermöglicht vor allem den Einsatzkräften ein wirksames Arbeiten und sicheres Vorgehen beim Brand in einer Garage. Sie schafft zudem ein notwendiges Zeitpolster bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte.

Dies verhindert die Entstehung von unkontrollierbaren Bränden mit hohen Schadensausmaßen, wie beispielweise 2018 im King’s Dock Parkhaus in Liverpool, auch bei zunehmender Zahl an Elektrofahrzeugen. ■

**Quellen**

- [1] Kraftfahrt-Bundesamt, Monatliche Neuzulassungen, Juni 21, Flensburg, 2021.
- [2] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), „Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden“, Berlin, 2020.
- [3] BR24, E-Autos: Ist ein Parkverbot in Parkhäusern rechters?, 2021.
- [4] International Maritime Organization (IMO), „Guidelines for the approval of fixed water-based fire-fighting systems for RO-RO spaces and special category spaces equivalent to that referred to in resolution A.123(V)“, London, 2008.
- [5] DNV GL AS Maritime, „Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression“, 2019.
- [6] M. Kutschenreuter, S. Klüh, L. Fast, F. Leismann, M. Lakkonen und R. Rothe, „Fire Safety of Lithium-Ion Traction Batteries,“ in International Conference on Fires in vehicles (FIVE), 15.–16.12.2020.
- [7] M. Kutschenreuter, S. Klüh, M. Lakkonen, R. Rothe und F. Leismann, „Vehicles change the fire safety design in underground structures,“ in Proceedings from the Ninth International Symposium on Tunnel Safety and Security, Borås, Sweden, 2020.
- [8] „Considerations for ESS Fire Safety,“ DNV GL, New, 2017.
- [9] X. Feng, M. Ouyang, X. Liu, L. Lu, Y. Xia und X. He, „Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review,“ Energy Storage Materials, Bd. 10, p. 246–267, 2018.

**Autoren**



**Rajko Rothe**  
Institut für angewandte Brandschutzforschung (IFAB)



**Frank Leismann**  
Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen – STUVA – e. V.



**Lukas Fast**  
FOGTEC Brandschutz GmbH



**Stephan Klüh**  
FOGTEC Brandschutz GmbH