

Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren  
und des Deutschen Feuerwehrverbandes

## Risikoeinschätzung Lithium-Ionen Speichermedien

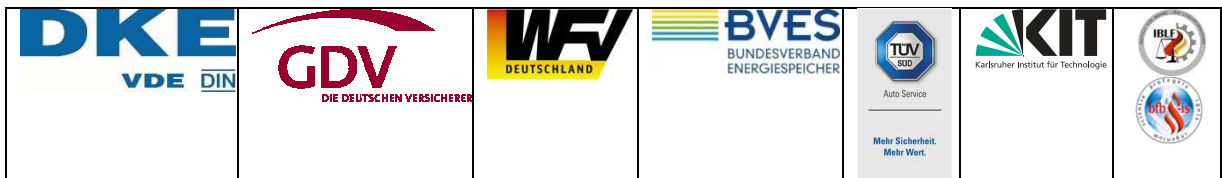
(2018-01)



23. Mai 2018

Fachausschuss Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz  
der deutschen Feuerwehren (FA VB/G)  
c/o Branddirektion München  
An der Hauptfeuerwache 8  
80331 München

In Abstimmung mit folgenden Gremien / Forschungseinrichtungen:



## 1 Einführung

Die verschiedenen Lithium-Ionen-Batterietechnologien haben mittlerweile in unterschiedlichste Bereiche unseres täglichen Lebens Einzug erhalten. Somit ist es erforderlich, die Fachempfehlung zur Gefährdungsbeurteilung Brand von Fahrzeugen mit Elektroantrieb (2014- 03) im Hinblick auf die neu gewonnenen Erkenntnisse und Anwendungsbereiche anzupassen. Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Arten von Batterien und der schnell voranschreitenden Weiterentwicklung in diesem Bereich, ist jedoch eine abschließende und allgemeingültige Aussage zu geeigneten Konzepten zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich.

Es werden daher bei der Gefährdungsbeurteilung, den empfohlenen Maßnahmen zum Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutz und den Hinweisen zur Einsatztaktik die unterschiedlichen Verwendungszwecke unterschieden.

Grundsätzlich gilt, dass bei guten Fertigungsstandards, zertifizierten Lade- und Zellenüberwachungssystemen sowie bei sachgerechter Handhabung Lithium-Ionen- Speichermedien als ausreichend sicher einzustufen sind.

## 2 Allgemeine Gefährdungseinschätzung

Gefahren resultieren unter anderem aus Defiziten in der Herstellung, in der fehlerhaften Handhabung und dem unsachgemäßen Umgang mit dem Speichermedium. Ursachen für eine mögliche Entzündung können folgende Einwirkungen sein:

- mechanische Beschädigung  
→ innere Kurzschlüsse z.B. bedingt durch Unfälle/Erschütterungen
- elektrische Belastung  
→ z.B. durch Überladung, elektr. Abnutzungsschäden
- thermische Belastung  
→ Temperaturerhöhung, z.B. infolge eines Brandes

In die Gefährdungsbeurteilung fließen mit ein:

- hohe Energiedichte, teils mit chemisch gebundenem Sauerstoff
- thermisches Durchgehen „thermal runaway“, das eine rasche Brandausbreitung mit hoher Energiefreisetzung und starker Rauchentwicklung zur Folge hat
- elektrischer Strom an Anlagenteilen

## 3 Grundsätze bei der Brandbekämpfung

Zur Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Speichermedien sind die herkömmlichen und somit bekannten Vorgehensweisen bei Brandeinsätzen grundsätzlich geeignet.

### 3.1 Aufgaben der Feuerwehr

Die Feuerwehr führt wirksame Löschmaßnahmen mit Wasser durch und verhindert eine weitere Brand- und Rauchausbreitung in andere Brandabschnitte. Im weiteren Verlauf sollte die Wärmeentwicklung des Lithium-Ionen-Speichermediums, z.B. mittels Wärmebildkamera, überwacht werden.

Indikatoren aus denen mit ausreichender Sicherheit eine Rückzündung ausgeschlossen werden kann fehlen. Aus diesem Grund sollten Lithium-Ionen-Speichermedien an einen sicheren Ort verbracht oder einem Entsorger übergeben werden.

Ein Ausbau oder das Freilegen der Lithium-Ionen-Speichermedien aus einer Einhausung stellt eine Gefährdung dar und wird in der Regel nicht als Aufgabe der Feuerwehr gesehen. Besonderes Augenmerk ist bei der Erkundung unter anderem auf die Lage und den Grad der Beschädigung der verbauten Lithium-Ionen-Speichermedien zu legen. Einsatzkräfte sollten auf die erkannte Gefahr hingewiesen werden. Unter Umständen sollte der Gefahrenbereich abgesperrt werden.

### 3.2 Löschmittel

Sowohl bei Bränden von Lithium-Ionen-Speichermedien als auch von Geräten mit eingebauten Lithium-Ionen-Speichermedien wird als **Löschmittel der Wahl Wasser** empfohlen. Die Verwendung von Löschmittelzusätzen ist möglich.

Durch eine möglichst frühzeitige und ausreichend lange **Kühlung des Speichermediums** kann das thermische Durchgehen („thermal runaway“) verhindert werden. Die Wärmeentwicklung der Batterie bzw. ihrer Einhausung sollte bis zur Übergabe der Einsatzstelle z.B. mittels Wärmebildkamera regelmäßig kontrolliert werden. Es kann meist von der Feuerwehr nur „Feuer unter Kontrolle“ festgestellt werden, da es bis zu „Feuer aus“ zu einem tage- bis wochenlangem chemischen Prozess kommen kann. Dieser sollte durch den Entsorger oder Betreiber betreut werden. Die Löschmittel Metallbrandpulver, Sand, ABC-Pulver oder CO<sub>2</sub> erzielen keinen ausreichenden Kühleffekt.

### 3.3. Elektrische Gefahren

Aufgrund der elektrischen Gefahren sind die „Grundsätze der Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen“ und die Einhaltung der bekannten Strahlrohrabstände nach DIN VDE 0132 einzuhalten.

### 3.4. Persönliche Schutzausrüstung

Bei Bränden Lithium-Ionen-Speichermedien können, wie bei vielen anderen Bränden auch, krebserregende Kohlenwasserstoffe, Flusssäure sowie Schwermetallablagerungen entstehen. Somit ist Schutzkleidung nach EN 469 sowie das Vorgehen unter Umluft unabhängigem Atemschutz erforderlich.

Bei großen Mengen an auslaufenden Chemikalien ist ein Vorgehen nach FwDV 500 (GG II C) zu prüfen.

## 4 Elektrofahrzeuge

### Gefährdungsbeurteilung

Elektrofahrzeuge (auch Hybridfahrzeuge) werden zertifiziert, eng überwacht produziert und mit zertifizierten Ladeeinrichtungen sowie zertifizierter Zellenüberwachung betrieben. Dadurch sind mögliche Fehler auf ein Minimum reduziert. Bei zertifizierten Elektrofahrzeugen sind unter Spannung stehende Teile „orange“ gekennzeichnet.

### Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes

Von zertifizierten Elektrofahrzeugen gehen weitgehend vergleichbare Gefahren aus, wie von Fahrzeugen mit anderen Antriebsarten (Kraftstoff, Gas). Auch Brandversuche<sup>1</sup> haben gezeigt, dass die Brandleistung [MW] unter Fahrzeugen einer Generation und Größe unabhängig von der Antriebsart vergleichbar ist. Die verbauten Brandlasten (u. a. Kunststoffanteile) in heutigen

<sup>1</sup> Lecocq, Amandine, Bertana, Marie, Truchot, Benjamin et al., Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle, 2012

Fahrzeugen sind der ausschlaggebende Faktor für die zunehmend höhere Rauch- und Wärme-freisetzung bei Fahrzeugbränden.

Den Brandschutzdienststellen wird empfohlen, dieselben Kriterien bei den Gefährdungsbeurteilungen (Brandschutzprüfung, Veranstaltungssicherheit, Brandverhütungsschau) anzuwenden, wie bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Zertifizierte Ladeeinrichtungen auf Einstellplätzen in Garagen können aus heutiger Sicht auch in Tiefgaragen als notwendige Bestandteile des Betriebs und Abstellen von Fahrzeugen akzeptiert werden.

#### Empfehlungen für die Einsatztaktik

Im Brandfall sind Elektrofahrzeuge mit Wasser zu löschen. Löschmittelzusätze können verwendet werden. Die Temperaturentwicklung nach dem Ablöschen des Fahrzeugs im Bereich der Batterie sollte z.B. mittels Wärmebildkamera engmaschig kontrolliert werden. Eine Temperaturerhöhung deutet auf ein drohendes Wiederentzünden hin. Eine Temperaturabnahme kann auch bei bestehender Gefahr des Wiederentzündens festgestellt werden. Um Rückzündungen zu vermeiden, ist der Batteriebereich ausreichend lange mit Wasser bis zur Übergabe an den Abschleppdienst zu kühlen. Der Abschleppdienst ist aufgrund der möglichen Rückzündungsgefahr darüber zu informieren, dass es sich um ein Elektrofahrzeug handelt.

Elektrofahrzeuge, die in geschlossenen Bereichen (z.B. Garagen) stehen und bei denen eine Rückzündungsgefahr nicht ausgeschlossen werden kann, sollten ggf. ins Freie verbracht werden.

## **5 Kleinbatterien**

### Gefährdungsbeurteilung

Kleinbatterien werden in hoher Stückzahl in verschiedensten Anwendungen genutzt. Ihre Ladeeinrichtungen sind teilweise nicht zertifiziert und überwacht. Daher kann es zur Selbstentzündung und einer schnellen Brandausbreitung kommen. Im Brandfall können Teile umherfliegen.

### Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes

Aufgrund der breiten Anwendungsmöglichkeiten kommen Kleinbatterien in allen Gebäudeklassen und Nutzungsarten vor. In für den Endverbraucher üblichen Stückzahlen stellen sie keine Gefährdung dar, die zur Raumeinstufung „mit erhöhter Brandgefahr“ führen sollte.

### Empfehlungen für die Einsatztaktik

Im Brandfall sind Kleinbatterien mit Wasser zu löschen. Löschmittelzusätze können verwendet werden. Um eine Rückzündung zu verhindern, kann die Lagerung in einem Wasserbehälter oder die Übergabe an einen Entsorger erfolgen.

## **6 Hausspeicheranlagen**

### Gefährdungsbeurteilung

Hausspeicheranlagen werden vermehrt vor allem in Wohngebäuden verbaut. Sind sie zertifiziert und eng überwacht produziert, stellen sie aus heutiger Sicht ein vergleichbares Risiko wie andere Elektrogeräte oder Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) dar. Auch hier steht, analog den PV-Anlagen, Spannung an.

### Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes

Um einer frühzeitigen starken Erwärmung (von Außen nach Innen) der Hausspeicheranlagen bei einem Raumbrand vorzubeugen, wird die Anordnung in einem geeigneten Raum oder Gehäuse entsprechend VDE AR E 2510-2 empfohlen.

### Empfehlungen für die Einsatztaktik

Im Brandfall sind Hausspeicheranlagen mit Wasser zu löschen. Löschmittelzusätze können verwendet werden. Die Temperaturentwicklung nach Ablöschen der Hausspeicheranlage im Bereich der Batterie sollte z.B. mittels Wärmebildkamera engmaschig kontrolliert werden. Um Rückzündungen zu vermeiden, ist der Batteriebereich ausreichend lange mit Wasser, bis zur Übergabe an den Betreiber, zu kühlen bzw. zu überwachen.

## **7 Lagerungen**

### Gefährdungsbeurteilung

Lagerungen von Lithium-Ionen-Speichermedien stellen ein schwierig abzuschätzendes Risiko dar. Dieses ist abhängig von der Lagermenge, den möglichen Einwirkungen von Wärme und mechanischen Beschädigungen und insbesondere der Qualität der gelagerten Lithium-Ionen-Speichermedien.

### Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes

Auch bei der Lagerung bereits relativ kleiner Mengen von Lithium-Ionen-Speichermedien, die in Brand geraten, ist mit einer sehr schnellen Brandausbreitung zu rechnen. Durch das teils explosionsartige Abbrennen können brennende Teile umhergeschleudert werden. Deshalb ist bei Lagerungen ein besonderes Augenmerk auf die bauliche Abschottung zwischen Brandabschnitten oder Räumen mitgelagerten Neu- wie auch Altbatterien zu legen. Abstände oder die verteilte Lagerung verschiedener Batterietypen in einem Brandabschnitt reduzieren die Gefährdung, sind in der Praxis jedoch schwer kontrollierbar und keine originäre Aufgabe der Brandverhütungsschau.

Die Nutzer, wie Logistikunternehmen, nehmen häufig eine sich täglich ändernde Belegung ihrer Flächen vor, so dass eine oder mehrere Tonnen Kartons oder Paletten mit Lithium-Ionen-Speichermedien immer wieder an verschiedenen Plätzen stehen werden.

Die Zugänglichkeit und Wasserversorgung für die Feuerwehr muss ausreichend sichergestellt sein, um möglichst schnell wirksame Löschmaßnahmen mit Wasser einleiten und ausreichend lange kühlen zu können. Die Notwendigkeit einer Löschwasserrückhaltung sollte geprüft werden.

### Empfehlungen für die Einsatztaktik

Die grundlegenden taktischen Vorgehensweisen mit Wasser sind durchzuführen.

Löschmittelzusätze können verwendet werden.

Für die Begrenzung eines Brandes auf einen Brandabschnitt sind hohe Löschwassermengen erforderlich. Die Wurfweite sollte bei der Löschwasserabgabe zur Reduzierung der Gefährdung für die Einsatzkräfte ausgenutzt werden.

## **8 Entsorgung**

### Gefährdungsbeurteilung

Durch die GRS (Gemeinsames Rücknahmesystem der Batteriehersteller) ist die Rücknahme von Batterien organisiert. Bei der Entsorgung kommt es immer wieder zu Brandereignissen, welche durch beschädigte Li-Ionen-Batterien durch Selbstentzündung oder mechanische Einwirkung (z.B. Zusammenpressen in Müllfahrzeug) ausgelöst werden. Aufgrund der unterschiedlichsten Zustände der Batterien aller Technologien, ist das jeweilige Risiko jeder einzelnen Zelle aus heutiger Sicht nicht kalkulierbar.

Beschädigte Zellen, aus denen Stoffe austreten, sind als Gefahrgut zu handhaben.

### Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes

Ausgesonderte Batterien sollten außerhalb von Gebäuden oder in brandschutztechnisch abgetrennten Nutzungseinheiten oder Brandabschnitten gelagert werden. Bei Lagerung von auslaufenden Batterien sollte eine Löschwasserrückhaltung in Betracht gezogen werden.

### Empfehlungen für die Einsatztaktik

Die grundlegenden taktischen Vorgehensweisen mit Wasser sind durchzuführen.

Löschmittelzusätze können verwendet werden.

Für die Begrenzung eines Brandes auf einen Brandabschnitt sind hohe Löschwassermengen erforderlich. Die Wurfweite sollte bei der Löschwasserabgabe zur Reduzierung der Gefährdung für die Einsatzkräfte ausgenutzt werden.

Produktaustritt kann hier zusätzlich auftreten. In solchen Fällen ist entsprechend der FwDV 500 vorzugehen.

## **9 Weiterer Untersuchungs- und Forschungsbedarf**

Wie bereits ausgeführt sind derzeit aufgrund der schnell voranschreitenden Weiterentwicklung abschließende und allgemeingültige Aussagen nur begrenzt möglich. Einsatzerfahrungen müssen weiterhin ausgewertet werden. Zur Risikoeinschätzung von Lithium-Ionen Speichermedien wird nachstehender Untersuchungs- und Forschungsbedarf gesehen:

- Welche Kennzeichnungen von Batterien, Logistikgebinden oder Transporten mit Batterien sind möglich, sinnvoll und hilfreich für Einsatzkräfte (z.B. TRGS, etc.) und ergänzen die bereits bestehenden Produktnormen?
- Allgemeine Marktbeobachtung und insbesondere Mengenentwicklung von genutzten Haus-speicheranlagen.
- Entsorgungstechnik für Batterien mit Energiemengen von >1 kWh, da diese zunehmend auf den Markt kommen.

## 10 Mitwirkende Institutionen, Verbände, Personen

Folgende Behörden, Verbände, Organisationen und Personen waren an der Erstellung dieser Fachempfehlung beteiligt:

<b>AGBF&amp;DFV FA VB/G</b> Peter Bachmeier Christian Emrich Michael Nitzschke Holger Notzke Bernd Schulzki Guido Plischek Uwe Augat Heiko Holler Michael Vester Thomas Herrmann	<b>DKE / VDE</b> Dr. Kerstin Sann-Ferro	<b>VDA</b> Roger Machill Peter Fischer Dr. Sebastian Scharner	<b>GDV</b> Marco van Lier
	<b>DKE</b> Sonnenbatterie GmbH Christian Mayr	<b>WFV</b> Dr. Frank Kämmer	<b>VdS</b> Stefan Kratzmeir
	<b>DKE</b> LG Chem Michael Brusewig	<b>KIT</b> Dietmar Schelb	<b>BFB-IS</b> Thorsten Prein Korbinian Pasedag
	<b>DKE / BVES</b> Ads-tec GmbH Ali Natour	<b>BMVI (NOW GmbH)</b> Sebastian Lahmann	<b>RiskExperts</b> Dr. Michael Buser
	<b>DKE / BVES</b> Christian Brenning	<b>TÜV Süd</b> Julian Zwick Stefan Menacher	<b>Batteryuniversity</b> Dr. Jochen Mähliß