



Technische IFL-Mitteilung

Nr. 06/2021

Die IFL e. V. informiert regelmäßig über aktuelle Entwicklungen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik und Lackierung

Serie - Herstellerübergreifende Informationen Hochvolt-PKW

Teil 1. Technische Voraussetzungen, Ausbildung und Ausstattung HV

Teil 2. Umgang mit HV-Fahrzeugen, Konzepte, wer darf was?

Teil 3. Arbeiten unter Spannung, Lagerung von HV- Akkumulatoren

Teil 4. Transport von verunfallten HV-Fahrzeugen und Akkumulatoren

Diese Technische Mitteilung enthält weiterführende Informationen zum Thema: Lagerung und Transport von HV-Akkumulatoren sowie technische Hintergrundinformationen.

Beförderung/Transport: Für den Europäischen Straßenverkehr gelten die Regeln des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR). Da die Beförderung gefährlicher Güter im Interesse der verladenden Wirtschaft wie auch der beauftragten Transportunternehmen sowie aller weiteren Beteiligten innerhalb der Transportkette von Lithiumakkumulatoren liegt, müssen die damit beauftragten und verantwortlichen Personen nach ADR* 1.3 geschult sein (ADR-Schein), um die Batterien/Akkumulatoren für den Transport verpacken und kennzeichnen zu dürfen.

Die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße unterliegt gleichfalls der Verordnung über innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahn und auf Binnengewässern (GGVSEB), die auf der Grundlage des Gesetzes über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz- GGBefG) erlassen wurde.

Hintergrund: Wiederaufladbare Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Li-Ionen-Akku) sind wegen ihrer hohen Energiedichte bei relativ geringem Gewicht, ihrer Unempfindlichkeit gegenüber dem sogenannten Memoryeffekt und der geringen Selbstentladung erste Wahl als Energiespeicher für mobile Geräte/Fahrzeuge. Die Gefahr bei Li-Ionen-Akkus liegt darin, dass bei einem Defekt oder Kurzschluss hohe Lade- und Endladeströme entstehen können. Dies kann zu unzulässiger Erhitzung bis hin zum Brand führen. Für die Entscheidung darüber, welche Gefahrgutregelung für den Transport von Li-Ionen-Akkus berücksichtigt werden müssen, ist als Erstes die Unterscheidung zwischen Lithium-Metall und Lithium-Ionen-Akkumulator wichtig. Für Lithium-Ionen-Akkumulatoren mit einer Energie bis zu 100Wh gelten aufgrund einer Sondervorschrift des Gefahrenrechts vereinfachte Anforderungen. Lithium-Ionen-Akkumulatoren mit einer Energie von mehr als 100Wh (Bspl.: Pedelec-Akku) sind dagegen immer als Gefahrgut der Klasse 9 zu behandeln. Bei den Lithium-Metall-Akkumulatoren richtet sich diese Einteilung nach dem Lithiumgehalt in g je Akkumulator. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, entscheiden zu können, ob ein Akkumulator noch transportfähig ist oder nicht. Hier muss der Fachmann entscheiden, welche Maßnahmen zu treffen sind, um einen Akkumulator noch transportieren zu dürfen oder nicht. Nach Anzahl und Umfang von Transporten ist es erforderlich, einen Gefahrgutbeauftragten zu stellen, der die korrekte und gefahrlose Abwicklung sicherstellt.

*(ADR: „Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“. „Accord relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route“)

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFBVDEFF

Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Peter Börner, Mühlheim am Main
Wilhelm Hülsdonk, Voerde
Paul Kehle, Einselethum

Geschäftsführer:
Thomas Aukamm

Klassifizierung

Lithiumbatterien sind Gefahrgut. Sie unterliegen daher den Gefahrgutvorschriften. Lithiumbatterien werden im ADR und RID als Gefahrgut der Klasse 9 (verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände) folgenden UN-Nummern zugeordnet:

- UN 3090: Lithium-Metall-Batterien (einschließlich Batterien aus Lithiumlegierung)
- UN 3091: Lithium-Metall-Batterien in Ausrüstungen (einschließlich Batterien aus Lithiumlegierung) oder
- UN 3091: Lithium-Metall-Batterien, mit Ausrüstungen verpackt (einschließlich Batterien aus Lithiumlegierung)
- UN 3480: Lithium-Ionen-Batterien (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer-Batterien)
- UN 3481: Lithium-Ionen-Batterien in Ausrüstungen (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer-Batterien) oder
- UN 3481: Lithium-Ionen-Batterien, mit Ausrüstungen verpackt (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer-Batterien)
- UN 3171: Batteriebetriebenes Fahrzeug

Hinweis

„Fahrzeuge“ im Sinne dieser UN-Nummer sind selbstfahrende Geräte, die für die Beförderung einer oder mehrerer Personen oder von Gütern ausgelegt sind. Beispiele solcher Fahrzeuge sind elektrisch angetriebene Personenwagen, Motorräder, Motorroller, Drei- oder Vierradfahrzeuge oder -motorräder, Elektrofahrräder, Rollstühle, Aufsitzrasenmäher, Boote und Flugzeuge (SV 240).

Bild 1: Einteilung der Klassifizierungsstufen für Lithium-Ionen und Lithium-Metall-Akkumulatoren. RID= Reglement concernant le transport international ferroviaire de marchandises Dangereuses.

Die Dekra bietet hierzu Beratung, Schulungen und Trainings an, damit ein gefahrloser Transport zwischen Hersteller, Handel, Werkstatt und Entsorger sichergestellt ist (www.dekra.de/gefahrgut-weiterbildung). Auch die Stellung eines externen Gefahrgutbeauftragten ist möglich. Das Angebot richtet sich an Fahrzeughersteller, Zulieferbetriebe und Werkstätten aller Bereiche, angefangen vom E-Bike bis hin zum Nutzfahrzeug.

Lagerung außen und Transportlösungen: Es werden Komplettlösungen für die Lagerung von HV-Akkus im Freien und den Transport in Form von Boxen mit Auffangwanne, brandfester Innenverpackung, Branddetektion und einer Löschanlage angeboten, die sowohl ein Feuer löscht als auch gleichzeitig die Abgasbehandlung ggf. berstender Akkus übernimmt.



Bilder 2+3: Transportboxen für unterschiedlichste Anforderungen mit speziellen Ausstattungen/Löscheinrichtungen (Quelle: GelKoh)

Lagerung von Kleinstmengen im Gewerbe und Bürobetrieb: Bereits kleine Li-Ionen-Akkus stellen eine Gefahr im täglichen Umgang dar. Akkus aus Arbeitsgeräten wie Akkumaus, Presenter, Tastaturen, Taschenlampen, Messgeräten usw. beinhalten eine gewisse Gefährdung. Die Lagerung von verbrauchten Akkus sollte deshalb nur in dafür vorgesehenen Behältern erfolgen. Entsprechende Sammel- und Lagerboxen werden von Spezialfirmen aus dem Bereich Brandschutz angeboten.

Technische Informationen zu HV-Akkus: HV-Akkupacks bestehen zur Erhöhung der Nennspannung in der Regel aus mehreren in Reihe geschalteten Einzelzellen oder Zellblöcken. Fertigungs- und altersbedingt gibt es hierbei Schwankungen in der Kapazität, im Innenwiderstand und weiteren Parametern dieser Zellen. Die schwächste Zelle ist dabei bestimmend, wie viel geladen oder entladen werden darf/kann. Im praktischen Einsatz von mehrzelligen in Reihe verschalteten Akkumulatoren führt dieser Umstand dazu, dass die Zellen in Reihe unterschiedlich geladen und entladen werden. Im Verbund kommt es dann zu kritischer Tiefenentladung oder bei der Ladung selbst zu einer Überladung und Überschreiten der Ladeschlussspannung einzelner Zellen. Je nach Akku-Typ kann es dabei zu einer irreversiblen Schädigung einzelner Zellen kommen. Die Folge: das gesamte Akkupack verliert an Kapazität.

Batteriemanagementsysteme (BMS) sind verantwortlich für die Steuerung und Kontrolle des Lade- und Entladevorgangs von Hochleistungs-Akkupacks in autonomen Leistungselektronikanwendungen (E-Power) wie Elektro- und Hybridfahrzeugen. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, dafür zu sorgen, dass jede einzelne Zelle sowohl beim Laden als auch beim Entladen einen für die Anwendung definierten Grenzwert bezüglich Ladezustand (SoC=State of Charge) weder unter- noch überschreitet. Der **SoC-Wert** bezeichnet die noch verfügbare Kapazität eines Akkus im Verhältnis zum Nominalwert. Dieser Wert wird in Prozent vom vollgeladenen Zustand angegeben. Beispiel: 30% bedeuten bezogen auf die Vollladung verfügbar. Je nach Anwendung liegen die oberen und unteren Grenzwerte für den SoC bei 20% bis 100% für die maximale Leistung bzw. 30% bis 70% für maximale Lebensdauer.

Lithium-Planting: Das Laden und Entladen von Lithium-Ionen-Zellen bei hohen Strömen oder tiefen Temperaturen kann zu Lithium-Planting führen. Dabei lagern sich Lithium-Ionen bevorzugt auf der Anodenoberfläche ab, anstatt sich zwischen die Schichten des Graphits einzulagern. Dieser Effekt führt zu signifikanten Einbußen an Leistung, Lebensdauer und Sicherheit. In extremen Fällen kann das Lithium-Planting sogar zu einem Kurzschluss oder, da metallisches Lithium leicht entflammbar ist, auch zu einem Brand führen. Zu den größten Feinden der Akkupacks zählen demnach Übertemperatur, Kurzschlüsse und pulsformige Überströme. So muss je nach Verwendungszweck des Hochleistungs-Akkupacks der Focus mal stärker auf den Schutz vor Überstrom, ein andermal eher auf die Temperatur gelegt werden. Es bedarf entsprechend maßgeschneiderter Lösungen zur Absicherung.

Passives Battery Balancing ist eine technisch einfache und weitverbreitete Methode, die nur im Bereich des Ladeschlusses (Ende des Ladungsprozesses) arbeitet, wenn zwei Zellen eines Akkupacks fast vollständig geladen sind. Dabei wird bei den Zellen, die bereits die Ladeschlussspannung erreicht haben, durch den Balancer ein Widerstand parallelgeschaltet und so die Spannung auf die Ladeschlussspannung begrenzt.

-4-

Die Zelle wird dann nur geringfügig weiter geladen oder sogar etwas entladen, während die Zellen in der Reihenschaltung, die die Ladeschlussspannung noch nicht erreicht haben, weiterhin mit dem vollen Ladestrom versorgt werden. Die Leistung des Parallelwiderstandes muss dabei an den Ladestrom angepasst werden, da die überschüssige Energie in Form von Wärme am Widerstand auftritt. **Vorteil:** Kostengünstig und technisch leicht realisierbar. **Nachteil:** Ladevorgang dauert so lang, bis die schwächste Zelle den geforderten SoC-Wert aufweist. Zudem verpufft viel Energie in Form von unerwünschter Wärme. Dieser Wärmeverlust wirkt sich zudem negativ auf die Lebensdauer der Akkuzellen aus und ist eine nicht unerhebliche Brandgefahr.

Aktives Battery Balancing ist sehr viel komplexer, aber effizienter. Hierbei wird ein Ladungstransfer von Zellen untereinander realisiert. Die Energie von Zellen mit höherer Ladung wird auf solche mit niedrigerer Ladung übertragen. Die Laderegulung stellt im Prinzip mehrere speziell auf die Anwendung optimierte Schaltregler dar, welche pro Zelle arbeiten und aktiv Energie übertragen. Dieser Vorgang kann bereits während des Ladevorganges erfolgen. Üblicherweise setzt er aber wie beim passiven Balancing erst im Bereich des Ladeschlusses ein. Bei bidirektionalen Balancer-Systemen findet dieser Ladungsaustausch sowohl beim Lade- wie auch Entladevorgang statt. Bidirektionale Balancer sind dadurch noch effizienter.

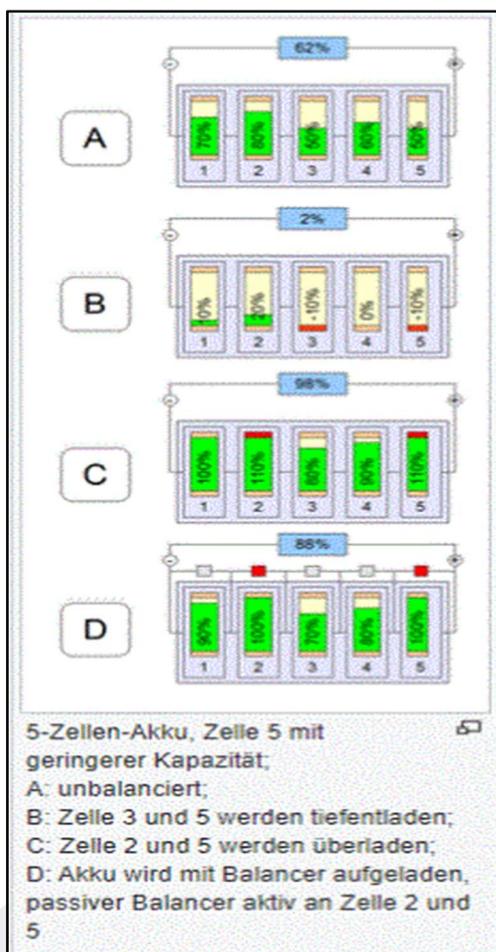


Bild 10: Unterschiedliche Verfahren des Balancing (Quelle: Wikipedia)



Bild 11: HV Arbeitsplatz für SoC und Balancing (Quelle: ZDK)

-5-

Vorbereitung auf den Transport: Flüssigkeitsgekühlte HV-Akkumulatoren

Kühlflüssigkeit des Akkus ablassen: In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass auch Wochen nach einem Unfall die Akkumulatoren in eine thermische Reaktion gehen können, weil die Kühlflüssigkeiten durch Kapillarwirkung bzw. osmotischen Druck in einzelne Akkus aufgestiegen ist und zu Kurzschlüssen geführt hat. Der Versand von ausgebauten HV-Akkus darf nur bei einem SoC von 30% erfolgen.

Achtung: Immer die tagesaktuellen Herstellervorgaben berücksichtigen!

Bergen, Abschleppen und Abstellen:

Dieser Teil wurde bereits in der TeMi 3 behandelt.

Fazit IFL: Nutzen Sie die Informationen und bereiten Sie Ihre Mitarbeiter und den Betrieb auf die aktuellen und neuen Herausforderungen vor.

Informationen zu den tagesaktuellen Fahrzeugherstellervorgaben erhalten Sie über www.repair-pedia.eu.

Schulungen 2S, 3S werden angeboten unter www.ZKF.de. Das Angebot gilt sowohl für Mitgliedsbetriebe der Karosserie- und Fahrzeugbauer-Innungen als auch für Nicht-Mitglieder sowie Sachverständige.

Ihr IFL-Team

© IFL e.V. Friedberg, 2021
Urheberrechtlich geschützt – alle Rechte vorbehalten.

**Interessengemeinschaft
für Fahrzeugtechnik und
Lackierung e. V.**
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

Telefon: +49 (0)6031 - 79 47 90
Telefax: +49 (0)6031 - 79 47 910

E-Mail: info@ifl-ev.de
Internet: www.ifl-ev.de

USt-IdNr.: DE305495485

Bankverbindung:
Frankfurter Volksbank eG
IBAN: DE69 5019 0000 6301 0156 80
BIC: FFVBDEFF

Vereinsregisternummer:
Amtsgericht Friedberg/Hessen
VR 2926

Vertreten durch den Vorstand:
Peter Börner, Mühlheim am Main
Wilhelm Hülsdonk, Voerde
Paul Kehle, Einselfthum

Geschäftsführer:
Thomas Aukamm