



## Brand / Explosion

Die grösste Brandgefahr geht von der Hochvoltbatterie aus. Dieser Energiespeicher lässt sich nicht einfach ausschalten. Dazu weist er eine sehr grosse Energiedichte auf. Bei einem katastrophischen Ausfall der Hochvoltbatterie gelangt diese Energie nach aussen. Folgende Gründe können dazu führen:

- thermische Überlastung
- mechanische Überlastung
- elektrische Überlastung
- Zelldefekte

Dabei entsteht Lebensgefahr. Nach einem Unfall können sogar Tage verstreichen, bis der Brand ausbricht. Wenn es tatsächlich soweit kommt, sind die Auswirkungen unberechenbar und verheerend. Schliesslich bestimmt der Ladezustand der Batterie und somit die verbleibende Energie die Folgen des Brandes. Selbstverständlich streben die Batteriehersteller eine hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit an.

Um die Gefahren einer Hochvoltbatterie besser nachvollziehen zu können, muss der grundsätzliche Aufbau bekannt sein. Zum jetzigen Zeitpunkt werden mehrheitlich folgende Batterietypen verbaut:

- Nickel-Metallhydrid-Batterie
- Lithium-Ionen-Batterie
- Lithium-Polymer-Batterie

Das Gefahrenpotenzial einer Hochvoltbatterie hängt auch vom Zellen- und Zellendesign und somit vom Aufbau des «Galvanischen Elements» ab.

Bei der Nickel-Metallhydrid-Batterie kommt eine erprobte Technologie zum Einsatz. Es bestehen relativ geringe Si-

cherheitsprobleme.

Mechanische Schäden können bei Lithium-Ionen-Batterien aufgrund der hohen Leistungs- und Energiedichte zu einem Brand oder sogar zu einer Explosion führen. Aus Sicherheitsgründen besitzen diese Batterien ein Ventil zum Druckabbau und ein besonders druckfestes Gehäuse. Brände bei Lithium-Ionen-Batterien dürfen nicht mit Wasser gelöscht werden. Der Elektrolyt aus Lithiumhexafluorophosphat ( $\text{LiPF}_6$ ) erzeugt im Kontakt mit Wasser Fluorwasserstoffsäure (HF). Sie wird auch Flusssäure genannt und ist ein starkes Kontaktgift. Wasser wird nur zum «Fluten» eingesetzt, damit die Batterietemperatur abgesenkt werden kann.

Als Löschmittel kann z.B. Metallbrandpulver eingesetzt werden. Es besteht normalerweise aus Natriumchlorid und weist eine besonders hohe Reaktions- und Temperaturstabilität auf. Beim Löschen bildet es eine Schmelze, welche die Zufuhr von Sauerstoff unterbindet. Lithium-Polymer-Batterien sind eine Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterien. Sie enthalten keinen flüssigen Elektrolyten mehr, sondern eine feste bis gelartige Folie. Somit kann bei einer Beschädigung des Gehäuses kein Elektrolyt auslaufen.

Wichtig zu wissen ist, dass das BMS (Battery Management System) eine schlechte Produktionsqualität der Batterie nicht sicher machen kann.

Dank der vollständigen galvanischen Trennung des Hochvoltsystems von der Fahrzeugkarosserie besteht bei der Brandbekämpfung ein hohes Mass an Sicherheit.

An Fahrzeugen mit beschädigter Batterie dürfen nur speziell ausgebildete Mechaniker arbeiten.

Zugleich müssen diese Fahrzeuge auf einen Quarantäneplatz gestellt werden. Dies ist ein grosser abgesperrter Platz, welcher von Unbefugten nicht betreten werden kann. Eine Alternative dazu wäre ein Container, welcher speziell für beschädigte Hochvoltfahrzeuge hergestellt wurde. Im dicht verschlossenen Container befindet sich an der Decke ein Rauchmelder und auf der Hochvoltbatterie ein Temperaturfühler. Entsteht z. B. Rauch, so wird über eine Zuleitung und Sprühvorrichtung eine Heisschaumdecke über das Fahrzeug gelegt. Der

Schutzraum ist innerhalb von wenigen Minuten vollständig gefüllt. Zeitgleich wird der schädliche Rauch vollständig mit den vorhandenen Schaumblasen gebunden und kann anschliessend als Sondermüll entsorgt werden.

## Giftige / ätzende Stoffe

Wie beim Thema Brand/Explosion angesprochen, können die Folgen eines Brandes unvorstellbare Folgen haben.

Es besteht das Risiko, dass giftige und ätzende Stoffe auslaufen oder bei der Brandbekämpfung sich neue schädliche Stoffe entwickeln. Die Entstehung hängt vollumfänglich vom Brennstoff ab.

Auch in diesem Abschnitt liegt der Fokus bei der Hochvoltbatterie. Je nach Bauweise entwickelt sich ein unterschiedliches Gefahrenpotenzial.

Durch eine gezielte «Ausgasung» und Druckabsenkung treten flüssige Stoffe aus der Batterie. Gerade auslaufende Elektrolyte sind in der Regel hautreizend und potenziell ätzend. Darum soll ein Hautkontakt verhindert werden. Einatmen von frei werdenden Gasen, welche durch chemische Reaktionen entstehen, ist zu vermeiden. Trifft Wasser auf metallisches Lithium, so entsteht eine stark ätzende Lauge.

Das bedeutet, dass die Handhabung mit Hochvoltbatterien neben einer speziellen Ausbildung einen äusserst sorgfältigen Umgang erfordert.

## Selbsttätiger Lauf

Und schon ist es geschehen: Der Verbrennungsmotor im Hybridfahrzeug ist selbstständig gestartet. Je nach Betriebszustand startet der Verbrennungsmotor bei eingeschalteter Zündung (Ready-Lampe ein) automatisch. Dies kann zu sehr gefährlichen Situationen führen, z.B. bei Arbeiten im Motorraum.

Sicher ausschlaggebend ist die Spannungsunterschreitung des 12 Volt Bordnetzes und/oder der HV-Batterie. Da beide Netze mittels DC-DC-Wandler Energie übertragen können, ist insbesondere die HV-Batterie entscheidend.

Weitere mögliche Kriterien:

- HV-Batterietemperatur
- Innenraumtemperatur
- Motortemperatur

Die Aufzählung ist nicht abschliessend und vom Fahrzeugtyp abhängig.



Brennende Lithium-Ionen-Batterie



Spezialcontainer, welcher im Brandfall geflutet werden kann.