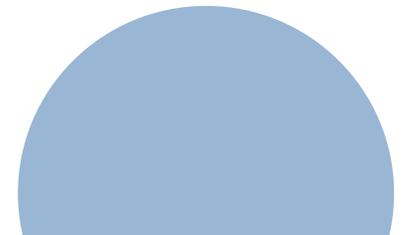
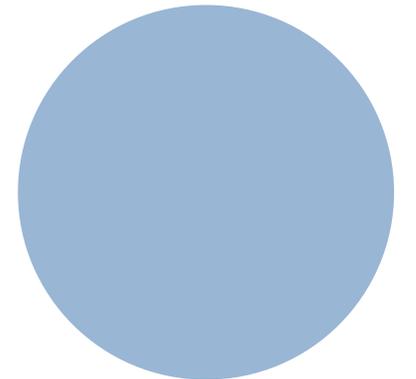
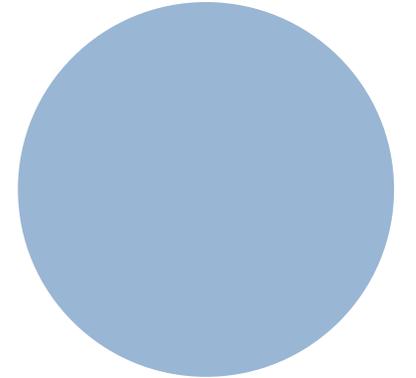


Alternative Antriebe – HV

Sicherer Umgang mit Hochvoltfahrzeugen

Fachveranstaltung Fahrzeuginstandhaltung,
A. Först, 23.05.2024



Albert Först

Dipl.-Ing. Elektrotechnik

BGHM Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Mitarbeiter im Themenfeld Fahrzeugelektrik, Mechatronik

DGUV Fachbereich Holz und Metall /

SG Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung

Albert.Foerst@bghm.de

Themenfeld Fahrzeugelektrik, Mechatronik

Beratung von Herstellern, Servicewerkstätten, Versicherten & Aufsichtspersonen

- strukturelle Organisation, Arbeitsorganisation
- Qualifizierung, Infrastruktur, Arbeitssicherheit
- Technik / Batterie

Schriftenerstellung (DGUV-Information, FB Aktuell)

Normung DKE K 353 Elektrostraßenfahrzeuge

Fachvorträge E-Mobilität, Hochvoltspeicher, Li-Ion Batterien

Agenda

- **Hochvolt**
 - Definition
 - Gefährdungen
 - Schutzmaßnahmen
 - Qualifikation
- **Aktuelles und Ausblick**



Begriffsbestimmung - Hochvolt



$U > 60 \text{ V} \leq 1500 \text{ V}$ Gleichspannung oder
 $U > 30 \text{ V} \leq 1000 \text{ V}$ Wechselspannung
in der Fahrzeugtechnik, insbesondere bei

- Hybrid-/
- Brennstoffzellentechnologie sowie
- Elektrofahrzeugen

Festlegung nach Regel Nr. 100
Wirtschaftskommission der Vereinten
Nationen für Europa

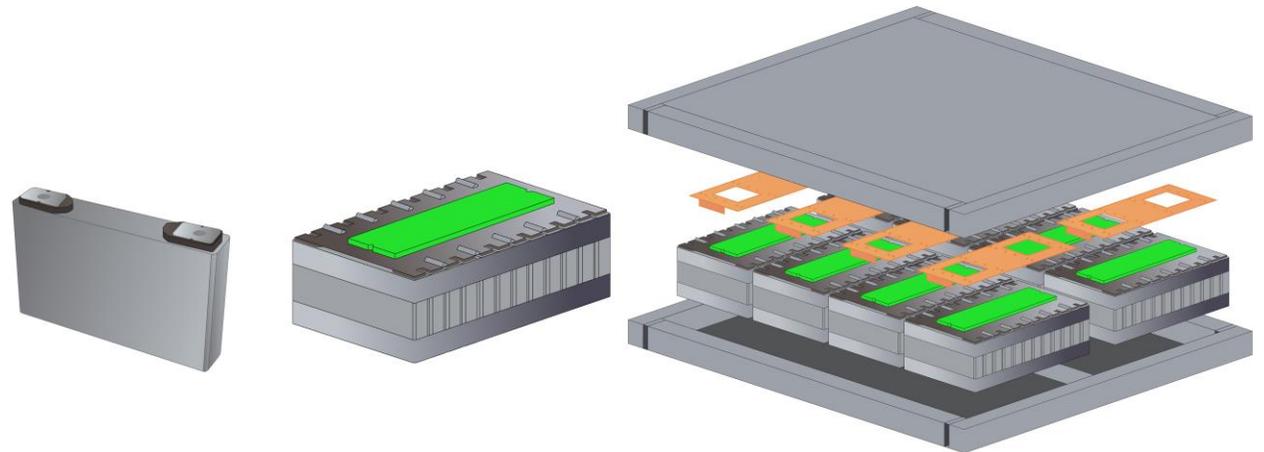


Begriffsbestimmung – Hochvoltpeicher, Batterie, Modul, Zelle, Akku

Aufbau eines Hochvoltspeichers zum Einsatz im KFZ:

Zelle – Modul – Speicher

Speicher = Batterie



Quelle: Fachbereich Aktuell FBHM-124

Primärzelle: nicht aufladbar

Sekundärzelle / Akku: wieder aufladbar

LIB: Lithium-Ionen-Batterie

Arbeiten an Serienfahrzeugen

- Bedienen von Fahrzeugen
- Durchführung nicht elektrotechnischer Arbeiten
 - allgemeine Instandhaltungsarbeiten
- Durchführung elektrotechnischer Arbeiten
 - im spannungsfreien Zustand
 - unter Spannung am HV-System und Arbeiten in der Nähe berührbarer unter Spannung stehender Teile
- Verschrottung

Gefährdungen



Gefährdungen



Elektrische Gefährdung



Elektrische Gefährdung

- Körperdurchströmung
- Störlichtbogenbildung
- Sekundärunfall



Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip erforderlich!



Hochvoltsicherheit im Fahrzeug...

- gewährleistet durch **technische Maßnahmen** am Fahrzeug einen **vollständigen Berührungs- und Lichtbogenschutz** für Mitarbeitende gegenüber dem HV-System.
- Ein einfacher Fehler darf in keinem Fall zu einer Gefährdung führen!
- Nutzfahrzeuge oder Kleinserien haben ggf. weniger technische Schutzmaßnahmen!

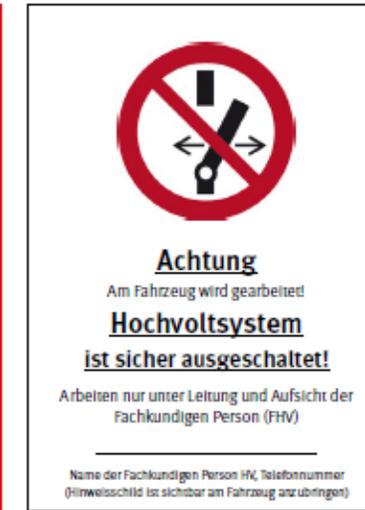
Schutzmaßnahmen der Hersteller

- HV Batterie und Leitungen befinden sich außerhalb aufprallgefährdeter Zonen
- HV System ist eigenständiges isoliertes Stromnetz und nicht mit Fahrzeugmasse verbunden
- Überwachung der Isolation der aktiven Leiter gegeneinander und gegen Fahrzeugmasse
- Auslösen eines Airbags führt zur HV Abschaltung
- Abschaltung des gesamten HV-Systems durch eine Trenneinrichtung (z. B. Service Disconnect)
- Einheitliche, eindeutig erkennbare Kennzeichnung aller HV-Komponenten, z. B. orange Leitungen, Warnaufkleber an HV-Komponenten



Schutzmaßnahmen im Service

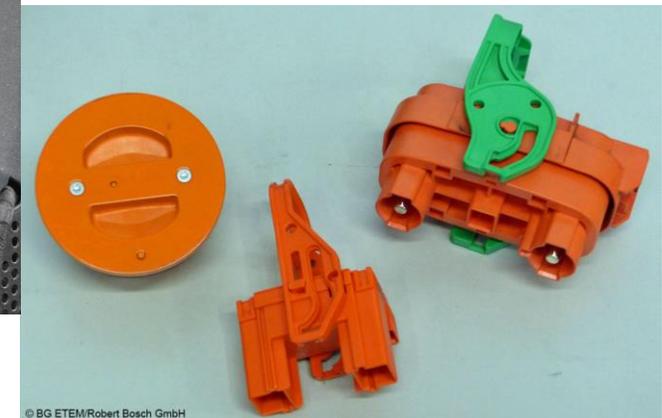
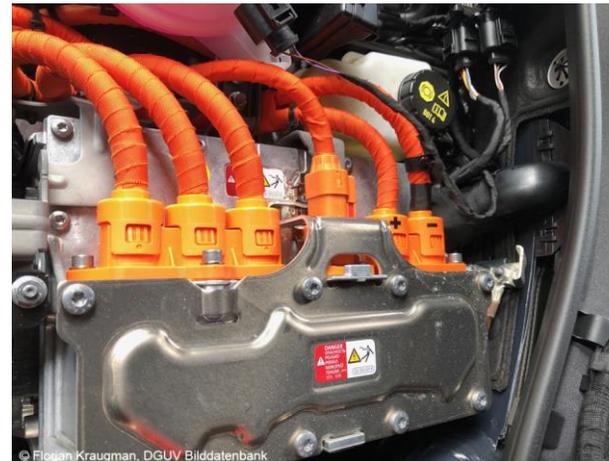
- Freischaltung des HV-Systems
- 5 Sicherheitsregeln
 - Freischalten
 - Gegen Wiedereinschalten sichern
 - Spannungsfreiheit feststellen
 - Erden und kurzschließen
 - Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken
- Einhalten der Herstellervorgaben, Reparatur-, Wartungs-, und Serviceanleitungen
- Qualifikation der Mitarbeitenden



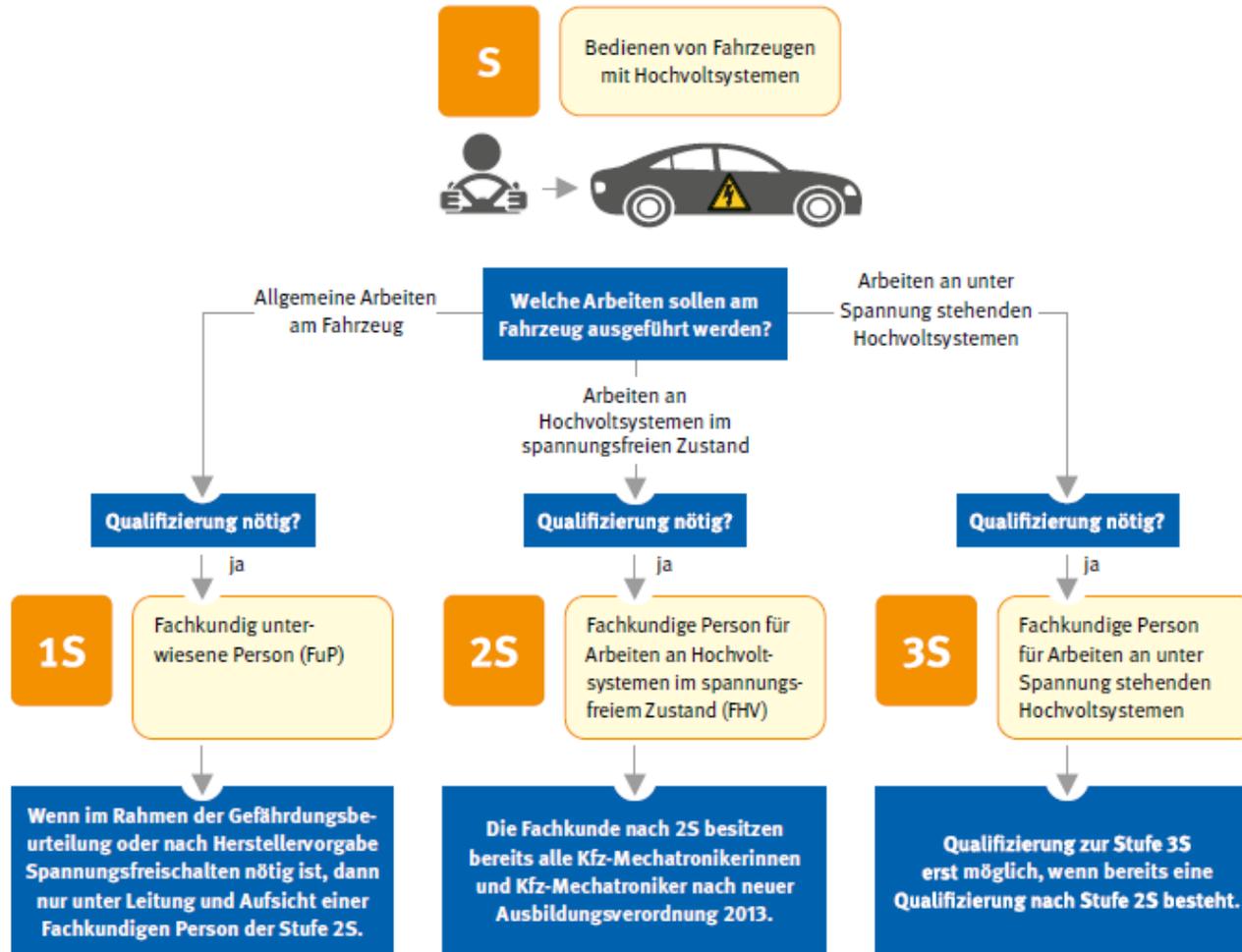
Quelle: DGUV Information 209-093

Schutzmaßnahmen der Hersteller

- Sicherheitsfunktionen, z. B. Unterbrechungserkennung (Interlock), durch den Hauptkontakten voreilende Signalkontakte
- Orangefarbene HV-Kabel und einheitliche Kennzeichnung von HV-Komponenten
- Warnhinweise



Quelle: Rosenberger, DGUV Information 209-093



Quelle: DGUV Information 209-093

DGUV Information 209-093 - Qualifizierung Stufe 3S

Arbeiten an der HV Batterie & Austausch von Zellen ist

„Arbeiten unter Spannung“!



- Mindestalter 18 Jahre, gesundheitliche Eignung, Erste-Hilfe-Ausbildung, Stufe 2S, 1 Jahr Praxiserfahrung
- Organisation
(Technologien, Werkzeuge, PSA, Prüfungen auf sicheren Zustand)
- **Verbot von Alleinarbeit**, Planung von Notfallmaßnahmen
- Einhaltung von Hersteller-Vorgaben



Brandgefährdung



Brandgefährdung

- gesamter Lebenszyklus kann betroffen sein
- Temperaturen bis 1400°C
- Rauch- und Gasentwicklung
- „Ausschalten“ kaum möglich
- Brandentstehung auch zeitverzögert möglich
- Die Batterie beinhaltet alles, was zum Brand notwendig ist
- Jeder Brandfall ist anders
- Löschen ist ggf. schwierig



Brandverlauf



Druck- & Temperaturanstieg

660-1400°C	Feuer
>250°C	Thermal Runaway, Flammenbildung
250°C	Exotherme Reaktion
150°C	Schmelzender Separator / Interner Kurzschluss
130°C	Wesentliche Funktionsstörung der Zelle
70°C	Erwärmung und Verdampfung Elektrolyt

Quelle: FBHM-124

Betriebliche Notfallvorbereitung

Im Rahmen der betrieblichen Gefährdungsbeurteilung sind die geeignete Notfallmaßnahmen festzulegen.

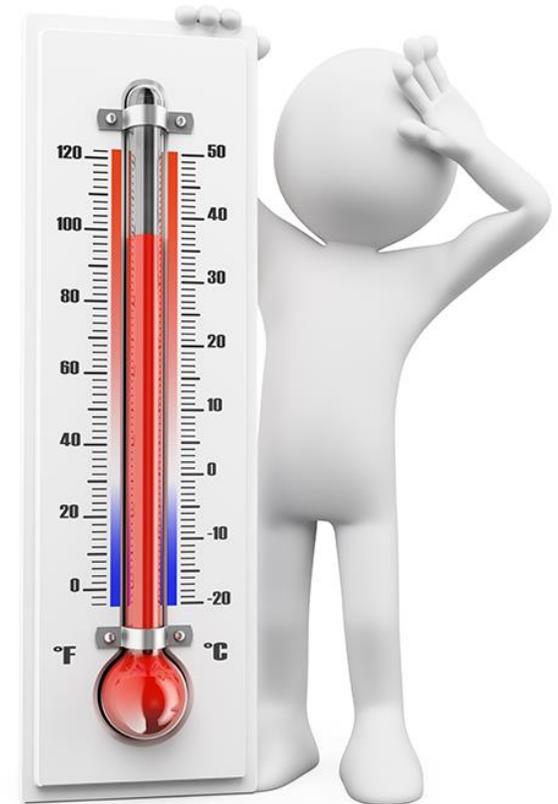
Grundsätzliche Vorgehensweise:

- **Detektieren**
- **Separieren**
- **Analysieren**

Detektieren

Möglichkeiten, um ein Ereignis zu detektieren:

- mechanische Verformung
- Schlag-, Schock-, Überdrucksensorik
- Batteriemanagementsystem (BMS)
- Wärmebild
- Temperatursensorik
- Rauchmelder / Brandmelder
- Visuelle Kontrolle
- Überwachung einer möglichen Tiefenentladung
- Fahrzeugparameter / Steuergeräte

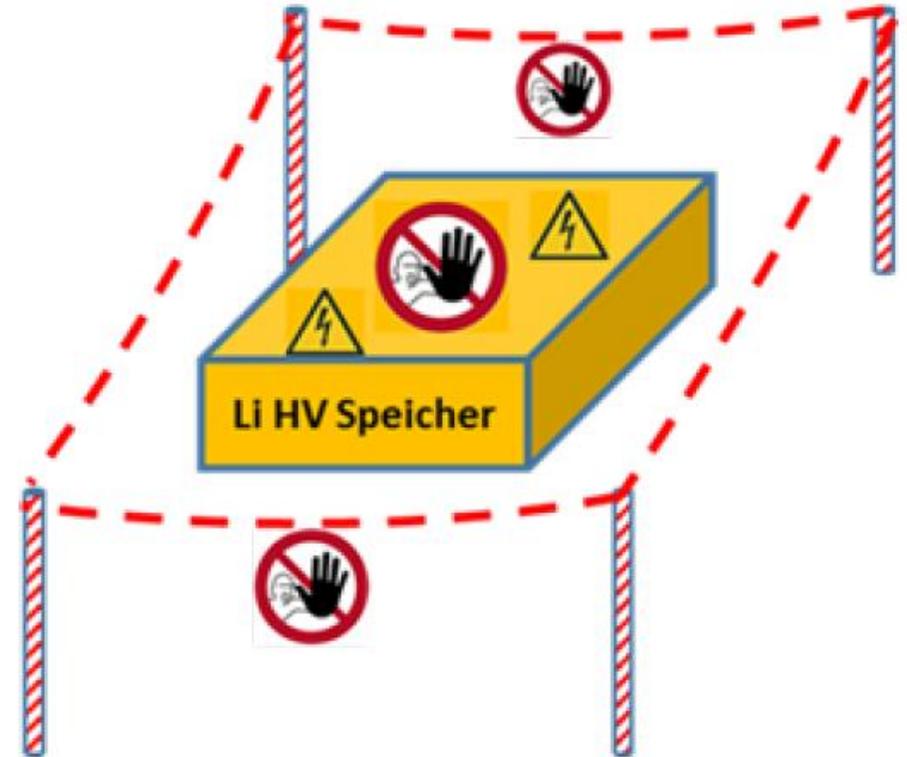


© texelart / 123RF.com

Separieren

kritische oder potenziell kritische Batterien:

- Gefahrenbereich räumen
- Wenn möglich Energiespeicher aus dem Arbeitsbereich entfernen
- Auf sicherer Ruhefläche im Freien abstellen
- Eigenschutz durch Persönliche Schutzausrüstung (PSA) sicherstellen
- Feuerwehr alarmieren
- Herstellerhinweise beachten



Quelle: FBHM-124

Analysieren

(potenziell) kritische Batterien, oder Batterien mit unklarem Zustand müssen nach der Separation von batteriefachkundigen Personen überprüft werden.

- Qualifikation gem. DGUV- Information 209-093 Stufe 3
- Herstellerspezifische Batterieschulung
- Herstellervorgaben

Im Zweifel: Immer die Feuerwehr alarmieren!



Quelle: FBHM-124

Brandbekämpfung

Bei Bränden von LIB (auch Fahrzeugbatterien) wird von der Feuerwehr Wasser als Löschmittel empfohlen.

Durch frühzeitige und lange Kühlung des Akkus kann der „thermal runaway“ verhindert werden.

Regelmäßige Kontrolle der Wärmeentwicklung des Akkus.

Kein ausreichender Kühleffekt:

Metalbrandpulver, Sand, ABC-Pulver oder CO₂



Aktuelles und Ausblick



© alisonhancock - Fotolia.com

Prüfung von Ladeleitungen

DGUV Vorschrift 3 §5:

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die elektrischen Betriebsmittel in bestimmten Zeitabständen auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.



Prüfung von Ladeleitungen

DGUV Vorschrift 3 §5:

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die elektrischen Betriebsmittel in bestimmten Zeitabständen auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.

DGUV Information 203-070, TRBS1203:

Zur Prüfung befähigte Person ist eine Elektrofachkraft (Berufsausbildung, Berufserfahrung, zeitnahe Tätigkeit), die über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt.



Prüfung von Ladeleitungen

Fachkundige Personen für Hochvoltssysteme (DGUV Information 209-093) sind durch die entsprechenden Aus- und Weiterbildungen in Verbindung mit praktischer Erfahrung befähigt, Arbeiten an Hochvoltssystemen durchzuführen.

Sind Ladeleitungen im Lieferumfang der Fahrzeuge enthalten oder vom Hersteller ausdrücklich für diese Verwendung vorgesehen, können diese ortsveränderlichen (mobilen) Ladeleitungen auch als Komponente der Hochvoltanlage aufgefasst werden.



Prüfung von Ladeleitungen

- FHV Stufe 2
- Mit dem Hersteller der Fahrzeuge abgestimmten Fortbildung für die Prüfung der mitgelieferten Ladeleitung
- Benutzung von spezifischen für diese Prüfung ausgelegten Prüfgeräte
- Umsetzung einer vom Hersteller erstellten Arbeits- / Verfahrensanweisung zur Prüfung der Ladeleitung

Eine Anwendung der Qualifikationen und Fortbildungen auf andere zu prüfende elektrische Arbeitsmittel ist unzulässig!



© alisonhancock - Fotolia.com

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Haben Sie Fragen?**

