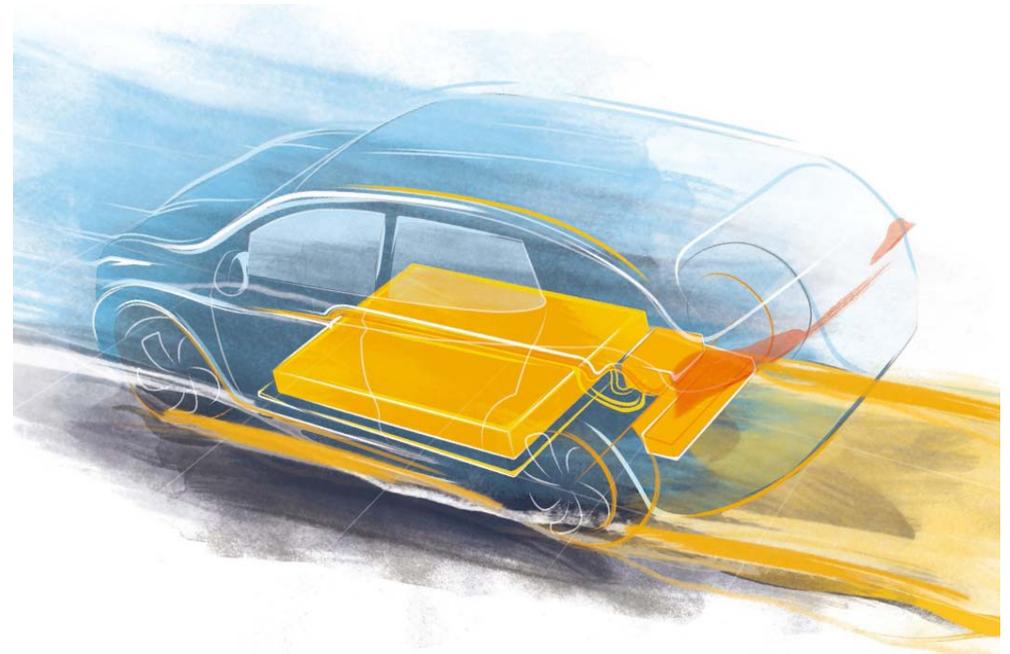


Fachveranstaltung BGHM

Umgang mit Hochvolt Speichern in KFZ Werkstätten

Johannes Müller
Lengfurt, 20.05.2025



Johannes Müller

Kfz-Techniker-Meister / Fachkraft für Arbeitssicherheit

Fachreferent: Fahrzeugtechnik, alternative Antriebe, Klimaanlage und Rückhaltesysteme in Fahrzeugen

Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes GmbH (TAK)

mueller@tak.de

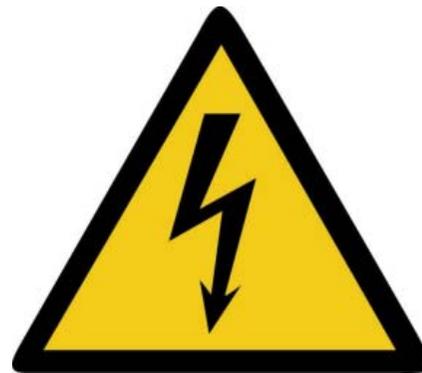
Agenda: Umgang mit Hochvolt Speichern in Kfz-Werkstätten

- Rechtliche Grundlagen im Umgang mit HV-Speichern in Kfz-Werkstätten
- Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei der Instandsetzung von HV-Speichern
- Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von HV-Speichern
- Diagnose von HV-Speichern im Werkstattservice

Rechtliche Grundlagen im Umgang mit HV-Speichern

Unternehmerpflichten

- Sicherstellen, dass nur qualifizierte Mitarbeiter Arbeiten an Hochvolt-Systemen von Fahrzeugen durchführen
- Gefährdungsbeurteilung vor Aufnahme der Tätigkeit erstellen und Schutzmaßnahmen feststellen
- Regelmäßige Unterweisungen der Mitarbeiter
- Schaffung einer geeigneten Organisation
- Informationen bzw. Dokumentation der Fahrzeughersteller zum Produkt
- Die Auswahl und Qualifizierung von Beschäftigten



Bildquelle: DGUV

Verantwortung HV-Fahrzeuge

Verantwortung für den Umgang mit HV-Fahrzeugen und Arbeiten an HV-Systemen

Die erste und oberste Pflicht zur Unfallverhütung im Betrieb liegt immer beim Arbeitgeber/Unternehmer.

Die grundlegenden Pflichten des Arbeitgebers/- Unternehmers sind im:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und der
- Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 1 "Grundsätze der Prävention" festgelegt
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)



Bildquelle: DGUV

Rechtliche Grundlagen zur Instandhaltung von Hochvoltfahrzeugen

Regelwerk der DGUV

DGUV Regel 109-009 „Fahrzeuginstandhaltung“



- Pkt. 7.1** Arbeiten an Fahrzeugen mit Energiespeichern
- Pkt. 7.2** Elektrotechnische Arbeiten an Fahrzeugsystemen
- Pkt. 7.3** Prüfarbeiten unter Spannung an elektrischen Systemen
- Pkt. 7.7** Umgang mit Unfallfahrzeugen mit alternativen Antrieben
- Pkt. 7.8** Umgang mit Hochvolt-Energiespeichern
- Pkt. 10.1** **Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen**

Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

Begriffsbestimmung - Hochvolt

Bei modernen Elektromobilen liegt die Spannung im HV-System zwischen 100 Volt bis 950 Volt (AC/DC).

Bei Spannungen dieser Größenordnung spricht man von HV-Systemen/HV-Fahrzeugen

- > **30 Volt Wechselspannung (AC) oder**
- > **60 Volt Gleichspannung (DC)**

Die Spannungen bei HV-Systemen in Fahrzeugen sind bei direktem oder in direktem Kontakt (Lichtbogenbildung) gesundheits- bzw. lebensgefährlich



Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

Eine Gefährdung an Hochvolt-Fahrzeugen kann durch einen Unfall, einen Kurzschluss oder eine unsachgemäße Behandlung entstehen.

Folgende Gefährdungen können auftreten:

- **Mechanische Gefährdungen** durch den Hochvolt-Energiespeicher, Batteriemodule, scharfe Kanten, Quetschungen
- **Elektrische Gefährdungen** (Körperdurchströmung, Lichtbogen) nach dem Öffnen des Hochvolt-Energiespeichers oder nach einem Unfall mit kritischen Modulen innerhalb des Hochvolt-Energiespeichers
- **Chemische Gefährdung** durch austretende Gefahrstoffe (auch gasförmig), Kühlflüssigkeiten, Elektrolyt (eher unwahrscheinlich oder nur in geringen Mengen), oder Zerfallsprodukte verursacht durch Brand oder Brandbekämpfung (toxische Rauchgase, Flusssäure, ...)
- **Thermische Reaktionen** infolge einer Beschädigung des Hochvolt-Energiespeichers/-Moduls. Hervorgerufen durch inneren Kurzschluss, auf Grund eines Fehlers bei Reparatur- und Recyclingtätigkeiten oder einer sicherheitskritischen Lebensdauerüberschreitung



Bildquelle: DGUV

Gefährdungen beim Umgang mit Hochvolt-Systemen

Es ist ein individuelles Havarie-Konzept für die Bereiche zu erstellen, in denen mit Hochvolt-Energiespeichern gearbeitet wird. Hieraus sind geeignete Notfallmaßnahmen abzuleiten.

Neben Herstellerhinweisen zu den Hochvolt-Energiespeichern und den Sicherheitsdatenblättern sind dabei u.a. folgende Sicherungsmaßnahmen zu berücksichtigen:

- Evakuierungsweg festlegen und freihalten
- Gefahrenbereich räumen, Eigenschutz sicherstellen (z. B. durch PSA)
- Hochvolt-Energiespeicher mit Wasser kühlen, um eine thermische Propagation zu unterbinden
- Hochvolt-Energiespeicher aus dem Arbeitsbereich entfernen oder in Sicherheitsbehälter mit Transportfunktion überführen
- Auf sicherer Abstellfläche (Sicherheitsfläche) abstellen



Bildquelle: DGUV

Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Je nach Art des Fahrzeugs und individuellem Arbeitsgang kann dazu ganz unterschiedliche PSA sinnvoll sein. In vielen Fällen schreibt die Fahrzeug-Herstellfirma das Benutzen bestimmter Ausrüstungen vor.

Je nach ermittelter Gefährdung gelten für PSA an Hochvoltfahrzeugen also die üblichen Normen für Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe etc.



Bildquelle: TAK

DGUV-Information 203-077

Thermische Gefährdungen durch Störlichtbögen

Störlichtbogenschutzklasse APC 1 oder APC 2

Elektrische Lichtbogenenergie:

APC 1: 168 KJ

APC 2: 320 KJ

**Arbeitsschutzmaßnahmen bei
Reparatur/Tausch von
HV-Speichern**

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von HV-Speichern

Es gibt zahlreiche Reparaturmöglichkeiten innerhalb einer Hochvolt-Batterie, wie z. B.:

- das Austauschen von Sicherungen
- Steuergeräten, Schaltschützen,
- Relais, etc.

Eine Besonderheit stellt das Erneuern einzelner Batteriemodule dar.

Bei einigen Fahrzeugherstellern ist es vor dem Austausch eines Moduls erforderlich den Ladezustand der einzelnen Batteriemodule bereits vor dem Ausbau der Batterie auszulesen.

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von HV-Speichern

Beispielhafter Aufbau einer Hochvolt-Batterie

- Hochvolt-Batterie mit Modulen
- Stromschienen und
- Steuergeräten



Bildquelle: TAK

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von Hochvolt-Batterien

Für die Tätigkeiten bei der Reparatur von Hochvolt-Batterien sind verschiedenste technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen in einer Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

Für die Arbeitsplatzgestaltung sind zum Beispiel neben den Herstellerangaben folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- ausreichender Platzbedarf
- Flucht- und Rettungswegekonzept
- Ergonomie
- Bereitstellen von Feuerlöschern zur Begrenzung von Brandausbreitung
- Erstellung einer Betriebsanweisung
- Absperrung, Kennzeichnung, Prüfeinrichtungen, Werkzeuge
- keine Stolperstellen im Arbeitsbereich der Hochvolt-Batterien
- einen 3-fachen Luftwechsel pro Stunde

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von Hochvolt-Batterien

Beispielhafte Absicherung der ausgebauten Hochvolt-Batterie mit Zerlege Tisch



Bildquelle: TAK

Öffnen des Batteriegehäuses

Bereits beim Öffnen des Batteriegehäuses sind, abhängig vom Typ der Hochvolt-Batterie, einige Dinge zu beachten, die für den weiteren Verlauf der Instandsetzung entscheidend sein können.

Viele der modernen Batterien, insbesondere Lithium-Ionen-Batterien, verfügen über eine Flüssigkühlung und sind aus Sicherheitsgründen und wegen dem Schutz vor Korrosion gegenüber der Außenluft dicht verschlossen.

Beim Öffnen des Gehäuses und beim Abnehmen des Deckels ist äußerste Sorgfalt geboten.

Einige Gehäusedeckel werden beim Zusammenbau mit dem Gehäuse verklebt.

Beim Abnehmen des Gehäusedeckels ist aus Gründen der eigenen Sicherheit äußerste Vorsicht geboten.

Man muss sich stets bewusst sein, dass sich das Gefährdungspotenzial ab diesen Zeitpunkt deutlich erhöht.

Öffnen des Batteriegehäuses

Sobald das Gehäuse geöffnet ist, ist der Kontakt zu spannungsführenden Bauteilen möglich.

Neben der Gefahr eines elektrischen Schlags besteht ebenfalls die Möglichkeit durch Fehlverhalten einen Lichtbogen zu erzeugen.

Aus diesem Grund wird vor dem Abheben des Deckels die Schutzklasse der Schutzausrüstung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erhöht und es kommt nur noch isoliertes Werkzeug zum Einsatz.

Isoliertes Werkzeug für Arbeiten unter Spannung

Sind Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen/Systemen oder in der Nähe dieser durchzuführen, wird entsprechend isolierten Werkzeugs benötigt.



Bildquelle: ZDK

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von HV-Batterien

- Werden solche Arbeiten durchgeführt, ist damit zu rechnen, dass dabei die grundsätzlich unter Spannung stehenden Teile nicht zwangsläufig gegen berühren geschützt sind. Voraussetzung für diese Tätigkeit ist eine Qualifikation der Stufe 3S gemäß DGUV Information 209-093 "Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen" oder vergleichbar.
- Es sind Schutzmaßnahmen festzulegen und unter Zuhilfenahme von Herstellerunterlagen eine Arbeitsanweisung zu erstellen.

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von HV-Batterien

Beispielhafte Absicherung der
ausgebauten Hochvolt-Batterie.

Arbeitsschutzmaßnahmen im Rahmen
der Instandsetzung von HV-Batterien.

- PSA
- Isolierte Werkzeuge
- Schutzmaterialien
- Abgesperrter gesicherter
Arbeitsbereich



Bildquelle: TAK

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Reparatur/Tausch von HV-Batterien

Modul mit angebautem Spezialwerkzeug

Der Ausbau eines Batteriemoduls erfolgt nach den Vorgaben des jeweiligen Herstellers.

Aufgrund der Enge zwischen den Modulen kommen bei der Entnahme verschiedene Spezialwerkzeuge zum Einsatz, die zum einen das Herausheben ermöglichen und zum anderen zu einer sicheren Handhabung des Moduls beitragen.



Bildquelle: TAK

Diagnose von Hochvolt- Speichern im Werkstattservice

Diagnose und Reparatur von Hochvolt-Speichern

Leistungsdaten Hochvolt-Batteriemodul

Auslesen bzw. Ermittlung von Daten am Batteriemodul oder Diagnose über die Fahrzeugschnittstelle.



Bildquelle: TAK

Diagnose und Reparatur von Hochvolt-Speichern

Modul-Ladegerät

Hierbei kommen verschiedenen Verfahren zum Einsatz.

Entweder wird der SoC über das Diagnosesystem ausgelesen und abgespeichert oder die Ladespannung der Module wird vom Techniker ausgemessen und daraus die mittlere Modulspannung ermittelt.

Diese Werte werden dann an spezielle Ladegeräte übermittelt bzw. dort eingegeben.



Bildquelle: TAK

Diagnose und Reparatur von Hochvolt-Speichern

Beispiel eines angeschlossenen Moduls zum Laden

Um den Ladevorgang kontrollieren zu können, muss zwischen Ladegerät und Modul zusätzlich zur Spannungsversorgung eine Kommunikationsverbindung via Kabel bestehen.

Da die Steckverbindungen nicht standardisiert sind, sind jeweils herstellerspezifische Leitungen zu verwenden.



Bildquelle: TAK

Diagnose und Reparatur von Hochvolt-Speichern

Je nach Batterietyp und Fahrzeughersteller muss vor dem Einbau eines Moduls Wärmeleitpaste auf den Boden des Batteriegehäuses aufgetragen werden.

Die Wärmeleitpaste dient dazu die Wärme des Moduls vollständig abzuleiten.

Diese Arbeit erfordert äußerste Sorgfalt, da Lücken innerhalb der Leitpaste zu lokalen Übertemperaturen innerhalb des Moduls führen würden.



Bildquelle: TAK

Dichtheitsprüfung des Batteriegehäuses

Beispielhaft eine Dichtheitsprüfung nach der Instandsetzung einer Hochvolt-Batterie vor dem Einbau ins Fahrzeug.

Die noch tolerierbare Druckdifferenz ist sehr gering.

So darf z. B. ein Überdruck von +50 mbar innerhalb von 600 Sekunden um nicht mehr als 0,1 mbar absinken.

Dies verdeutlicht, dass das Auftragen von Dichtmitteln oder das Anbringen von Dichtungen äußerst sorgfältig geschehen muss, damit der Dichtheitstest bestanden wird.



Bildquelle: TAK

Informationsquelle zum Umgang mit HV-Speichern

Fachbereich Aktuell

FBHM-124 „Umgang mit Hochvoltspeichern“

Stand: 04.09.2024

<https://www.dguv.de> Webcode 22163



DGUV
Fachbereich Holz und Metall
Berufsgenossenschaft
Holz und Metall

Fachbereich AKTUELL
Umgang mit Hochvoltspeichern
FBHM-124

Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung
Stand: 04.09.2024

Die „Fachbereich AKTUELL“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse (abgestimmte Erfahrung des jeweiligen Sachgebiets) für die Verwendung von Arbeitsmitteln wieder. Sie werden vom entsprechenden Fach- und Sachgebiet bei Bedarf erstellt, angepasst und auf der Internetseite der DGUV in der aktuellen Version veröffentlicht.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ schildert die Position der DGUV zur Gefährdung beim Umgang mit Hochvoltspeichern. Sie soll Hersteller, Betreiber und Versicherte bei der Erstellung und Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung und der Ermittlung der Anforderungen an Bereiche, Hochvoltspeicher, Systeme, Prozesse und Personen unterstützen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Grundlagen.....	2
3	Umgang mit Hochvoltsystemen.....	11
4	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen	15



Abbildung 1 – Hochvoltspeicher, bestehend aus Modulen und Zellen

Diese Fachbereich AKTUELL bezieht sich auf Hochvoltspeicher 60V-1500V DC, entsprechend dem Anwendungsbereich der DGUV Information 209-093 [1]. Die Informationen dieser Schrift können sinngemäß auch auf andere Lithium-Ionen Starter- oder Stützbatterien angewendet werden.

Aufgrund der wachsenden Forderung nach umweltverträglichen Antriebstechnologien für Fahrzeuge werden Hochvoltantriebssysteme in steigender Zahl entwickelt und angewandt.

Betriebe, die Hochvoltspeicher herstellen, weiterverarbeiten und mit ihnen umgehen, stehen aufgrund des Anstiegs der Elektromobilität vor neuen Herausforderungen und potenziellen Gefährdungen – und zwar bei allen Prozessschritten, die für den Umgang mit und die Reparatur von Hochvoltspeichern erforderlich sind, sowie bei Lagerung, Transport und Unfallereignissen.

1/17

Bildquelle: DGUV

Fragen/Diskussion

Vielen Dank!



Akademie des Deutschen
Kraftfahrzeuggewerbes GmbH (TAK)

Johannes Müller

Franz-Lohe-Str. 19
53129 Bonn
Mail: mueller@tak.de

Alle Rechte vorbehalten.
Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Kopie oder einem anderen
Verfahren)
ohne schriftliche Genehmigung der TAK GmbH reproduziert oder unter Verwendung
elektronischer Systeme verarbeitet werden.

© Copyright 2025 by Akademie des
Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes GmbH (TAK), Bonn

TAK

