



Anforderungsprofil für die Vergabe des Fachbetriebszeichens „E-Mobilität-Fachbetrieb“

Folgende Unterlagen sind mit dem Antrag einzureichen:

1. Nachweis über die Eintragung mit dem Karosserie- und Fahrzeugbauer-Handwerk in die Handwerksrolle (Kopie der Handwerkskarte)
2. Nachweis über die Mitgliedschaft in der zuständigen Karosserie- und Fahrzeugbauer-Innung bzw. Nachweis über die Direktmitgliedschaft im ZKF
3. Mitarbeiterqualifizierung Stufe 2S | Fachkundige Person (FHV) nach DGUV 209-093 (beigefügt) bzw. DGUV 200-005 oder BGI/GUV-I 8686
Die erfolgreiche Qualifizierung nach dieser Stufe befähigt die Fachkundigen, an Hochvoltssystemen selbstständig und sicher zu arbeiten. Alle Arbeiten an spannungsfreien HV-Systemen und -Komponenten oder in deren Gefährdungsbereich, z. B. Messen von Isolationswiderständen, Instandsetzen, Auswechseln, Ändern und Prüfen, zählen zu Arbeiten an HV-Systemen im spannungsfreien Zustand.

Bitte reichen Sie die entsprechenden Teilnahmebescheinigungen ein.

4. Nachweis über die regelmäßige Unterweisung der weiteren Beschäftigten, die an Arbeiten an HV-Fahrzeugen durchführen, durch Personal mit 2S-Befähigung oder höher.
Bitte reichen Sie hier die aktuelle Unterschriftenliste der Beschäftigten ein.
5. Bitte reichen Sie folgendes Bildmaterial ein (es muss nicht einzeln fotografiert sein):
 - Zweipoliger Spannungsprüfer;
 - persönliche Schutzausrüstungen, z. B. Isolierhandschuhe, Helm mit Visier;
 - entsprechender Arbeitsplatz mit Lademöglichkeit (Wallbox/mobile Wallbox);
 - isoliertes Werkzeug für die Arbeit am Hochvoltssystem;
 - Absperrsysteme: Zur Absperrung des Arbeitsplatzes bei der Arbeit an Hochvoltfahrzeugen;
 - Kennzeichnung: Markieren des E-Fahrzeugs vor der Arbeit mit Warnzeichen, Kennzeichnungen, Wartungsanhänger und Warnband;
 - Verriegelung: Schützt vor der versehentlichen Inbetriebnahme mit Vorhängeschlössern, Steckerabsperungen, Aufsteckhüllen für Kabelenden und verriegelbaren Aufbewahrungsstationen für Schlösser, Schlüssel und Verriegelungen
6. Abo „KTI-Toolbox batterieelektrische Fahrzeuge“
(Erhältlich bei repair-pedia unter „Konto“ und „Abo Shop“)
Bitte reichen Sie Auftragsbestätigung/Rechnung als Nachweis ein.

7. Zur Abstellfläche für beschädigte/verunfallte HV-Fahrzeuge reichen Sie bitte Bildmaterial des Quarantäneplatzes ein:
- Mindestens eine befestigte Fläche im Freien mit einem Mindestabstand von 5 Metern zu anderen Fahrzeugen und umliegenden Gebäuden;
 - Sicherungsmöglichkeit gegen Zutritt von Unbefugten;
 - Flächenbegrenzung und Warnhinweise in Anlehnung an EN 50110;
 - Brandschutzkonzept, z. B. speziell für HV-Fahrzeuge entwickelte Löschsyste me oder Nachweis zum Kontakt mit der zuständigen Feuerwehr
- > siehe auch beigegefügt es Beiblatt „Quarantäneplatz für HV-Fahrzeuge“
-

- A. Das Recht auf Zeichenführung wird widerruflich ab dem Zeitpunkt der Erstanerkennung verliehen. Es verlängert sich durch die erfolgreich abgeschlossenen Wiederholungsprüfungen, die durch den ZKF oder einer vom ZKF beauftragten Person regelmäßig durchgeführt werden.
- B. Sie verpflichten sich, in regelmäßigen Abständen von 24 Monaten jeweils eine Qualitätskontrolle durch den ZKF oder die vom ZKF beauftragte Person durchführen zu lassen. Ihnen ist bekannt, dass bei schuldhafter Verzögerung oder Verhinderung der Wiederholungsprüfung der ZKF berechtigt ist, die „E-Mobilität-Fachbetrieb“-Zulassung zu entziehen und das Zeichenführungsrecht abzuerkennen.
- C. Sie verpflichten sich, den ZKF von Veränderungen, die die Anforderungen und Bedingungen betreffen, sofort in Kenntnis zu setzen. Ein Verstoß gegen diese Mitteilungspflicht über alle die Leistungsfähigkeit beeinträchtigenden Veränderungen und das Nichtmehr-Vorliegen der geprüften und dokumentierten Anforderungen führt zum Entzug des Zeichenführungsrechts.
- D. Bei Entzug des Zeichenführungsrechts verpflichten Sie sich, das Zeichen "E-Mobilität-Fachbetrieb" in jeglicher Form der Verwendung (z. B. als Schild, Fahne, in gedruckter Form, etc.) sofort zu entfernen und nicht mehr zu verwenden. Die Unterlassungserklärung gegenüber dem ZKF wird von Ihnen abgegeben.
- E. **Kündigung:** Ihnen ist bekannt, dass Sie jederzeit die Zertifizierung als „E-Mobilität-Fachbetrieb“ schriftlich mit einer 4-wöchigen Frist zum Quartalsende kündigen können. Ein außerordentliches sofort wirksames Kündigungsrecht besteht in dem Fall, dass der ZKF die „E-Mobilität-Fachbetrieb“-Bedingungen ändert oder sich ggf. der Beitrag für die Überprüfungen erhöht.
- F. **Aberkennung:** Sie erkennen mit Ihrer Unterschrift an, dass das vom ZKF vergebene Recht zur Führung des Zeichens "E-Mobilität-Fachbetrieb" bei Nicht-Erfüllen oder beim Wegfallen einzelner Bedingungen und Voraussetzungen dieses Vertrages oder beim Vorliegen von Verstößen gegen oben genannte Bedingungen und Verpflichtungen widerrufen werden kann und mir/uns das Zeichenführungsrecht aberkannt wird.
- G. **Datenschutz:** Die angegebenen Firmendaten, insbesondere Firmenname, Anschrift, Telefonnummer, Fax, allgemeine E-Mail, werden zur Überprüfung der Aktualität abgefragt. Diese Daten werden auf Grundlage gesetzlicher Berechtigungen erhoben. Für die darüberhinausgehende Erhebung zusätzlicher Informationen bedarf es Ihrer Einwilligung. Eine solche Einwilligung können Sie im Folgenden Abschnitt **freiwillig** erteilen.

Einwilligung in die Datennutzung zu weiteren Zwecken

Ich bin mit den folgenden Nutzungszwecken einverstanden, kreuzen Sie diese bitte entsprechend an. Wollen Sie keine Einwilligung erteilen, lassen Sie die Felder bitte frei.

- Ich/Wir willige/n ein, dass unsere Firmendaten in Bezug auf die Zertifizierung „E-Mobilität-Fachbetrieb“ in geeigneter Form (Internetauftritt/Printmedien) durch den ZKF veröffentlicht werden.

Ort, Datum

Firmenstempel, Unterschrift

Rechte des Betroffenen: Auskunft, Berichtigung, Löschung und Sperrung, Widerspruchsrecht

Sie sind gemäß Artikel 15 DSGVO jederzeit berechtigt, gegenüber dem ZKF um umfangreiche **Auskunftserteilung** zu den zu Ihrer Person gespeicherten Daten zu ersuchen.

Gemäß Artikel 17 DSGVO können Sie jederzeit gegenüber dem ZKF die **Berichtigung, Löschung** (nur nach Beendigung des Vertragsverhältnisses „E-Mobilität-Fachbetrieb“ möglich und sofern keine anderen gesetzlichen Aufbewahrungsfristen betroffen sind) **und Sperrung** einzelner personenbezogener Daten verlangen.

Sie können darüber hinaus jederzeit ohne Angabe von Gründen von Ihrem **Widerspruchsrecht** Gebrauch machen und die erteilte Einwilligungserklärung mit Wirkung für die Zukunft abändern oder gänzlich widerrufen. Sie können den Widerruf entweder postalisch, per E-Mail oder per Fax an den ZKF übermitteln. Es entstehen Ihnen dabei keine anderen Kosten als die Portokosten bzw. die Übermittlungskosten nach den bestehenden Basistarifen.

H. Der Unterzeichner versichert, die vorstehenden Angaben nach bestem Wissen und Gewissen wahrheitsgemäß abgeben zu haben.

Ort | Datum

Stempel | Unterschrift des verantwortlichen Geschäftsführers

Zeichensatzung

des

Zentralverbands Karosserie- und Fahrzeugtechnik e.V.

(Diese Gütezeichensatzung ist eine Markensatzung
im Sinne von Art. 75 Unionsmarkenverordnung)

Name und Sitz des Vereins

§ 1

Der Verein (kurz "ZKF") führt den Namen

Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik e.V.

Sitz des Vereins ist Friedberg/Hessen. Er ist in das Vereinsregister des Amtsgerichts Friedberg/
Hessen eingetragen (VR 2894).

Zweck des Vereins

§ 2

Der Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik (ZKF) ist der Berufs- und Wirtschaftsverband für Unternehmen des Karosserie- und Fahrzeugbaues.

Schwerpunkte der Mitgliedsbetriebe sind:

- Karosseriebau, Fahrzeugbau, Auf- und Umbau von Fahrzeugen und Anhängern
- Pkw-Reparaturen, Karosserieinstandsetzung und Fahrzeuglackierung
- Oldtimerrestauration
- Reparatur von Caravans und Reisemobilen

Der ZKF hat u. a. die Aufgabe, die Interessen der Handwerke, für die er gebildet ist, zu vertreten.

Der ZKF kann ferner die wirtschaftlichen und sozialen Interessen der den Landesinnungsverbänden, Landesinnungen und Handwerksinnungen angehörenden Mitglieder sowie deren Einzelmitglieder fördern. Ferner vertritt der ZKF die gemeinsamen Interessen der in ihm vertretenen Handwerke gegenüber dem Staat und der Wirtschaft.

Vertretung des Vereins

§ 3

Der Vorstand des Vereins besteht aus dem 1. Vorsitzenden (Präsidenten) und seinen Stellvertretern (Vizepräsidenten). Jeweils zwei Vorstandsmitglieder vertreten den Verein gemeinsam.

Nutzungsberechtigte (Mitglieder)

§ 4

Das Nutzungsrecht wird Handwerksbetrieben verliehen, die Mitglied in einer dem ZKF angehörenden Karosserie- und Fahrzeugbauer-Innung sind.

Der Betrieb stellt gegenüber der Innung den Antrag auf Nutzung des Zeichens. Nachfolgende Bedingungen müssen von ihm erfüllt werden:

1. Eintragung mit dem Karosserie- und Fahrzeugbau in der Handwerksrolle
2. Mitgliedschaft in der zuständigen Karosserie- und Fahrzeugbauer-Innung
3. Der antragstellende Mitgliedsbetrieb verpflichtet sich, der zuständigen Karosserie- und Fahrzeugbauer-Innung umgehend mitzuteilen, wenn eine oder mehrere Bedingungen oder Voraussetzungen nicht mehr erfüllt sind.

Kollektivmarke

§ 5

Die Kollektivmarke ist Eigentum des Vereins. Sie besteht aus dem Wort/Bild-Marke "E-Mobilität Fachbetrieb" wie hier abgebildet.



Diese Zeichendarstellung ist als Unionskollektivmarke beim Amt der Europäischen Union für geistiges Eigentum EUIPO angemeldet (Aktenzeichen 018 529 143).

Farbgestaltung: Vollton = HKS 44 oder Pantone 293 oder RAL 5005, CMYK = 100% Cyan, 65% Magenta.

Kreis der Zeichenbenutzer

§ 6

Zur Verwendung des Zeichens sind die Handwerksbetriebe berechtigt, die Mitglied in einer dem ZKF angehörenden Karosserie- und Fahrzeugbauer-Innung sind.

Rechte und Pflichten der Beteiligten

§ 7

Die Mitgliedsinnungen verpflichten sich, sämtliche ihnen bekannt gewordenen Zeichenverletzungen unverzüglich dem ZKF mitzuteilen.

Die zur Zeichennutzung berechtigten Handwerksbetriebe sollen das in Anlage 1 angegebene Anforderungsprofil erfüllen, welches durch den ZKF oder von ihm beauftragte Personen überprüft werden kann.

Bei Verstößen gegen die Zeichensatzung oder bei Wegfall einer oder mehrerer Antragsbedingungen und -voraussetzungen kann das Recht zur Zeichenführung durch den ZKF entzogen werden. Der ZKF hat das Recht, durch Abmahnung, strafbewehrte Unterlassungserklärung, Schadensersatz und Beseitigungsklage die Entfernung des ZKF-Zeichens zu erreichen.

Waren und Dienstleistungen der Kollektivmarke

§ 8

Die Kollektivmarke ist angemeldet für:

- Klasse 09: Apparate und Instrumente zum Leiten, Schalten, Umwandeln, Speichern, Regeln und Kontrollieren von Elektrizität; Datenverarbeitungsgeräte und Computer; Computer-Software; elektrische Batterien für Fahrzeuge; Batterieladegeräte; Ladegeräte für elektrische Akkumulatoren; Fahrzeuge (Geschwindigkeitskontrollgeräte für -); Geschwindigkeitsanzeiger; Navigationsgeräte für Fahrzeuge; Bordcomputer für Fahrzeuge.
- Klasse 12: Lastwagenaufbauten; Fahrzeugkarosserien; Karosserien für Kraftfahrzeuge; Karosserien (Fahrzeug-); Eisenwaren für Fahrzeugkarosserien; Kraftfahrzeuge (Karosserien für -); Chassis für Kraftfahrzeuge; Kraftfahrzeuge.
- Klasse 37: Reparatur von Fahrzeugen, Instandsetzung von Karosserie, Polsterungen und Reparatur von Kraftfahrzeugen; Fahrzeuge (Rostschutzbehandlung von -);

Fahrzeuge (Reinigung von -); Fahrzeuge (Polieren von -); Reparatur von Kraftfahrzeugen; Fahrzeuge (Reparatur von -) im Rahmen der Pannenhilfe; Reinigen und Polieren von Kraftfahrzeugen; Polieren von Fahrzeugen; Lackieren von Kraftfahrzeugen; Notdienste im Bereich der Fahrzeugreparatur; Instandhaltung (Fahrzeug-); Reparatur von Fahrzeugen im Rahmen der Pannenhilfe; Reparatur von Fahrzeugen; Rostschutzbehandlung von Fahrzeugen; Reparatur und Wartung von Fahrzeugen; Reparatur oder Instandhaltung von Kraftfahrzeugen; Kraftfahrzeuge (Wartung und Reparatur von -); Ölen, Wartung, Reinigung und Reparatur von Fahrzeugen; Rostschutzbehandlung von Kraftfahrzeugen; Wartung von Kraftfahrzeugen; Reparatur von Fahrzeugen, insbesondere im Rahmen der Pannenhilfe; Pannenhilfe (Reparatur von Fahrzeugen im Rahmen der -); Pflege, Wartung und Reparatur von Fahrzeugen; Ölen von Fahrzeugen; Fahrzeuginstandhaltung; Lackieren von Kraftfahrzeugen; Kraftfahrzeuge (Wartung und Reparatur von -), Lackierarbeiten; Installation, Integration, Wartung und Reparatur und Aufrüstung von elektrischen Batteriesystemen ; Wartung von elektrischen Batteriesystemen für die Speicherung, Abgabe, Lieferung, Übertragung und Stabilisierung von Elektrizität und diesbezügliche Beratung.

Klasse 39: Vermietung von Fahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeugen und Lastkraftwagen; Fahrzeuge (Abschleppen von -); Abschleppen von Fahrzeugen im Rahmen der Pannenhilfe; Fahrzeuge (Vermietung von -); Abschleppen von Fahrzeugen; Bergung von Fahrzeugen; Fahrzeuge (Abschleppen von - im Rahmen der Pannenhilfe); Abschleppen von Kraftfahrzeugen; Verleih von Transportfahrzeugen; Vermietung von Transportfahrzeugen; Vermietung von Fahrzeugen; Fahrzeugvermietung; Pannenhilfe (Abschleppen von Fahrzeugen im Rahmen der -); Beratung in Bezug auf die Speicherung, Abgabe, Lieferung, Übertragung und Stabilisierung von Elektrizität bei elektrischen Batteriesystemen; Leasingdienste in Bezug auf elektrische Batteriesysteme für die Speicherung, Abgabe, Lieferung, Übertragung und Stabilisierung von Elektrizität; Betrieb und Regelung von elektrischen Batteriesystemen für die Speicherung, Abgabe, Lieferung, Übertragung und Stabilisierung von Elektrizität und diesbezügliche Beratung.

Klasse 40: Kundenspezifische Herstellung von Karosserien für Dritte.



Bitte zurücksenden an:

Zentralverband Karosserie-
und Fahrzeugtechnik
Grüner Weg 12
61169 Friedberg

**Per Telefax an: 06031 794 79-10
oder E-Mail an schwer@zkf.de**

Verbindliche Bestellung

Hiermit bestelle(n) ich/wir verbindlich:

..... Acrylschild(er) „E-Mobilität“
Schild aus Plexiglas, Kanten poliert,
je Schild vier Bohrungen
Größe: 71x55 cm
inkl. Schraubenset
Bestell-Nr.: V 0020
Preis: € 149,00 / Stück*

*Preise zzgl. Versandkosten und gesetzlicher Mehrwertsteuer



.....
Ort, Datum


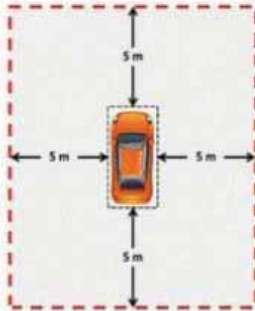
.....
Unterschrift, Firmenstempel

Quarantäneplatz für Hochvolt-Fahrzeuge

Lage und Abmessungen:

- Im Freien, nicht überdachte Fläche ca. 5 x 2,5 m für PKW
Bei Quarantänisierung von Nutzfahrzeugen entsprechend größere Flächen.
- Mindestens 5 Meter Abstand zu angrenzenden Gebäuden und Fahrzeugen*
Können aus baulichen Gründen die Abstände nicht eingehalten werden, sind andere wirksame Schutzkonzepte vorzusehen (angrenzende Wände min. Feuerklasse F30 / geeignete Brandschutzdecken oder -systeme etc.) und ggf. mit der zuständigen Feuerwehr abzusprechen.
- Nicht im öffentlichen Verkehrsraum, oder angrenzend
- Boden markiert: Schwarz-gelb oder rot-weiß
Die Fläche ist nicht immer freizuhalten, aber bei Bedarf schnell freizuräumen.
- Versiegelte/befestigte Bodenfläche
Ggf. kann ein mobiles Löschwasserrückhaltesystem eingesetzt werden.

Quarantänestellplatz HV-Fahrzeuge: Derzeit gibt es keine gesetzlichen Forderungen, jedoch Empfehlungen von Berufsgenossenschaften und Verbänden über die Mindestanforderungen.

E-Mobilität	
Ausstattung Quarantäneplatz,  Flächenbegrenzung und Warnschilder in Anlehnung an EN 50110	Sicherheitsabstand 5 m zu Fahrzeugen und Gebäuden Im Freien auf befestigtem Untergrund Sicherung gegen Zutritt von Unbefugten
	



Beispiel für einen Quarantäneplatz

Ausstattung:

- Abschrankung (Pfosten und Kette gelb-schwarz oder rot-weiß) mit Warnschildern
- Fahrzeugaufsteller
- Aufkleber/Einleger für die Windschutzscheibe (Fahrzeug aktiviert/deaktiviert)
- ggf. mobiles Löschwasserrückhaltesystem (bei Lage z. B. in Wasserschutzgebiet)
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA) für Personal, welches das Fahrzeug rangiert



Beispiel für die Ausstattung eines Quarantäneplatzes

Weitere Kriterien:

Gute Zugänglichkeit für Feuerwehr**

Löschfahrzeug muss mind. bis auf ca. 50 Meter an den Quarantäneplatz heranfahren können.



Beispiel für ein vorquarantänisiertes Fahrzeug mit mobilem Löschwasserrückhaltesystem

Kriterien erarbeitet durch den ZKF in Kooperation mit der Feuerwehr Bad Homburg

* Die 5 m Abstandsempfehlung ist aus der Musterbauordnung (MBO) §30, Stand 27.07.2019, abgeleitet und gilt für den Fall, dass nicht von einer direkten bzw. zeitnahen Brandausbreitung/Brandüberschlag ausgegangen wird.

** Die Anforderung über die Zugänglichkeit durch die Feuerwehr kann von Kommune zu Kommune unterschiedlich sein. Dieser Punkt ist direkt mit der zuständigen Feuerwehr vor Ort abzusprechen.

209-093

DGUV Information 209-093



Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40, 10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung
im Fachbereich Holz und Metall der DGUV

In Kooperation mit dem Zentralverband
Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V. (ZDK)



unter Einbeziehung von Automobilherstellern und -zulieferern sowie folgender Verbände:

- Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik e.V.



- Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller e.V.



- LandBauTechnik -Bundesverband e.V.



Ausgabe: August 2021

DGUV Information 209-093

zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p209093

© Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung,
auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bildnachweis

Titelbild: © bong – stock.adobe.com; Abb. 1, 4, 10, 14: © ZF Friedrichshafen AG;
Abb. 2: © BGETEM – Florian Kraugmann; Abb. 3, 5, 6, 9, 11: © BG ETEM – Robert
Bosch GmbH; Abb. 7, 8, 12, 13, 15: © DGUV

Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen

Gegenüber der als Download-Version veröffentlichten Ausgabe Juli 2021 dieser Schrift wurden im **Abschnitt 5.1.4 Qualifikation Stufe 2S: Fachkundige Person (FHV)** folgende Änderungen vorgenommen: Die Aussagen zu den Ausbildungsberufen, in denen die erforderlichen Kenntnisse erworben werden können, sowie zu den erforderlichen Qualifizierungen für die Stufe 2S wurden erweitert.

Folgende wesentliche Änderungen wurden im Vergleich zur letzten Version von 2012 vorgenommen:

- redaktionelle Anpassungen
 - Zuordnung einer neuen DGUV Nummer (bisher 200-005)
 - Konkretisierung des Anwendungsbereichs z. B. nicht anzuwenden für Qualifizierung bei elektrotechnischen Arbeiten an
 - spurgeführten Fahrzeugen
 - An- und Anbaugeräten nach Maschinen-RL
 - elektrischen Niederspannungsanlagen auf Fahrzeugen
 - Fahrzeugen mit dauerhaftem Anschluss am Stromnetz während der Nutzung
 - Wasser- und Luftfahrzeugen
 - Aufnahme neuer Begriffe wie Fachkundige Person Hochvolt (FHV), Fachkundig unterwiesene Person (FUP)
 - Aufnahme des Stufenmodells für Qualifizierungsmaßnahmen auch im Servicebereich
-

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorwort	6	4.1.5	Qualifikation Stufe 3E: Fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten 35
1 Anwendungsbereich	7	4.2	Qualifizierung für Arbeiten bei der Erstellung und Inbetriebnahme im Fertigungsprozess 39
2 Begriffsbestimmungen	8	4.2.1	Montage 39
3 Organisatorische Voraus- setzungen für sicheres Arbeiten an HV-Fahrzeugen ... 11	11	4.2.2	Inbetriebnahme (Finish) 39
3.1 Verantwortung.....	11	4.2.3	Elektrische Prüfungen 41
3.2 Gefährdungsbeurteilung.....	16	5	Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen mit Hochvoltssystemen 42
3.2.1 Elektrische Gefährdungen an HV-Systemen.....	18	5.1	Qualifizierungsstufen..... 42
3.2.2 Maßnahmen gegen elektrische Gefährdung.....	19	5.1.1	Allgemein 42
3.2.3 Beispielhafte Schutz- maßnahmen.....	24	5.1.2	Qualifikation Stufe S: Sensibilisierte Person 44
4 Qualifizierung für Arbei- ten an Hochvoltssystemen in Forschung, Entwicklung und Produktion 27	27	5.1.3	Qualifikation Stufe 1S: Fachkundig unterwiesene Person (FuP) 45
4.1 Qualifizierungsstufen vor Produktionsstart.....	27	5.1.4	Qualifikation Stufe 2S: Fachkundige Person (FHV) 46
4.1.1 Allgemein.....	27	5.1.5	Qualifikation Stufe 3S: Fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen 51
4.1.2 Qualifikation Stufe E: Sensibilisierte Person.....	29	5.2	Pannenhilfe 55
4.1.3 Qualifikation Stufe 1E: Fachkundig unterwiesene Person (FuP).....	30	5.3	Unfallhilfe und Bergen von Fahrzeugen 56
4.1.4 Qualifikation Stufe 2E: Fachkundige Person (FHV).....	31	5.4	Verschrotten/Verwerten/ Recycling..... 57

	Seite		Seite
Anhang 1	59	Anhang 6	70
Mustergefährdungsbeurteilung		Qualifizierungsinhalte: Fachkundige Personen für Arbeiten an Serien- fahrzeugen mit HV-Systemen (FHV)	
Anhang 2	62	Anhang 7	75
Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Arbeiten vor SoP, die Stufe 1E/2E erfordern		Musterbescheinigung: Fachkundig unterwiesene Person (FuP) Stufe 1S	
Anhang 3	63	Anhang 8	76
Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Arbeiten vor SoP, die Stufe 3E erfordern		Musterzertifikat: Fachkundige Person Hochvolt (FHV) Stufe 2S	
Anhang 4	64	Literaturverzeichnis	78
Qualifizierungsinhalte für Arbeiten an Hochvoltsystemen in Entwicklung und Fertigung			
Anhang 5	69		
Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Servicearbeiten, die Stufe 1S/2S erfordern			

Vorwort

In der Fahrzeugtechnik werden zunehmend Hochvoltsysteme eingesetzt. Wenn an damit ausgestatteten Fahrzeugen gearbeitet wird, muss mit einer Gefährdung durch elektrischen Schlag oder Störlichtbögen gerechnet werden. Diese DGUV Information beschreibt, wie Unternehmerinnen und Unternehmer auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung das sichere Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen organisieren können und wie der notwendige Qualifizierungsbedarf für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen bestimmt werden kann.

Die Schrift gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Organisatorische Voraussetzungen für sicheres Arbeiten (roter Reiter)
- Qualifizierungsbedarf in Forschung, Entwicklung und Produktion (grüner Reiter)
- Qualifizierungsbedarf in Servicewerkstätten (oranger Reiter)

Anmerkung:

Nach den Festlegungen der DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ dürfen elektrotechnische Arbeiten (Errichten, Ändern und Instandhalten) nur von Elektrofachkräften oder unter deren Leitung und Aufsicht ausgeführt werden. Bei der nachfolgend beschriebenen „Fachkundigen Person Hochvolt“ (FHV) handelt es sich um eine „Elektrofachkraft“ nach DGUV Vorschrift 3 und 4 für das elektrotechnische Teilgebiet Hochvoltsysteme.

1 Anwendungsbereich

Diese DGUV Information beschreibt die Qualifizierung von Personen, die Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen und deren Komponenten ausführen. Dazu zählen grundsätzlich auch Arbeiten an Auf- und Anbaugeräten, die direkt mit dem HV-System verbunden sind und über die gleichen Schutzmaßnahmen verfügen.

Diese DGUV Information beschreibt nicht die Qualifizierung für Arbeiten an

- spurgeführten Fahrzeugen (z. B. Bahnen, Oberleitungsbussen),
- Auf- und Anbaugeräten von Fahrzeugen und Arbeitsmitteln, die unter den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie fallen und gegen Gefährdungen durch elektrischen Schlag und Störlichtbögen Schutzmaßnahmen nach DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) erfordern,
- elektrischen Niederspannungsanlagen auf Fahrzeugen, die in den Anwendungsbereich der VDE 0100 fallen (z. B. 230 V-Steckdosen in Omnibussen),
- Fahrzeugen, die während der Nutzung dauerhaft an das Stromnetz angeschlossen sind (z. B. Erdbaumaschinen und vergleichbare Geräte),
- Wasser- und Luftfahrzeugen.

Für Arbeiten an Fahrzeugen, die nicht in den Anwendungsbereich dieser DGUV Information fallen, das heißt, die nicht der Definition für Fahrzeuge in Abschnitt 2 Nr. 14 entsprechen (z. B. Sportboote), kann die Schrift eine Orientierung geben.

Über die in dieser Schrift beschriebenen Qualifizierungen für Arbeiten an HV-Systemen hinaus können weitere Qualifikationsanforderungen bestehen (z. B. Fachkunde für Arbeiten an Gasfahrzeugen, eingeschränkte Fachkunde P1 für pyrotechnische Rückhaltesysteme oder Sachkunde für Klimaanlage).

2 Begriffsbestimmungen

1. Hochvolt (HV)

umfasst gemäß UNECE R100 Spannungen $> 60 \text{ V}$ und $\leq 1500 \text{ V}$ Gleichspannung (DC) oder $> 30 \text{ V}$ und $\leq 1000 \text{ V}$ Wechselspannung (AC) in der Fahrzeugtechnik, besonders in der Hybrid- und Brennstoffzellentechnologie sowie bei batterieelektrischen Fahrzeugen.

2. HV-Komponente

stellt in Fahrzeugen eine Spannung gemäß Definition „Hochvolt“ bereit oder wird mit dieser Spannung betrieben.

3. HV-System

besteht aus mindestens zwei HV-Komponenten.

4. Fachkundige Person Hochvolt (FHV)

ist, wer zur Ausübung einer bestimmten Aufgabe am Hochvoltsystem über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe.

5. Fachkundige Leitung

übernimmt die Fach- und Führungsverantwortung. Sie muss in ihrem Verantwortungsbereich fachkundig sein und vom Unternehmer oder von der Unternehmerin schriftlich beauftragt werden.

6. Leitung und Aufsicht

umfasst alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit Arbeiten an HV-Systemen von Beschäftigten, die nicht die Kenntnisse und Erfahrungen einer FHV haben, sachgerecht und sicher durchgeführt werden können. Leitung und Aufsicht für Arbeiten an HV-Systemen müssen mindestens von einer FHV übernommen werden.

7. Sensibilisierte Person

ist, wer für das Bedienen von HV-Fahrzeugen und -Komponenten auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch hingewiesen worden ist.

8. Fachkundig unterwiesene Person (FuP)

ist, wer durch eine FHV zu den ihr übertragenen Aufgaben und den möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angelernt und zu den notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen unterwiesen wurde.

9. Bedienen von Fahrzeugen

umfasst alle Tätigkeiten, die zum Führen eines Fahrzeugs erforderlich sind und beinhaltet das Anschließen an Ladeeinrichtungen und das Nachfüllen von Betriebsstoffen.

10. Arbeiten

im Sinne dieser DGUV Information ist jede Form elektrotechnischer oder nichtelektrotechnischer Tätigkeiten an Fahrzeugen oder HV-Komponenten, bei der die Möglichkeit einer elektrischen Gefährdung besteht.

11. Arbeiten im spannungsfreien Zustand

im Sinne dieser DGUV Information sind Arbeiten an oder mit HV-Komponenten oder in deren Gefährdungsbereich, z. B. Erproben, Instandsetzen, Auswechseln, Ändern, Erweitern, Errichten und Prüfen, deren Spannungsfreiheit hergestellt und für die Dauer der Arbeiten sichergestellt ist.

12. Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen

im Sinne dieser DGUV Information sind alle Arbeiten, bei denen Beschäftigte mit Körperteilen oder Gegenständen (Werkzeuge, Geräte, Ausrüstungen oder Vorrichtungen) HV-Komponenten oder Teile berühren können, wenn der spannungsfreie Zustand nicht sichergestellt ist und eine elektrische Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

13. SoP (Start of Production)

steht für den Beginn der Serienproduktion von Fahrzeugen, bei der die Montage nach standardisierten Arbeitsverfahren erfolgt. Die Entwicklungsphase, die Prototyp- oder Vorserienfertigung ist zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen.

14. Fahrzeuge

im Sinne dieser DGUV Information sind Landfahrzeuge, die betriebsmäßig durch Maschinenkraft bewegt oder gezogen werden.

Landfahrzeuge sind z. B. Personen- und Lastkraftwagen, Omnibusse, Anhängfahrzeuge, landwirtschaftliche Maschinen, Bagger, Lader, gleislose Erdbaugeräte, Mobilkrane, Flurförderzeuge, Bodengeräte der Luftfahrt, wie Schleppgeräte, Transportgeräte, Luftfahrzeugbe- und -entladegeräte, Ver- und Entsorgungsgeräte, Zweiräder.

15. UE (Unterrichtseinheit)

entspricht einer Zeitdauer von 45 Minuten.

Organisatorische Voraussetzungen für sicheres Arbeiten an HV-Fahrzeugen

3.1 Verantwortung

Die Verantwortung von Unternehmerinnen und Unternehmern für sicheres Arbeiten ist besonders in folgenden Gesetzen und Vorschriften beschrieben:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

Unternehmerisches Handeln

Die erste und oberste Pflicht zur Unfallverhütung im Betrieb liegt immer bei der Unternehmerin oder beim Unternehmer.

Zur unternehmerischen Verantwortung zählen:

- Bereitstellen von Geldmitteln und Entscheidung darüber
- Auswahl geeigneter Beschäftigter
- Grundsatzentscheidungen über Sicherheitspolitik, Sicherheitsorganisation, Einrichtungen zur Sicherheit

Zu den Pflichten von Unternehmern und Unternehmerinnen in Bezug auf das sichere Arbeiten an HV-Fahrzeugen zählen zum Beispiel:

- Gefährdungsbeurteilung erstellen und Schutzmaßnahmen festlegen
- Sicherstellen, dass nur ausreichend qualifizierte Beschäftigte Arbeiten an HV-Systemen von Fahrzeugen durchführen
- Erstellen von Arbeitsanweisungen für den Umgang mit HV-Systemen
- Regelmäßige Unterweisungen der Beschäftigten
- Organisieren von Strukturen und Abläufen
- Festlegen des Aufgaben- und Kompetenzbereichs der Beschäftigten je nach Art der durchzuführenden Tätigkeiten

Die DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ führt in § 7 zur Befähigung für Tätigkeiten Folgendes aus:

(1) Bei der Übertragung von Aufgaben auf Versicherte hat der Unternehmer je nach Art der Tätigkeiten zu berücksichtigen, ob die Versicherten befähigt sind, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Aufgabenerfüllung zu beachtenden Bestimmungen und Maßnahmen einzuhalten.

(2) Der Unternehmer darf Versicherte, die erkennbar nicht in der Lage sind, eine Arbeit ohne Gefahr für sich oder andere auszuführen, mit dieser Arbeit nicht beschäftigen.

Zum Nachweis der Befähigung können Unternehmer und Unternehmerinnen berufliche Qualifikationen, bereits gesammelte Berufspraxis und Erfahrungswerte (Zeugnisse etc.), Sachkunde und besondere Einweisung und Unterweisung heranziehen. Außerdem muss die Aktualität der Befähigung sichergestellt werden.

Zu Fragen der gesundheitlichen Eignung können Unternehmerinnen und Unternehmer einen Arzt oder eine Ärztin mit arbeitsmedizinischer Fachkunde zu Rate ziehen. Bei dem Vorliegen einer entsprechenden Rechtsgrundlage können diese durch Unternehmer und Unternehmerinnen auch zu einer Eignungsbeurteilung beauftragt werden.

Unternehmer und Unternehmerinnen können die aus ihren Pflichten resultierenden Aufgaben im Arbeitsschutz an zuverlässige und fachkundige Personen schriftlich übertragen (§ 13 ArbSchG).

Die beauftragten Personen können verantwortlich sein für

- die Durchführung von Maßnahmen zur Arbeitssicherheit,
- das Erstellen von Anweisungen zur Arbeitssicherheit,
- die Motivation zur Arbeitssicherheit,
- die Aufsicht und Kontrolle,
- Meldungen an die nächsten Vorgesetzten,
- die Gefahrenabwehr im Einzelfall.

Die gemäß § 12 ArbSchG und § 4 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ erforderliche regelmäßige Unterweisung der Beschäftigten muss von einem oder einer Vorgesetzten durchgeführt werden. Falls diese Person nicht über die erforderlichen Kenntnisse verfügt, muss sie sich von einer fachkundigen Person unterstützen lassen.

Alle Vorgesetzten müssen sich im Rahmen ihrer Fürsorgepflicht vergewissern, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowohl gesundheitlich als auch fachlich in der Lage sind, die vorgesehene Tätigkeit auszuüben.

Für Arbeiten an HV-Systemen ist es notwendig, den Beschäftigten die theoretischen elektrotechnischen Grundlagen zu vermitteln. Zur Vermittlung von Wissen können unterstützend auch digitale Medien, zum Beispiel E-Learning, eingesetzt werden. Zusätzlich sollten den Beschäftigten die praktischen Fertigkeiten im Umgang mit den jeweiligen HV-Komponenten, Werkzeugen und Hilfsmitteln vermittelt werden.



Abb. 1
Beispiel für die Vermittlung praktischer Fertigkeiten im Umgang mit den HV-Systemen

Die notwendige Qualifizierung der Beschäftigten muss von Personen durchgeführt werden, die das erforderliche Wissen auf dem zu vermittelnden Arbeitsgebiet, didaktisches Können sowie Erfahrungen in der Erwachsenenbildung haben. Bei der Qualifizierung müssen geeignete Schulungsunterlagen zur Verfügung gestellt und praxisgerechte Übungen durchgeführt werden. Die erfolgreiche Teilnahme muss nachvollziehbar unter Angabe der vermittelten Inhalte dokumentiert werden. Aus- und Fortbildungsmaßnahmen können intern oder von externen Ausbildungsträgern durchgeführt werden. Die Unfallversicherungsträger erteilen keine Zertifizierungen für Lehrgänge oder Bildungsträger.

Fachkundige Leitung im HV-Bereich


Ein fachkundiges Leiten im HV-Bereich ist immer dann erforderlich, wenn neben den Arbeiten an HV-Systemen zusätzliche Aufgaben notwendig sind, wie

- Planen, Projektieren, Konstruieren,
- Organisieren der Arbeiten,
- Festlegen der Arbeitsverfahren,
- Auswählen geeigneter Arbeits- und Aufsichtskräfte,
- Bekanntgeben und Erläutern der einschlägigen Sicherheitsfestlegungen,
- Festlegen der zu verwendenden Werkzeuge und Hilfsmittel,
- Festlegen notwendiger Schulungsmaßnahmen,
- Kontrolle von Arbeitsabläufen durch Stichproben oder Erfolgskontrollen.

Die fachkundige Leitung muss eine Person mit Fach- und Führungsverantwortung übernehmen. Die Entscheidung, wer Fach- und Führungsverantwortung für Fachkundige Personen (FHV) übernimmt, trifft die Unternehmensleitung im Rahmen der Pflichtenübertragung.

Fachkundige Person Hochvolt (FHV)

Personen, die Arbeiten an HV-Systemen durchführen sollen, müssen für diese Arbeiten qualifiziert sein. Der Umfang der Qualifizierung hängt unter anderem vom Grad der bei den Arbeiten auftretenden elektrischen Gefährdungen und von den Vorkenntnissen ab. Die qualifizierten Beschäftigten müssen in der Lage sein, die übertragenen Arbeiten zu beurteilen, mögliche Gefahren zu erkennen und die notwendigen Schutzmaßnahmen anzuwenden.

Beim Einsatz von Fachkundigen Personen Hochvolt (FHV) ist zu berücksichtigen, ob sie für Arbeiten innerhalb des Projektierungs- und Entwicklungsprozesses (vor SoP), der Montage des HV-Systems oder für Servicearbeiten an Serienfahrzeugen (nach SoP) qualifiziert sind. In welchem Arbeitsbereich die Fachkundigen Personen Arbeiten ausführen können, kann den entsprechenden Qualifizierungsnachweisen und Zertifikaten entnommen werden (Musterzertifikat  siehe Anhang 8).

Eine FHV kann auch Leitung und Aufsicht übernehmen. Das bedeutet die Wahrnehmung von Fach- und Führungsverantwortung, besonders für folgende Tätigkeiten:

- Unterrichten und Einweisen Fachkundig unterwiesener Personen
- Überwachen der ordnungsgemäßen Errichtung, Änderung und Instandhaltung von HV-Systemen
- Anordnen, Durchführen und Kontrollieren der zur jeweiligen Arbeit erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen, einschließlich des Bereitstellens von Sicherheitseinrichtungen
- Durchführen der zur jeweiligen Arbeit notwendigen Sicherheitsmaßnahmen; gegebenenfalls das Durchführen und Kontrollieren getroffener Sicherheitsmaßnahmen

Fachkundig unterwiesene Person (FuP)

Fachkundig unterwiesene Personen dürfen eigenverantwortlich keine Arbeiten an Hochvoltssystemen und -komponenten ausführen. Sie dürfen nur die Arbeiten ausführen, für die sie eine Unterweisung erhalten haben (Musterbescheinigung → siehe Anhang 7). Bei diesen Arbeiten müssen sie die vermittelten Maßnahmen und Verhaltensregeln anwenden. Die FuP darf nur dann Arbeiten am Hochvoltssystem im spannungsfreien Zustand ausführen, wenn dies unter Leitung und Aufsicht einer FHV (s.o.) erfolgt.

3.2 Gefährdungsbeurteilung

Nach dem Arbeitsschutzgesetz müssen Unternehmerinnen und Unternehmer die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten gewährleisten und, falls erforderlich, verbessern. Ein wichtiger Schritt dazu ist die Gefährdungsbeurteilung (§§ 5 und 6 ArbSchG).

Die Gefährdungsbeurteilung ist ein sich zeitlich wiederholender Prozess zur Ermittlung von Gefährdungen und zur Bewertung der damit verbundenen Risiken. Die Beurteilung der Gefährdungen ist die Voraussetzung für das Ergreifen von wirksamen und betriebsbezogenen Arbeitsschutzmaßnahmen.

Die Gefährdungsbeurteilung besteht aus

- einer systematischen Feststellung und Bewertung von relevanten Gefährdungen,
- der Ableitung entsprechender Maßnahmen und
- der Kontrolle der Wirksamkeit der festgelegten Maßnahmen.

Eine Gefährdung kann sich unter anderem aus einer unzureichenden Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten ergeben.

Die Arbeitsschutzmaßnahmen müssen in jedem Fall den allgemeinen Grundsätzen der Gefahrenverhütung nach dem Arbeitsschutzgesetz entsprechen.

Maßnahmen werden unterschieden in

- technische Maßnahmen, z. B. Isolierung, feste Abdeckungen (Abb. 2: Basisschutz durch Isolation und Abdeckung),
- organisatorische Maßnahmen, z. B. Kennzeichnung von HV-Fahrzeugen in der Werkstatt (Abb. 7: Beispiele für die Kennzeichnung von HV-Fahrzeugen in der Werkstatt), Einhaltung vorgeschriebener Wartezeiten zum Abbau von Spannung,
- personenbezogene Maßnahmen, z. B. persönliche Schutzausrüstungen (Isolierhandschuhe, Helm mit Visier, Schutzkleidung gegen die thermischen Gefahren eines Störlichtbogens, ...), Unterweisung.



Abb. 2 Basisschutz durch Isolation und Abdeckung

Auch eine Kombination dieser Maßnahmen ist möglich. Technischen Maßnahmen ist der Vorrang vor organisatorischen oder persönlichen Maßnahmen einzuräumen.

Eine Mustergefährdungsbeurteilung für eine Kfz-Servicewerkstatt ist im **Anhang 1** angefügt.

3.2.1 Elektrische Gefährdungen an HV-Systemen

Gefährdungen durch elektrischen Schlag sind ausgeschlossen, wenn das Berühren unter Spannung stehender Teile ungefährlich ist. Davon ist auszugehen, wenn an berührbaren Stellen eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

- Die Spannung beträgt bei Frequenzen bis 500 Hz höchstens AC 25 V oder DC 60 V und entspricht den Anforderungen für die SELV (Schutzkleinspannung) oder für die PELV (Funktionskleinspannung) nach HD 60364-4-41.
- Bei Spannungen mit Frequenzen bis 500 Hz über AC 25 V oder DC 60 V ist der durch sie hervorgerufene Strom durch einen induktionsfreien Widerstand von 2 k Ω nicht größer als AC 3 mA effektiv bzw. DC 12 mA.
- Die Entladungsenergie ist nicht größer als 350 mJ.

Allerdings liegt eine Gefährdung vor, wenn die oben genannten Werte im Normalbetrieb zwar eingehalten, aber beim Auftreten eines Fehlers überschritten werden.

Außerdem müssen alle zu erwartenden Risiken bedacht und gegebenenfalls Maßnahmen zur Minimierung von Gefährdungen getroffen werden, z. B. die Lichtbogengefährdung bei einem Akkumulator, die Gefährdung durch hohe Entladungsenergie bei einem Kondensator.



Aufgrund höherer Bordnetzspannungen und erhöhter elektrischer Energie durch das HV-System ergibt sich für den Fahrzeugbereich ein bisher nicht vorhandenes Niveau der elektrischen Gefährdung. Es besteht die Gefahr von irreversiblen Körperschäden oder Tod durch elektrischen Schlag oder Störlichtbögen.

3.2.2 Maßnahmen gegen elektrische Gefährdung

Mit Arbeiten am HV-System darf erst begonnen werden, wenn Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, Kurzschlüsse und Störlichtbögen umgesetzt wurden.

An unter Spannung stehenden aktiven Teilen elektrischer Anlagen und Betriebsmitteln darf im Regelfall nicht gearbeitet werden. Daher ist vor Beginn der Arbeiten der spannungsfreie Zustand herzustellen und für die Dauer der Arbeiten sicherzustellen.

Das wird erreicht, wenn die fünf Sicherheitsregeln eingehalten werden.



Fünf Sicherheitsregeln

Vor Beginn der Arbeiten:

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Diese fünf Sicherheitsregeln sind lebenswichtig. Im Allgemeinen sind sie in der angegebenen Reihenfolge einzuhalten.

Bei Arbeiten am HV-System müssen immer die ersten drei Regeln umgesetzt werden. Ob zusätzlich die vierte und fünfte Regel angewendet werden müssen, ist im Einzelfall festzulegen.

Im Einzelnen lassen sich die Forderungen der fünf Sicherheitsregeln an Fahrzeugen mit HV-Systemen beispielsweise folgendermaßen umsetzen (in Abhängigkeit vom jeweiligen Hersteller):

Regel 1: Freischalten

- Zündung ausschalten.
- Service-/Wartungsstecker betätigen bzw. Batterie-Hauptschalter ausschalten.
- Sicherungen ziehen.
- Auslösen der Trenneinrichtung durch Betätigen des Steckers für Interlock-/Pilot-/Überwachungskreis
- 12 V Bordnetzatterie abklemmen.
- Verbindung zum stationären Netz (z. B. Ladestecker) trennen.
- Geführter Freischaltprozess mittels Diagnosegerät

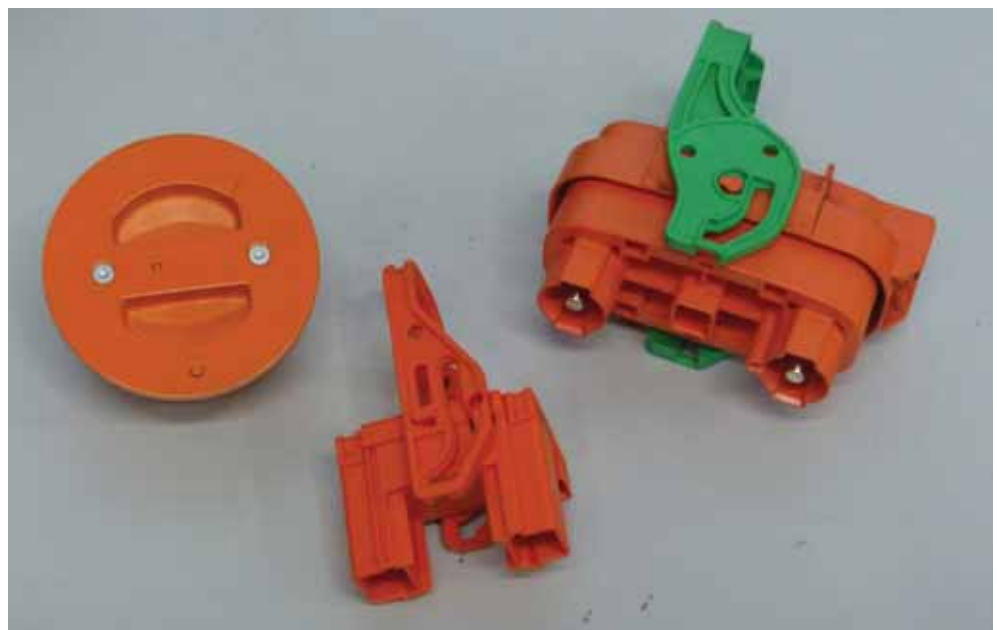


Abb. 3
Verschiedene
Servicestecker

Regel 2: Gegen Wiedereinschalten sichern

- Zündschlüssel abziehen und gegen unbefugten Zugriff gesichert aufbewahren.
- Service-/Wartungsstecker gegen unbefugten Zugriff gesichert aufbewahren bzw. Batterie-Hauptschalter gegen Wiedereinschalten sichern, z. B. durch abschließbare Abdeckkappe oder Schloss.
- Weitere betriebsinterne Festlegungen und Vorgaben des Herstellers beachten.



Abb. 4 Beispiel für das Sichern gegen Wiedereinschalten

Regel 3: Spannungsfreiheit feststellen

- Spannungsfreiheit mit einem geeigneten Prüfgerät (z. B. zweipoliger Spannungsprüfer) feststellen.
- Selbst bei abgeschalteter HV-Spannung können noch Restladungen (z. B. Zwischenkreisspannung) vorhanden sein.



Abb. 5
Spannungsfreiheit
feststellen



Vor Beginn der Arbeiten am HV-System ist immer die Spannungsfreiheit festzustellen!

Zum Feststellen der Spannungsfreiheit sind die Vorgaben des Fahrzeugherstellers zu beachten. Es sind geeignete Spannungsprüfer oder herstellerspezifische Prüfvorrichtungen zu verwenden. Geeignet sind Prüfeinrichtungen besonders dann, wenn eine Prüfstelle die erforderlichen Kriterien geprüft und die Eignung festgestellt hat. Vielfachmessgeräte sind nicht geeignet.

Sonstige ortsveränderliche Messgeräte sind zum Feststellen der Spannungsfreiheit geeignet, wenn sie auch den Bestimmungen für Spannungsprüfer nach DIN EN 61243-3 (VDE 0682-401) „Arbeiten unter Spannung – Spannungsprüfer Teil 3: Zweipoliger Spannungsprüfer für Niederspannungsnetze“ entsprechen. Bei der Verwendung von Spannungsprüfern ist darauf zu achten, dass sie für die zu messende Spannungsart und -höhe geeignet sind und einwandfrei funktionieren. Die einwandfreie Funktion muss unmittelbar vor und nach dem Feststellen der Spannungsfreiheit überprüft werden. Die Spannungsfreiheit muss an allen leitfähigen Teilen, die unter Spannung stehen könnten, nachgewiesen werden. Bis zum Nachweis der Spannungsfreiheit gilt das System als unter Spannung stehend.

Regel 4: Erden und Kurzschließen

Fahrzeuge sind in der Regel gegen Erdpotenzial isoliert. Das **Erden** aktiver Teile verringert die Gefährdung in diesem Fall nicht.



Energiespeicher dürfen nicht kurzgeschlossen werden!

Aufgrund der häufig verwendeten chemischen Energiespeicher wird außerdem explizit vor dem **Kurzschließen** gewarnt. Wenn diese Energiespeicher kurzgeschlossen werden, besteht die Gefahr von irreparablen Schäden am Speicher bis hin zum Bersten der Batterie. Energiespeicher werden deshalb in der Regel nicht geerdet und auch nicht kurzgeschlossen.



Fahrzeugspezifische Angaben des Herstellers sind unbedingt zu beachten!

Regel 5: Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken

Bevor Arbeiten an Hochvoltkomponenten durchgeführt werden, wird das HV-System in der Regel vollständig spannungsfrei geschaltet. Sollten dennoch Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten erforderlich sein



Abb. 6

Beispiel für die Abdeckung benachbarter unter Spannung stehender Teile

(z. B. Fehlersuche), sind die nicht von den Arbeiten betroffenen, berührbaren unter Spannung stehenden Teile abzudecken, beispielsweise mit Abdecktüchern nach DIN EN 61112 (VDE 0682-511).

Beendigung der Arbeiten

Nach Abschluss der Arbeiten werden die Sicherheitsregeln in umgekehrter Reihenfolge wieder aufgehoben. Zunächst sind alle Werkzeuge, Hilfsmittel und sonstigen Geräte von der Arbeitsstelle und aus dem Gefahrenbereich zu entfernen. Der vorgesehene sichere Zustand ist unter Berücksichtigung der Herstellervorgaben wiederherzustellen.

3.2.3 Beispielhafte Schutzmaßnahmen

Je nach Hersteller sind an den Hochvoltsystemen unterschiedliche Schutzmaßnahmen realisiert. Die Schutzmaßnahmen sind so aufgebaut, dass ein Fehler allein nicht zu einer elektrischen Gefährdung führen kann. Nachfolgende Schutzmaßnahmen können in verschiedenen HV-Systemen umgesetzt sein:

- Abschaltung des gesamten HV-Systems durch eine Trenneinrichtung (z. B. Service Disconnect, Wartungsstecker, Schalteinrichtung im Energiespeicher)
- Alle Leitungsanschlüsse/-verbindungen steckbar
- Sicherheitsschleife (Interlock, Pilotlinie) für alle HV-Komponenten und Steckverbindungen in mindestens einfehlersicherer Ausführung
- Not-Aus-Einrichtung
- Abdeckungen von nicht gegen direktes Berühren geschützten, unter Spannung stehenden Teilen nur mit Werkzeug oder durch Zerstörung entfernbare
- Abschaltung der Bord-Netzspannung beim Lösen von Steckverbindungen durch voreilende Steckerkontakte zur Vermeidung von Störlichtbögen (sogenannte „Pilotlinie“)

- Abschaltung der Stromkreise beim Öffnen verschiedener Abdeckungen, teilweise auch der Motorhaube
- Ausbau der Komponenten/Öffnen der Deckel und Abdeckungen durch mechanische Anordnung nur nach einer Zeit möglich, die größer als die Entladezeit für die Restenergie ist
- Fest eingebaute Einrichtung zur Feststellung der Spannungsfreiheit des HV-Systems
- Einheitliche, eindeutig erkennbare Kennzeichnung aller HV-Komponenten, z. B. orange Leitungen, Warnaufkleber an HV-Komponenten
- Aufbau eines erdfreien, zur Fahrzeugmasse und gegen die einzelnen Leiter isolierten elektrischen Netzes (HV-System)
- Überwachung der Isolierung der aktiven Leiter gegen die Fahrzeugmasse
- Gezielte Entladung der Restenergien der elektrischen Energiespeicher, z. B. Kondensatoren
- Verbindung aller berührbaren leitfähigen Fahrzeugteile, die im Fehlerfall unter Spannung stehen könnten, durch Schutzpotenzialausgleich, um die Bildung unterschiedlicher Potenziale zu verhindern

Bei einer geeigneten Kombination von technischen Maßnahmen kann ein vollständiger Berührungs- und Lichtbogenschutz gegenüber dem HV-System erzielt werden.



Abb. 7 Beispiele für die Kennzeichnung von HV-Fahrzeugen in der Werkstatt

4

Qualifizierung für Arbeiten an Hochvoltssystemen in Forschung, Entwicklung und Produktion

4.1 Qualifizierungsstufen vor Produktionsstart

4.1.1 Allgemein

Die erforderlichen Qualifizierungen (Inhalte und zeitlicher Umfang) sind gefährdungsorientiert in Abhängigkeit von den durchzuführenden Arbeiten und den Eingangsqualifikationen der Beschäftigten individuell festzulegen. Die aufgeführten Qualifizierungsinhalte sind beispielhaft und müssen an die konkreten Anforderungen der Tätigkeiten angepasst werden. Die Qualifizierung ist mit einem Nachweis der erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse in einer theoretischen und einer praktischen Prüfung abzuschließen. Die Qualifizierung ist zu dokumentieren.

Die notwendige Qualifikation ist in Abhängigkeit von den auszuführenden Arbeiten im nachfolgenden Stufenmodell dargestellt:

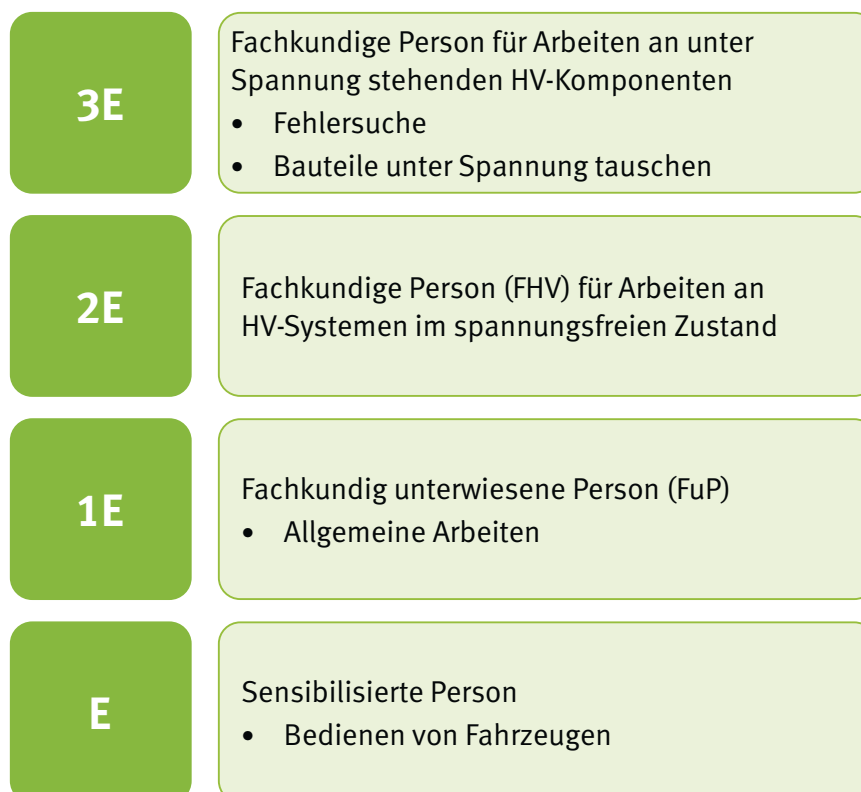


Abb. 8
Qualifizierungsstufen für Arbeiten vor Produktionsstart

Stufe E beschreibt das Sensibilisieren für den Umgang mit HV-Fahrzeugen. Wesentliche Elemente dabei sind beispielsweise das Bedienen, Reinigen, Besonderheiten des Fahrverhaltens und das Vorgehen beim Laden.

Stufe 1E beschreibt alle allgemeinen Arbeiten, die an Fahrzeugen mit HV-Systemen durchgeführt werden müssen, zum Beispiel Rädertausch, Ölwechsel. Die Beschäftigten müssen auf die möglichen elektrischen Gefährdungen durch das HV-System hingewiesen und zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Fahrzeugs unterwiesen werden.

Stufe 2E beschreibt die Fachkunde für Arbeiten an HV-Systemen im spannungsfreien Zustand. Diese Qualifizierungsstufe beinhaltet alle Arbeiten, die im spannungsfreien Zustand an HV-Systemen ausgeführt werden. Dazu ist die Außer- und Wiederinbetriebnahme der HV-Systeme entsprechend den Herstellervorgaben oder die Anwendung und Durchführung mindestens der ersten drei Regeln der „Fünf Sicherheitsregeln“ erforderlich.

Voraussetzung für die Qualifizierung zur **Stufe 3E** ist die erfolgreiche Absolvierung der Qualifizierung zur Stufe 2E und die sichere Durchführung der damit verbundenen praktischen Tätigkeiten. Mit der Qualifizierung zum Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen können alle Arbeiten am HV-System durchgeführt werden.

Wird während des Produktentstehungsprozesses festgestellt, dass Komponenten verbaut werden, deren Sicherheitsstandards denen der Serienproduktion entsprechen, kann die Zuordnung zu einer Qualifizierung nach SoP erfolgen. Die Festlegung und Entscheidung darüber trifft die fachkundig leitende Person.

Die Flussdiagramme im *Anhang 2* und *Anhang 3* helfen bei der Ermittlung des notwendigen Qualifizierungsumfangs.



Abb. 9 Fachkundige Person Hochvolt (FHV) bei Arbeiten an HV-Komponenten in der Entwicklung

4.1.2 Qualifikation **Stufe E: Sensibilisierte Person**

Für das Bedienen von HV-Fahrzeugen ist es ausreichend, die Beschäftigten auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch hinzuweisen und zu den dabei zu beachtenden Besonderheiten zu unterweisen. Zum Bedienen zählen auch Arbeiten, deren elektrische Gefährdung mit dem Bedienen durch den Fahrer oder die Fahrerin vergleichbar sind, zum Beispiel:

- Wechseln der Scheibenwischerblätter, Auffüllen von Wischwasser
- Vorbereiten der Fahrzeuge für Erprobungsfahrten
- Nutzen bekannter Befüllanschlüsse (z. B. für Motoröl, Kühlwasser)
- Benutzen von Bedienelementen mit neuen Symbolen und Gefahrenkennzeichnungen oder neuen Anschlüssen (z. B. Ladevorrichtung am Fahrzeug).

Zum Bedienen der Fahrzeuge gehört auch die Innen- und Außenreinigung. Allerdings ist darauf zu achten, dass alle Serviceklappen und Motorhauben

geschlossen sind, da sich dahinter HV-Komponenten befinden können, die bei einer Beschädigung eine Gefährdung darstellen. Bei unsachgemäßer Reinigung mit hohem Wasserdruck besteht die Gefahr der Beschädigung von HV-Komponenten.

Bei Unfällen, Beschädigungen und beim Bergen/Abschleppen können zusätzliche Gefährdungen auftreten. Fahrerinnen und Fahrer sind zu diesen Gefährdungen zu unterweisen. Darüber hinaus sind sie in zusätzliche Bedienelemente, wie beispielsweise einen Not-Aus-Schalter am Fahrarbeitsplatz, einzuweisen.



Für alle Bedienhandlungen sind die Hinweise der Entwicklungsabteilung zu berücksichtigen!

4.1.3 Qualifikation **Stufe 1E**: Fachkundig unterwiesene Person (FuP)

Für alle allgemeinen Arbeiten, die an Fahrzeugen mit HV-Systemen ausgeführt werden müssen, bedarf es einer Unterweisung durch eine Fachkundige Person (FHV).

Die Beschäftigten sollen im Umgang mit den HV-Systemen unterwiesen werden, damit sie sicher am Fahrzeug arbeiten können. Es soll erreicht werden, dass die Beschäftigten Fahrzeuge mit HV-Systemen sicher bedienen können, den Aufbau und die Wirkungsweise verstehen und mit den Kennzeichnungen der Komponenten vertraut sind. Inhalt der Unterweisung muss auch sein, dass Arbeiten an den HV-Komponenten unzulässig sind. Ein Nichtbeachten dieser Vorgaben kann zu elektrischem Schlag oder Störlichtbogenbildung führen.

Inhalte dieser Unterweisung müssen unter anderem sein:

- Elektrische Gefährdungen und Schutzmaßnahmen
- Bedienen von Fahrzeugen und den zugehörigen Einrichtungen (z. B. Prüfstände)
- Durchführung allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern
- Lage und Kennzeichnung der HV-Komponenten und Leitungen im und am Fahrzeug
- Durchführung aller mechanischen Tätigkeiten am Fahrzeug (aber: „Hände weg von orange!“)
- Außerbetriebnahme des HV-Systems, Service-Disconnect/Not-Aus betätigen als zusätzliche Sicherungsmaßnahme
- Unzulässige Arbeiten am Fahrzeug
- Einstellen der Arbeiten bei Unklarheiten und Information der zuständigen FHV
- Organisationsablauf bei Arbeiten an HV-Komponenten, die unter Leitung und Aufsicht einer FHV durchgeführt werden

Der zeitliche Umfang für die Unterweisung in der Stufe 1E muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 2 UE betragen.

4.1.4 Qualifikation **Stufe 2E: Fachkundige Person (FHV)**

Für alle Arbeiten, die an HV-Systemen ausgeführt werden, bedarf es einer elektrotechnischen Qualifikation der Beschäftigten nach Stufe 2E.

Die Qualifizierung zur Stufe 2E erfolgt unter Berücksichtigung der bereits erworbenen individuellen elektrotechnischen Kenntnisse.



Nach erfolgreicher Qualifikation sind die Fachkenntnisse durch regelmäßige Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten!

Die nachfolgend aufgeführten Qualifizierungsinhalte sind beispielhaft und müssen an die konkreten Anforderungen der Tätigkeiten angepasst werden. Das Flussdiagramm im *Anhang 2* hilft bei der Ermittlung des notwendigen Qualifizierungsumfangs.

Einstieg A: Personen ohne elektrotechnische Vorkenntnisse mit technischer Ausbildung

Qualifizierungsinhalte:

- Elektrotechnische Grundkenntnisse
- Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen
- Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei Arbeiten an HV-Komponenten
- Fach- und Führungsverantwortung
- Qualifikationen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik vs. Hochvolttechnik
- Einsatz von HV-Systemen im Fahrzeug
- Aufbau und Wirkungsweise von Bordnetzen in Fahrzeugen

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 4.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 100 UE (davon mindestens 16 UE Praxis) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren.

Einstieg B: Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Fahrzeugbereich, z. B. ausgebildet in der Kfz-Elektrik, Kfz-Mechatronik, Kfz-Mechanik, Land- und Baumaschinenmechatronik

Qualifizierungsinhalte:

- Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen
- Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei Arbeiten an HV-Komponenten
- Fach- und Führungsverantwortung
- Qualifikationen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik vs. Hochvolttechnik
- Einsatz von HV-Systemen im Fahrzeug

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 4.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 48 UE (davon mindestens 16 UE Praxis) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren.

Einstieg C: Personen mit elektrotechnischer Ausbildung, z. B. Industrieelektroniker und -elektronikerinnen, Elektromonteure und -monteurinnen, Elektroingenieurinnen und -ingenieure

Qualifizierungsinhalte:

- Fach- und Führungsverantwortung
- Qualifikationen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik vs. Hochvolttechnik
- Einsatz von HV-Systemen im Fahrzeug
- Aufbau und Wirkungsweise von Bordnetzen in Fahrzeugen

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 4.

Die Inhalte müssen an den aktuellen Wissensstand der Teilnehmenden angepasst werden.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 24 UE (davon mindestens 16 UE Praxis) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren.

Einstieg D: Personen mit theoretischen elektrotechnischen Grundkenntnissen

Für Beschäftigte, die über theoretische elektrotechnische Grundkenntnisse verfügen, die sie beispielsweise aufgrund ihrer Ausbildung oder in einem technischen oder naturwissenschaftlichen Studium erworben haben, ist die notwendige Qualifizierung individuell zu ermitteln.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten individuell ermittelt werden und mindestens 16 UE Praxis beinhalten. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren.

4.1.5 Qualifikation **Stufe 3E**: Fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten

Mit der Qualifikation für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten kann die Fehlersuche an unter Spannung stehenden HV-Komponenten durchgeführt werden, wenn das Fahrzeug nicht spannungsfrei geschaltet oder die Spannungsfreiheit nicht festgestellt werden kann. Dasselbe gilt für Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeichern und für Arbeiten mit entsprechendem Gefährdungspotenzial, zum Beispiel die Hochspannungsprüfung nach Arbeitsanweisung.

Jede Arbeit, bei der Beschäftigte mit Körperteilen oder Gegenständen (Werkzeuge, Geräte, Ausrüstungen oder Vorrichtungen) HV-Komponenten oder Teile berühren können, gilt dann als Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten, wenn der spannungsfreie Zustand nicht sichergestellt ist und eine elektrische Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.



Abb. 10
Arbeiten an unter
Spannung stehenden
HV-Komponenten

Das Feststellen der Spannungsfreiheit gilt nicht als Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten, wenn durch das Arbeitsverfahren und die Arbeitsmittel eine elektrische Gefährdung ausgeschlossen ist.

Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten bedeuten für die Beschäftigten ein Gefährdungspotenzial, das höher ist als bei Arbeiten im spannungsfreien Zustand. Um diese Arbeiten sicher durchführen zu können, ist eine weitergehende Qualifizierung erforderlich. Zum Erlangen dieser zusätzlichen Qualifikation sind die nachfolgend genannten persönlichen Voraussetzungen zu erfüllen.

Vor Beginn der Maßnahme ist nachzuweisen, dass die zu qualifizierende Person

- mindestens eine Qualifikation nach Stufe 2E besitzt,
- mindestens 18 Jahre alt ist und
- eine erfolgreich abgeschlossene Erste-Hilfe-Ausbildung einschließlich Herz-Lungen-Wiederbelebung (9 Unterrichtseinheiten nach DGUV Information 204-022 „Erste Hilfe im Betrieb“) hat.

Zudem muss sichergestellt sein, dass die zu qualifizierende Person keine gesundheitlichen Einschränkungen besitzt (z. B. Implantatträger(in), Epilepsie, ...), die zu Gefährdungen bei der Durchführung von Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten führen können (siehe auch § 7 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“).

Bei Eignungsbeurteilungen für Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten sind durch den Unternehmer oder die Unternehmerin geeignete Rechtsgrundlagen (individual- oder kollektivrechtliche Vereinbarungen) zu beachten (siehe auch DGUV Information 250-010 „Eignungsuntersuchungen in der betrieblichen Praxis“). Die Beurteilungen sind getrennt von der Arbeits-

medizinischen Vorsorge zu handhaben. Liegen Rechtsgrundlagen für eine Eignungsuntersuchung vor, können die jeweils aktuellen Empfehlungen der DGUV für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen auch dafür genutzt werden. Diese arbeitsmedizinischen Empfehlungen geben Anhaltspunkte für die Durchführung von Eignungsbeurteilungen, um Aspekte der gesundheitlichen Eignung von Versicherten in Bezug auf die vorgesehenen Tätigkeiten zu beurteilen.

Da es sich bei Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten grundsätzlich um gefährliche Arbeiten nach § 8 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ handelt, ist in der Regel eine zweite Person erforderlich. Diese muss mindestens eine Fachkundig unterwiesene Person (FuP) und in Erster Hilfe ausgebildet sein.

Darüber hinaus müssen Beschäftigte zeitnah vor der Ausbildung zur Stufe 3E mindestens einjährige praktische berufliche Erfahrung im KFZ- oder Elektrobereich besitzen. Das ist zum Beispiel durch eine Berufsausbildung in der KFZ-Mechatronik erfüllt.

Beschäftigte mit einer Qualifikation nach Stufe 2E ohne Ausbildung im Bereich KFZ oder Elektrotechnik besitzen nicht zwangsläufig in ausreichendem Maße die für das Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten erforderlichen fundierten theoretischen und praktischen elektrotechnischen Kenntnisse und Fähigkeiten. Daher müssen die vorhandenen Kenntnisse der Beschäftigten überprüft werden, um zu entscheiden, welche weiteren zusätzlichen Kenntnisse und Fähigkeiten als Voraussetzung für die Qualifizierung nach Stufe 3E notwendig sind.

Qualifizierungsinhalte

- Sichere Arbeitsverfahren für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen
- Arten, Aufbau, spezifische Eigenschaften und Gefährdungspotenzial von HV-Energiespeichern
- Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 4.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss mindestens 24 UE Präsenzschiung (davon mind. 16 UE Praxis) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren.



Nach erfolgreicher Qualifikation sind die Fachkenntnisse durch regelmäßige Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten!

4.2 Qualifizierung für Arbeiten bei der Erstellung und Inbetriebnahme im Fertigungsprozess

4.2.1 Montage

Bei der Montage werden oft wiederkehrende Arbeiten ausgeführt, die auch durch Fachkundig unterwiesene Personen (FuP) erfolgen können. Die Arbeiten sind gemäß Abschnitt 3.2 zu beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen sind abzuleiten. Dazu müssen technische Maßnahmen umgesetzt und verbindliche Arbeitsanweisungen erstellt werden. Die fachliche Richtigkeit der standardisierten Arbeitsanweisungen wird von einer Fachkundigen Person Hochvolt (FHV) geprüft. Die verantwortlichen Führungskräfte können die Leitung und Aufsicht der Montage auf der Grundlage dieser standardisierten Arbeitsverfahren übernehmen.

Die Inhalte der Arbeitsanweisungen sind den Beschäftigten durch Einweisung (z. B. im Rahmen der Produktschulung) oder Unterweisung zu vermitteln. Die Beschäftigten müssen die Inhalte verstanden haben.

Für die nachhaltige Integration der standardisierten Arbeitsverfahren in den Produktionsprozess, die Erstellung erforderlicher Dokumentationen und die Kontrolle der Umsetzung sind die jeweiligen Vorgesetzten verantwortlich.

4.2.2 Inbetriebnahme (Finish)

Mit der Inbetriebnahme des HV-Systems durch Einspeisung über die Spannungsquelle erhöht sich das Gefährdungspotenzial. Dadurch können je nach Tätigkeit am Fahrzeug weitere Qualifizierungsmaßnahmen für die Beschäftigten erforderlich werden. Dabei sind besonders folgende Unterscheidungen zu treffen, die unterschiedliche Gefährdungspotenziale berücksichtigen:

4.2.2.1 Batterieinbetriebnahme mit vollständigem Berührungs- und Lichtbogenschutz

Die Inbetriebnahme durch eine Fachkundig unterwiesene Person (FuP) nach standardisierten Arbeitsverfahren (wie bei der Montage beschrieben) ist ausreichend.

4.2.2.2 Batterieinbetriebnahme ohne vollständigen Berührungs- und Lichtbogenschutz

Der Schutz gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen ist nicht ausschließlich mit technischen Mitteln sichergestellt. Diese Arbeiten dürfen nur von Beschäftigten mit einer Qualifikation nach Stufe 3E ausgeführt werden.

4.2.2.3 Nacharbeit ohne Fehler im HV-System

Wenn die Nacharbeit keinen Eingriff in das HV-System erfordert, können diese Arbeiten von einer Fachkundig unterwiesenen Person (FuP) nach standardisierten Arbeitsverfahren (wie bei der Montage beschrieben) ausgeführt werden.

Das schließt auch Arbeiten am konventionellen Bordnetz bis 30V AC und 60V DC ein.

4.2.2.4 Nacharbeit mit Fehler im HV-System

Sind Arbeiten am HV-System notwendig, muss der spannungsfreie Zustand des HV-Systems sichergestellt werden. Diese Arbeiten erfordern Beschäftigte mit einer Qualifikation nach dem Stufenmodell Stufe 2E. Die Festlegungen beinhalten auch Arbeiten am konventionellen Bordnetz bis 30VAC und 60VDC, wenn Komponenten des HV-Systems betroffen sind.

Für die Fehlersuche im HV-System können Arbeiten unter Spannung erforderlich sein. In diesem Falle ist die Qualifikation nach Stufe 3E notwendig.



Abb. 11 Spannungsprüfung an einer HV-Komponente

4.2.3 Elektrische Prüfungen

Wenn im Fertigungs-/Montageprozess elektrische Prüfungen durchgeführt werden, z. B. Durchgängigkeit des Schutzpotenzialausgleichs, Isolationsmessungen, Spannungsmessungen, müssen die Vorgaben der DIN EN 50191 (VDE 0104) und der DGUV Information 203-034 „Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfanlagen“ berücksichtigt werden. Hinsichtlich der erforderlichen Qualifikation sind außerdem folgende Unterscheidungen zu berücksichtigen:

- Kann der spannungsfreie Zustand nicht sichergestellt werden, müssen Beschäftigte mit der Qualifikation nach Stufe 3E eingesetzt werden.
- Bei Prüfungen mit vollständigem Berührungs- und Lichtbogenschutz ist
 - eine Qualifikation nach Stufe 2E notwendig, wenn das Messergebnis bewertet werden muss.
 - eine Qualifikation nach Stufe 1E notwendig, wenn das Messergebnis nicht bewertet werden muss.

5

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen mit Hochvoltssystemen

5.1 Qualifizierungsstufen

5.1.1 Allgemein

Von den verbauten HV-Komponenten geht bei Serienfahrzeugen unter normalen Bedingungen keine elektrische Gefahr aus. Dennoch ist es nicht ausgeschlossen, dass bei Reparatur- oder Servicearbeiten unter Spannung stehende Teile berührt werden können. Diese Gefährdung ist noch höher, wenn es sich um Unfallfahrzeuge mit HV-Komponenten handelt.

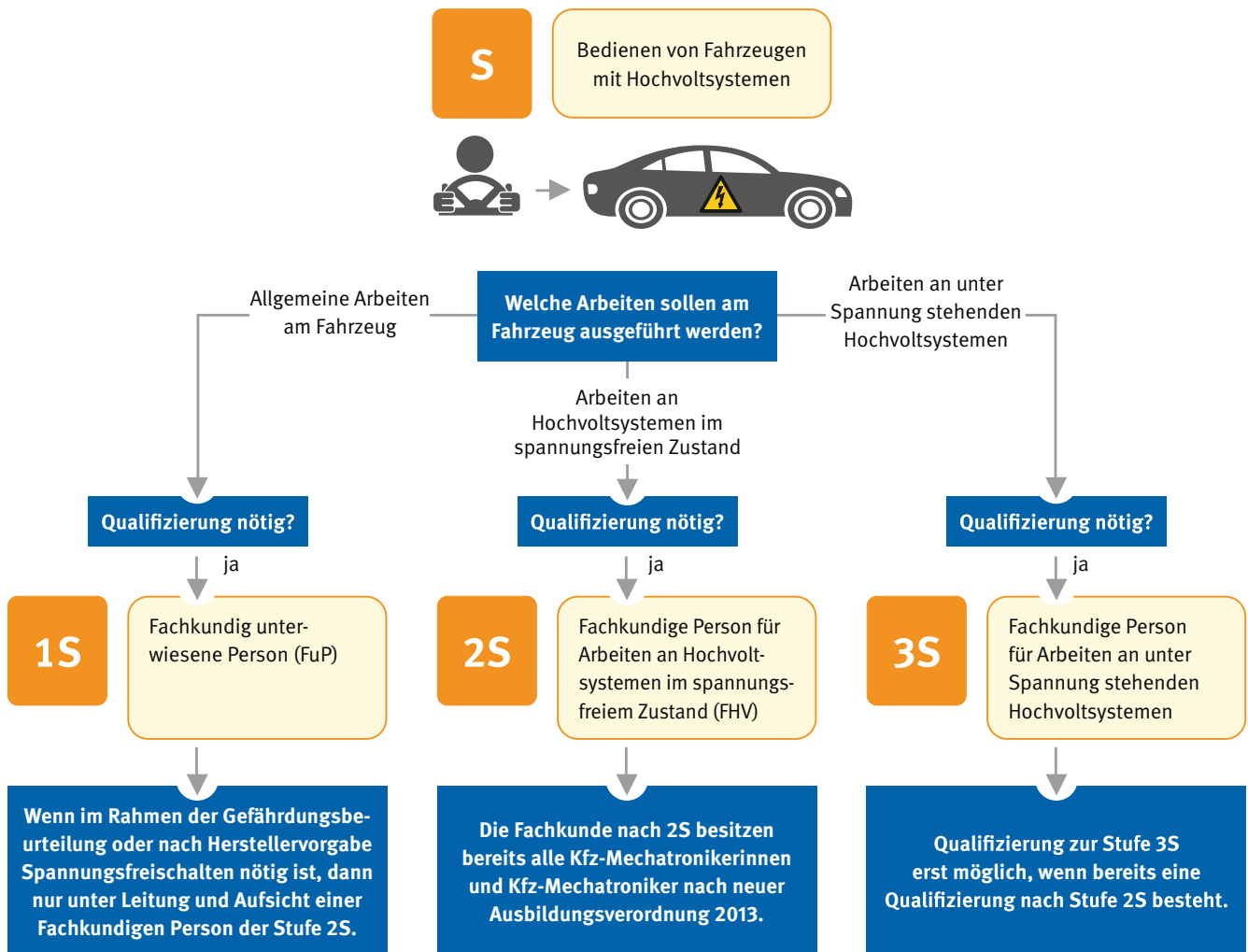


Abb. 12 Klassifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen im KFZ-Bereich

Unternehmerinnen und Unternehmer oder die von ihnen beauftragten Führungskräfte tragen die Verantwortung für den Arbeitsschutz. Sie müssen sicherstellen, dass für Arbeiten an HV-Komponenten nur fachkundige Personen eingesetzt werden, die die Gefahren an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen richtig beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen festlegen können (s. Abb. 12: Klassifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen).

Fachkundige Personen (FHV) können weitere Personen zu den Gefahren von Hochvoltssystemen unterweisen. Diese Unterweisungen sind immer dann durchzuführen, wenn an neuen Fahrzeugtypen oder Fahrzeugen, die mit neuen HV-Systemen oder Komponenten ausgerüstet sind, gearbeitet werden soll. Die Unterweisungen müssen immer von einer fachkundigen Person (FHV) durchgeführt und dokumentiert werden. Die Fachkunde für Arbeiten an Hochvolt-Systemen wird in Abhängigkeit von den zu verrichtenden Tätigkeiten am HV-Fahrzeug in folgende Stufen aufgeteilt:

3S	Fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten <ul style="list-style-type: none">• Fehlersuche• Bauteile unter Spannung tauschen
2S	Fachkundige Person (FHV) für Arbeiten an HV-Systemen im spannungsfreien Zustand
1S	Fachkundig unterwiesene Person (FuP) <ul style="list-style-type: none">• Allgemeine Arbeiten
S	Sensibilisierte Person <ul style="list-style-type: none">• Bedienen von Fahrzeugen

Abb. 13
Qualifizierungsstufen für Arbeiten an Serienfahrzeugen

5.1.2 Qualifikation **Stufe S**: Sensibilisierte Person

Für das Bedienen von HV-Fahrzeugen ist es ausreichend, die Beschäftigten auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch hinzuweisen und zu den dabei zu beachtenden Besonderheiten zu unterweisen. Zum Bedienen zählen auch Servicearbeiten, deren elektrische Gefährdung mit dem Bedienen durch den Fahrer oder die Fahrerin vergleichbar ist, zum Beispiel:

- Wechseln der Scheibenwischerblätter, Auffüllen von Wischwasser
- Spezielle Verfahren zum Aufrüsten der Fahrzeuge (z. B. Vorbereitung der Fahrzeuge in Verkehrsbetrieben)
- Nutzen bekannter Befüllanschlüsse (z. B. für Motoröl, Kühlwasser)
- Benutzen von Bedienelementen mit neuen Symbolen und Gefahrenkennzeichnungen oder neuen Anschlüssen (z. B. Ladevorrichtung am Fahrzeug)

Zum Bedienen der Fahrzeuge gehört auch die Innen- und Außenreinigung. Allerdings ist bei Reinigungsarbeiten darauf zu achten, dass alle Serviceklappen und Motorhauben geschlossen sind, da sich dahinter HV-Komponenten befinden können, die bei einer Beschädigung eine Gefährdung darstellen. Bei unsachgemäßer Reinigung mit hohem Wasserdruck besteht die Gefahr der Beschädigung von HV-Komponenten. Dabei sind immer die Herstellervorgaben zu beachten.

Bei Unfällen, Beschädigungen und beim Bergen/Abschleppen können zusätzliche Gefährdungen auftreten (siehe VDA-Broschüre „Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt- und 48-Volt-Systemen“). Fahrerinnen und Fahrer sind für diese Gefährdungen zu sensibilisieren. Darüber hinaus sind sie in zusätzliche Bedienelemente, wie einen Not-Aus-Schalter am Fahrarbeitsplatz, einzuweisen.

Sensibilisierungen können von der Unternehmerin oder vom Unternehmer oder von einer geeigneten Person, z. B. einer Fachkundig unterwiesenen Person (FuP), durchgeführt werden.

5.1.3 Qualifikation **Stufe 1S**: Fachkundig unterwiesene Person (FuP)

Fachkundig unterwiesene Personen dürfen allgemeine Arbeiten am Fahrzeug, die nicht unmittelbar das HV-System betreffen, durchführen. Dazu zählen zum Beispiel Karosseriearbeiten, Öl- und Radwechsel, Arbeiten an der konventionellen Bremsanlage in der Nähe von Radnabenmotoren, Arbeiten neben den HV-Leitungen an der Lenkung, dem Verbrennungsmotor, den Achsen usw. sowie Arbeiten am konventionellen Bordnetz (bis 30 V AC und 60 V DC). Beschäftigte könnten bei diesen Arbeiten durch Fehlhandlungen oder im Fehlerfall einer elektrischen Gefährdung ausgesetzt sein. Sie müssen zu diesen Gefährdungen, den Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln von Fachkundigen Personen (FHV) unterwiesen werden. Der inhaltliche und zeitliche Umfang der Unterweisung orientiert sich an der Art der durchzuführenden Arbeiten und dem dabei zu erwartenden Gefährdungspotenzial.

Für umfangreichere mechanische Arbeiten, die unter Umständen in der Nähe von HV-Komponenten durchgeführt werden, wie Schweiß-, Bohr- und Schleifarbeiten, ist die Kenntnis der genauen Lage der HV-Komponenten erforderlich. Die unterwiesenen Personen müssen beim Umgang mit Werkzeugen und Hilfsmitteln in der Nähe des HV-Systems auf die möglichen Gefahren hingewiesen werden. Sie müssen mit den Kennzeichnungen der Komponenten vertraut sein. Inhalt der Unterweisung muss auch sein, dass Arbeiten an den HV-Komponenten unzulässig sind. Versehentliches Beschädigen, Knicken oder Quetschen von HV-Leitungen ist der zuständigen Fachkundigen Person zu melden. Ein Nichtbeachten dieser Vorgaben kann zu elektrischem Schlag oder Störlichtbogenbildung führen.

Die Unterweisung muss dokumentiert werden (Beispiel → siehe Anhang 7).

Inhalte dieser Unterweisung müssen unter anderem sein:

- Elektrische Gefährdungen und Schutzmaßnahmen
- Bedienen von Fahrzeugen und zugehörigen Einrichtungen
- Durchführung allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern
- Lage und Kennzeichnung der HV-Komponenten und Leitungen im und am Fahrzeug
- Durchführung aller mechanischen Tätigkeiten am Fahrzeug (aber: „Hände weg von orange!“)
- Außerbetriebnahme des HV-Systems nach Herstellervorgabe als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme
- Unzulässige Arbeiten am Fahrzeug
- Einstellen der Arbeiten bei Unklarheiten und Information der zuständigen FHV
- Organisationsablauf bei Arbeiten, die unter Leitung und Aufsicht einer FHV durchgeführt werden

Der zeitliche Umfang für die Unterweisung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 2 UE betragen.

5.1.4 Qualifikation Stufe 2S: Fachkundige Person (FHV)

Die erfolgreiche Qualifizierung nach dieser Stufe befähigt die Fachkundigen, an Hochvoltssystemen selbstständig und sicher zu arbeiten. Alle Arbeiten an spannungsfreien HV-Systemen und -Komponenten oder in deren Gefährdungsbereich, z. B. Messen von Isolationswiderständen, Instandsetzen, Auswechseln, Ändern und Prüfen, zählen zu Arbeiten an Hochvoltssystemen im spannungsfreien Zustand.

Für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an HV-Systemen ist eine Qualifikation zur Fachkundigen Person (FHV) notwendig. Die FHV muss in der Lage sein, den spannungsfreien Zustand entsprechend den „Fünf Sicherheitsregeln“ und den Herstellerangaben herzustellen.

Arbeiten an HV-Systemen im spannungsfreien Zustand dürfen nur von Fachkundigen Personen (FHV) oder unter Leitung und Aufsicht einer FHV durchgeführt werden!

Der Umfang der Qualifizierung hängt vom Grad der elektrischen Gefährdung und von den Vorkenntnissen des Mitarbeiters oder der Mitarbeiterin ab. Die Fachkenntnisse sind durch Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten.

In den Ausbildungsberufen der Kfz-Branche werden in Abhängigkeit von den jeweils gültigen Rahmenlehrplänen elektrotechnische Grundkenntnisse sowohl im theoretischen als auch im praktischen Teil vermittelt. Darüber hinaus werden das Messen elektrischer Größen und das Arbeiten an elektrischen Aggregaten und Systemen des konventionellen Bordnetzes bis 30 V AC/60 V DC sowohl in der überbetrieblichen als auch in der betrieblichen Ausbildung praktisch vermittelt. Unter anderem vermitteln die Ausbildungen für Mechaniker und Mechanikerinnen für Karosserieinstandhaltungstechnik sowie für Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker und -mechanikerinnen in den Fachrichtungen

- Karosserieinstandhaltungstechnik
 - Karosseriebau- und Fahrzeugbautechnik
- seit 2002 diese Kenntnisse.

Personen, die die Ausbildung im Bereich Kfz-Mechatronik in den Schwerpunkten

- Personenkraftwagentechnik
- Nutzfahrzeugtechnik
- Motorradtechnik
- Karosserietechnik

nach der Verordnung über die Berufsausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker und zur Kraftfahrzeugmechatronikerin vom 14. Juni 2013 erfolgreich abgeschlossen haben, besitzen die Fachkunde nach Stufe 2S.

Personen, die die Ausbildung im Bereich Karosserie- und Fahrzeugbaumechanik in den Fachrichtungen

- Karosserieinstandhaltungstechnik
- Karosserie- und Fahrzeugbautechnik

nach der Verordnung über die Berufsausbildung zum Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker und zur Karosserie- und Fahrzeugbaumechanikerin (Fahrzeugbaumechanikerausbildungsverordnung – FzMechAusbV) vom 10. Juni 2014 erfolgreich abgeschlossen und eine einwöchige überbetriebliche Ausbildung mit anschließend bestandener Sachkundeprüfung im Bereich „Hochvolttechnik“ haben, sind ebenfalls nach Stufe 2S qualifiziert.

Personen, die eine Ausbildung im Bereich Kfz-Mechatronik in dem Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“ erfolgreich abgeschlossen haben, besitzen bereits die Qualifikation nach Stufe 3S.



Nach erfolgreicher Qualifikation sind die Fachkenntnisse durch regelmäßige Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten!

Die nachfolgend aufgeführten Qualifizierungsinhalte sind Beispiele und müssen an die konkreten Anforderungen der Tätigkeiten angepasst werden. Das Flussdiagramm im *Anhang 5* hilft bei der Ermittlung des notwendigen Qualifizierungsumfangs.

Einstieg A: Personen ohne elektrotechnische Vorkenntnisse mit technischer Ausbildung

Qualifizierungsinhalte:

- Elektrotechnische Grundkenntnisse
- Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen
- Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei Arbeiten an HV-Komponenten
- Fach- und Führungsverantwortung
- HV-Konzept und Fahrzeugtechnik
- Allgemeines praktisches Vorgehen
- Aufbau und Wirkungsweise von Bordnetzen in Fahrzeugen

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 6.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 80 UE (davon mindestens 8 UE Praxis)) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren (Beispiel s. Anhang 8).

Einstieg B: Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Fahrzeugbereich, z. B. in der Kfz-Elektrik, -Mechatronik, -Mechanik oder der Land- und Baumaschinenmechatronik

Qualifizierungsinhalte:

- Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen
- Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei Arbeiten an HV-Komponenten

- Fach- und Führungsverantwortung
- HV-Konzept und Fahrzeugtechnik
- Allgemeines praktisches Vorgehen
- Aufbau und Wirkungsweise von Bordnetzen in Fahrzeugen

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 6.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 16 UE (davon mindestens 8 UE Praxis) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren (Beispiel s. Anhang 8).

Einstieg C: Personen mit theoretischen elektrotechnischen Kenntnissen

Für Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung über theoretische elektrotechnische Kenntnisse verfügen, ist die notwendige Qualifizierung individuell zu ermitteln.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten individuell ermittelt werden und mindestens 8 UE Praxis beinhalten. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren (Beispiel s. Anhang 8).

5.1.5 Qualifikation **Stufe 3S**: Fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen

Mit der Qualifikation für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen kann die Fehlersuche an unter Spannung stehenden HV-Komponenten durchgeführt werden, wenn das Fahrzeug nicht spannungsfrei geschaltet oder die Spannungsfreiheit nicht festgestellt werden kann. Dasselbe gilt für Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeichern und bei Arbeiten mit entsprechendem Gefährdungspotenzial, z. B. für die Hochspannungsprüfung nach Herstellervorgaben.

Jede Arbeit, bei der Beschäftigte mit Körperteilen oder Gegenständen (Werkzeuge, Geräte, Ausrüstungen oder Vorrichtungen) HV-Komponenten oder Teile berühren können, gilt dann als Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen, wenn der spannungsfreie Zustand nicht sichergestellt ist und eine elektrische Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

Das Feststellen der Spannungsfreiheit gilt nicht als Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen, wenn durch das Arbeitsverfahren und die Arbeitsmittel eine elektrische Gefährdung ausgeschlossen wird.

Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen bedeuten für die Beschäftigten ein Gefährdungspotenzial, das höher ist als das bei Arbeiten im spannungsfreien Zustand. Um diese Arbeiten sicher durchführen zu können, ist eine weitergehende Qualifizierung erforderlich. Zum Erlangen dieser zusätzlichen Qualifikation sind folgende persönlichen Voraussetzungen zu erfüllen.

Vor Beginn der Maßnahme ist nachzuweisen, dass die zu qualifizierende Person

- mindestens eine Qualifikation nach Stufe 2S besitzt,
- mindestens 18 Jahre alt ist und

- eine erfolgreich abgeschlossene Erste-Hilfe-Ausbildung einschließlich Herz-Lungen-Wiederbelebung (9 Unterrichtseinheiten nach DGUV Information 204-022 „Erste Hilfe im Betrieb“) hat.

Zudem muss sichergestellt sein, dass die zu qualifizierende Person keine gesundheitlichen Einschränkungen besitzt (z. B. Implantatträger(in), Epilepsie, ...), die zu Gefährdungen bei der Durchführung von Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten führen können (siehe auch § 7 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“).

Bei Eignungsbeurteilungen für Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten sind durch den Unternehmer oder die Unternehmerin geeignete Rechtsgrundlagen (individual- oder kollektivrechtliche Vereinbarungen) zu beachten (siehe auch DGUV Information 250-010 „Eignungsuntersuchungen in der betrieblichen Praxis“). Die Beurteilungen sind getrennt von der arbeitsmedizinischen Vorsorge zu handhaben. Liegen Rechtsgrundlagen für eine Eignungsuntersuchung vor, können die jeweils aktuellen Empfehlungen der DGUV für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen auch dafür genutzt werden. Diese arbeitsmedizinischen Empfehlungen geben Anhaltspunkte für die Durchführung von Eignungsbeurteilungen, um Aspekte der gesundheitlichen Eignung von Versicherten in Bezug auf die vorgesehenen Tätigkeiten zu beurteilen.

Da es sich bei Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten grundsätzlich um gefährliche Arbeiten nach § 8 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ handelt, ist in der Regel eine zweite Person erforderlich. Sie muss mindestens eine Fachkundig unterwiesene Person (FuP) und in Erster Hilfe ausgebildet sein.

Darüber hinaus müssen Beschäftigte zeitnah vor der Ausbildung zur Stufe 3S mindestens einjährige praktische berufliche Erfahrung im KFZ- oder Elektrobereich besitzen. Diese Voraussetzung ist zum Beispiel durch eine Berufsausbildung in der KFZ-Mechatronik erfüllt.

Beschäftigte mit einer Qualifikation nach Stufe 2S ohne Ausbildung im Bereich KFZ oder Elektrotechnik besitzen nicht zwangsläufig in ausreichendem Maße die für das Arbeiten unter Spannung an HV-Komponenten erforderlichen fundierten theoretischen und praktischen elektrotechnischen Kenntnisse und Fähigkeiten. Daher müssen die vorhandenen Kenntnisse der Beschäftigten geprüft werden, um zu entscheiden, welche weiteren zusätzlichen Kenntnisse und Fähigkeiten als Voraussetzung für die Qualifizierung nach Stufe 3S notwendig sind.

Qualifizierungsinhalte:

- Sichere Arbeitsverfahren für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen
- Arten, Aufbau, spezifische Eigenschaften und Gefährdungspotenzial von HV-Energiespeichern
- Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten

Eine Spezifikation der Qualifizierungsinhalte erfolgt in Anhang 6.

Der zeitliche Umfang für die Qualifizierung muss je nach Art und Umfang der Arbeiten mindestens 24 UE (davon mindestens 16 UE Praxis) betragen. Dabei ist die Qualifizierungsmaßnahme so zu gestalten, dass alle Teilnehmenden praktische Übungen durchführen müssen.

Die Fachkunde ist mit einer Prüfung nachzuweisen und zu dokumentieren.



Abb. 14 Beispiel für das Absichern des Arbeitsbereichs bei Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten



Nach erfolgreicher Qualifikation sind die Fachkenntnisse durch regelmäßige Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten!

5.2 Pannenhilfe

Im Rahmen der Pannenhilfe werden kleinere Schäden an betriebsunfähigen Fahrzeugen vor Ort repariert, um die Fahrbereitschaft der Fahrzeuge möglichst unverzüglich wiederherzustellen. Größere Schäden werden grundsätzlich in der Werkstatt behoben. Dabei muss berücksichtigt werden, ob es sich um allgemeine Arbeiten am Fahrzeug oder um Arbeiten am HV-System des Fahrzeugs handelt.

Für Pannenhilfe an Fahrzeugen mit HV-System ist eine Qualifikation gemäß Abb. 13: Qualifizierungsstufen für Arbeiten an Serienfahrzeugen, mindestens jedoch eine Qualifikation nach Stufe 1S erforderlich.

Beim Abschleppen von Fahrzeugen müssen die Vorgaben des Fahrzeugherstellers berücksichtigt werden. Als zusätzliche Maßnahme kann gegebenenfalls das HV-System des Fahrzeugs durch Betätigen des Service-Disconnects/Not-Aus deaktiviert werden (..... siehe VDA-Broschüre „Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt- und 48-Volt-Systemen“).

Bei Arbeiten mit Kran oder Seilwinde ist darauf zu achten, dass keine HV-Komponenten beschädigt werden. Wird das Fahrzeug an Dritte übergeben, wird empfohlen, über die eingeleiteten Maßnahmen zu informieren und sich darüber eine Bestätigung geben zu lassen.

5.3 Unfallhilfe und Bergen von Fahrzeugen

Die HV-Komponenten sind in den Fahrzeugen gegen Beschädigung bei Unfällen konstruktiv geschützt eingebaut. Trotzdem könnte nach einem Unfall mit Sachschaden Spannung am verunfallten Fahrzeug anliegen. Die Sicherheit der Rettungs- und Unfallhilfskräfte ist in jedem Fall zu gewährleisten. Für Rettungs- und Unfallhilfskräfte existieren Rettungsleitfäden, in denen die erforderlichen fahrzeugspezifischen Informationen enthalten sind, um das HV-System des Fahrzeugs zu deaktivieren.



Wurden durch einen Unfall Airbags und Gurtstraffer ausgelöst, ist das HV-System in der Regel automatisch deaktiviert. Es liegt aber kein Freischalten entsprechend Abschnitt 3.2.2. vor.

Sind Fahrzeuge zum Beispiel durch Fremdeinwirkung so schwer beschädigt, dass eine erhöhte Brandgefahr besteht, hat der Unfallhilfsdienst die Aufgabe, den Gefahrenbereich abzusichern und die Feuerwehr zu alarmieren (→ siehe FB FBH-024 „Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden“).

Austretende Stoffe können, je nach Typ des Energiespeichers, gefährliche Stoffeigenschaften aufweisen. Jeder Kontakt ist zu vermeiden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der Energiespeicher auch später noch durch interne Reaktionen in Brand geraten könnte.

Das Bergen stark beschädigter Hochvolt-Fahrzeuge und separierter HV-Energiespeicher muss mit geeigneten Hilfsmitteln und entsprechender persönlicher Schutzausrüstung (Gesichtsschutz, bei Bedarf Atemschutz, Schutzhandschuhe für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen) erfolgen (→ siehe VDA-Broschüre „Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt- und 48-Volt-Systemen“).

Bei der Übergabe des verunfallten Fahrzeugs an Behördenvertreter und -vertreterinnen sowie Bergeunternehmen wird empfohlen mitzuteilen, welche Maßnahmen bereits ergriffen wurden. Besonders wichtig ist der Hinweis auf eine mögliche Gefährdung durch beschädigte HV-Komponenten.



Für das Rettungs- und Bergpersonal ist mindestens eine Qualifikation zur Fachkundig unterwiesenen Person (FuP) nach Abschnitt 5.1.3 erforderlich. Bei unklaren Situationen oder wenn eine elektrische Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann ist eine Fachkundige Person hinzuzuziehen.

5.4 Verschrotten/Verwerten/Recycling

Beim Verschrotten/Verwerten/Recycling müssen die vom HV-Fahrzeug ausgehenden elektrischen Gefährdungen berücksichtigt werden. Die HV-Fahrzeuge sind dabei nicht immer von außen als solche zu erkennen. Daher müssen die Fahrzeuge vorab auf das Vorhandensein von HV-Komponenten geprüft werden. Die orangefarbenen Leitungen, die Aufkleber mit dem Hinweis auf Hochvolt und Batterien mit der Aufschrift höherer Spannungswerte als die bisher üblichen 12, 24 und 42 Volt sind eindeutige Hinweise auf ein vorhandenes HV-System. Von den verbauten HV-Komponenten geht bei Serienfahrzeugen unter normalen Bedingungen keine elektrische Gefahr aus. Bei zerstörter oder beschädigter Isolierung oder Abdeckung der HV-Komponenten besteht die Gefahr der Störlichtbogenbildung durch Kurzschluss oder des elektrischen Schlags beim Berühren der unter Spannung stehenden Teile.

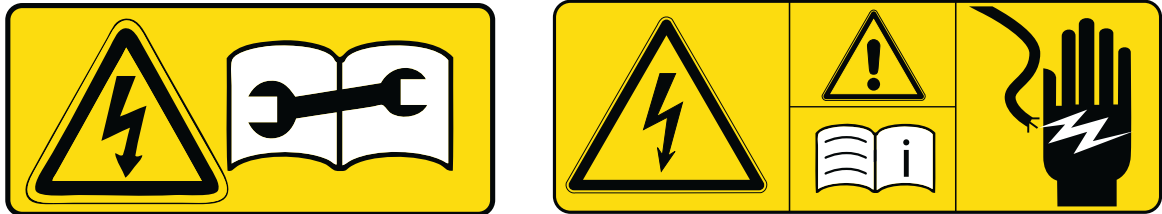


Abb. 15 Beispiele für die Kennzeichnung von HV-Komponenten



Vor dem Verschrotten/Verwerten/Recycling muss das HV-System von einer Fachkundigen Person (FHV) unter Beachtung der konkreten Herstelleranweisungen sicher freigeschaltet (s. Abschnitt 3.2.2), die HV-Komponenten müssen vom Bordnetz getrennt und für den Ausbau vorbereitet werden. Danach sind die elektrischen Energiespeicher (z. B. Batterien, Supercaps u. a.) entsprechend den Herstelleranweisungen auszubauen und fachgerecht zu entsorgen.

Müssen Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten durchgeführt werden (z. B. Zerlegen des Energiespeichers), ist eine Qualifikation nach Stufe 3S erforderlich.

Anhang 1

Mustergefährdungsbeurteilung

Betriebsstätte	Kfz-Servicewerkstatt	Branche:	KFZ-Instandhaltung
Betriebsbereich:	Instandhaltungsmaßnahmen und Servicearbeiten	Stand:	..
Arbeitsplatz:	Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen	Blatt-Nr.	...
Ermittelte Gefährdungen (Beschreibung)		Handlungsbedarf	
Risiko		Wirksamkeit	
	☺ ☹ ☹ ☹	Wer	Wirk-sam ab
	☺ ☹ ☹ ☹	Bis wann	Wer
	☺ ☹ ☹ ☹		
Allgemein Fehlverhalten aufgrund von unzureichenden Kenntnissen im Umgang mit HV-Fahrzeugen	☐ Erstellen einer Betriebsanweisung zum Umgang mit HV-Fahrzeugen auf Basis der Betriebsanleitung des Fahrzeugherstellers ☐ Beschäftigte auf Grundlage der erstellten Betriebsanweisung unterweisen. ☐ Das Handhaben von Unfallfahrzeugen ist gesondert zu berücksichtigen. ☐ ...		
Elektrischer Schlag und Störlichtbogen (an HV-Systemen)	☐ Die Vorgaben des Herstellers sind bei Arbeiten am Fahrzeug zu beachten. ☐ Bei nicht elektrotechnischen Arbeiten ist zu prüfen, ob HV-Komponenten im Arbeitsbereich verbaut sind; wenn ja, dann HV-System freischalten. ☐ Arbeiten am HV-System nur durch Beschäftigte, die die erforderliche Fachkunde besitzen, oder unter deren Leitung und Aufsicht ☐ Kennzeichnung der Fahrzeuge, die mit HV-Komponenten ausgestattet sind, z. B. Schild mit Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung (z. B. W012 ⚠) ☐ Kenntlichmachung der Schaltzustände der HV-Komponenten gemäß der DGUV Information 209-093. ☐ Abgrenzung des Arbeitsbereichs bei Arbeiten am HV-System ☐ Sichtkontrolle der HV-Komponenten auf äußerlich erkennbare Mängel		

Arbeitsblatt: Gefährdungen und Schutzziele			
		<input type="checkbox"/> Arbeiten am HV System Grundsätzlich nur im spannungsfreien Zustand und Umsetzung der 5 Sicherheitsregeln Anmerkung: Die ersten drei Regeln müssen immer angewandt werden, im Einzelfall ist zu entscheiden, ob die vierte bzw. fünfte Regel anzuwenden ist. <input type="checkbox"/> Zum Feststellen der Spannungsfreiheit sind zweipolige Spannungsprüfer nach DIN EN 61243-3 (VDE 0682-401) zu verwenden. <input type="checkbox"/> Bei der Fehlersuche sind benachbarte unter Spannung stehende Komponenten abzudecken (z. B. mit Abdecktüchern nach DIN EN 61112 (VDE 0682-511)). <input type="checkbox"/> Bei der Auswahl geeigneter PSA gegen Störlichtbögen ist die DGUV Information 203-077 „Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen“ zu berücksichtigen. <input type="checkbox"/> ...	
Elektrischer Schlag und Störlichtbogen (bei Arbeiten an Ladeinfrastruktur)		<input type="checkbox"/> Arbeiten an Ladesäulen und vergleichbaren Anlagenteilen sowie der Gebäudeinstallation sind elektrotechnische Arbeiten, die nicht durch eine Fachkundige Person Hochvolt (FHV) durchgeführt werden dürfen. <input type="checkbox"/> ...	
Brand und Verpuffung durch falsche Handhabung		<input type="checkbox"/> Handhabung und Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien nach Herstellerangaben und in Übereinstimmung mit einschlägigen Brandschutzbestimmungen <input type="checkbox"/> Sicherer Abstellplatz für Unfallfahrzeuge mit unklarem Batteriezustand <input type="checkbox"/> Erstellung eines Handhabungskonzepts für einzelne Batterien mit unklarem Zustand <input type="checkbox"/> ...	

©BGHM

Beurteilen Sie das Risiko mit den Schutzmaßnahmen, die zum Zeitpunkt der Beurteilung wirksam sind. Einstufung gem. Gefährdungsmatrix in „klein“, „Symbol Smiley grün“ (Stufe 1), „mittel“, „Symbol Smiley gelb“ (Stufe 2) und „groß“, „Symbol Smiley rot“ (Stufe 3/ Stufe 4)
 Stand: 05.11.2019

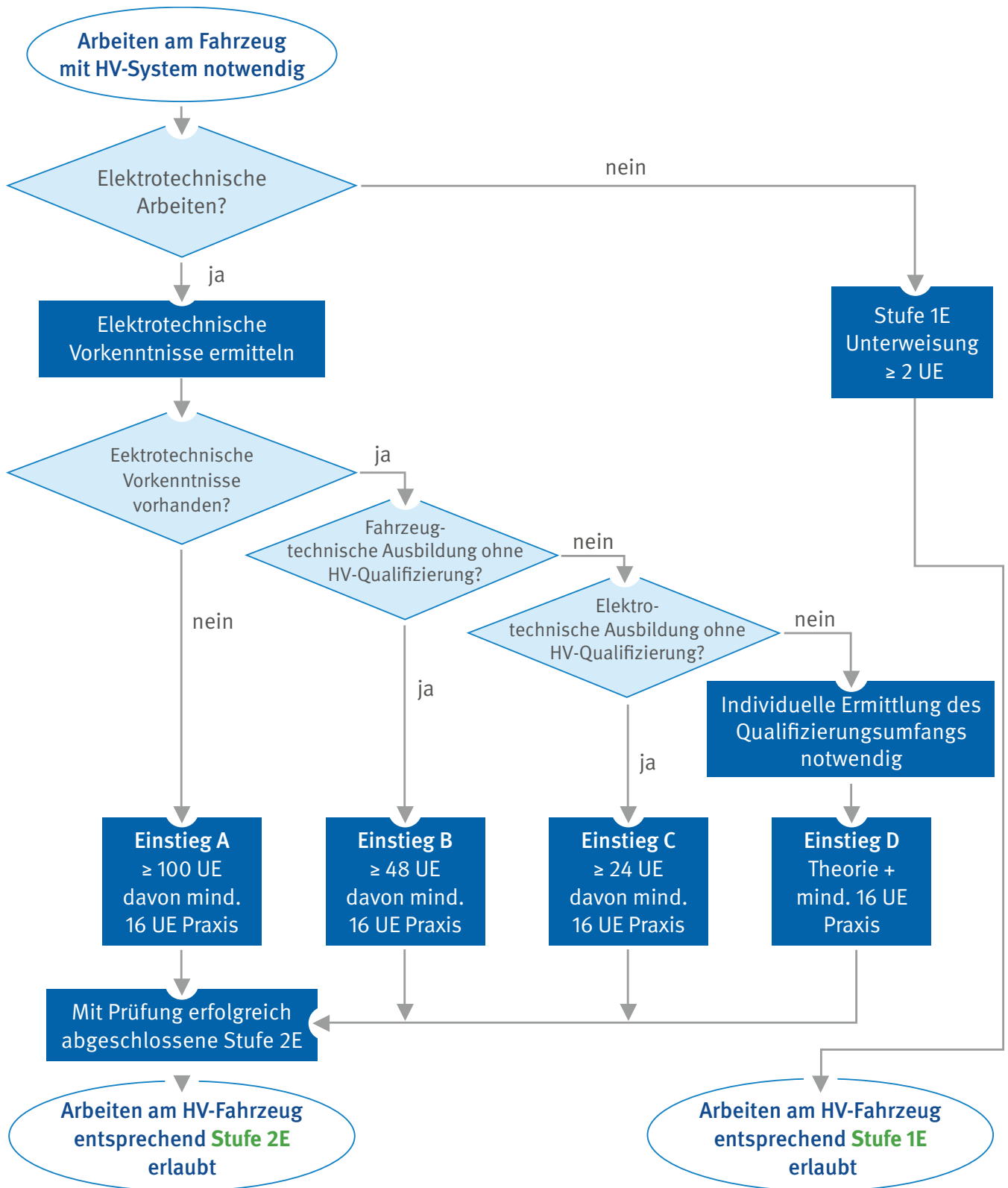
Arbeitsblatt: Gefährdungen und Schutzziele				

Mitgeltende Unterlagen: Betriebsanweisung Bedienungsanleitung Wo befinden sich diese Unterlagen: _____

©BGHM
 Beurteilen Sie das Risiko mit den Schutzmaßnahmen, die zum Zeitpunkt der Beurteilung wirksam sind. Einstufung gem. Gefährdungsmatrix in „klein“, „Symbol Smiley grün“ (Stufe 1), „mittel“, „Symbol Smiley gelb“ (Stufe 2) und „groß“, „Symbol Smiley rot“ (Stufe 3 / Stufe 4)
 Stand: 05.11.2019

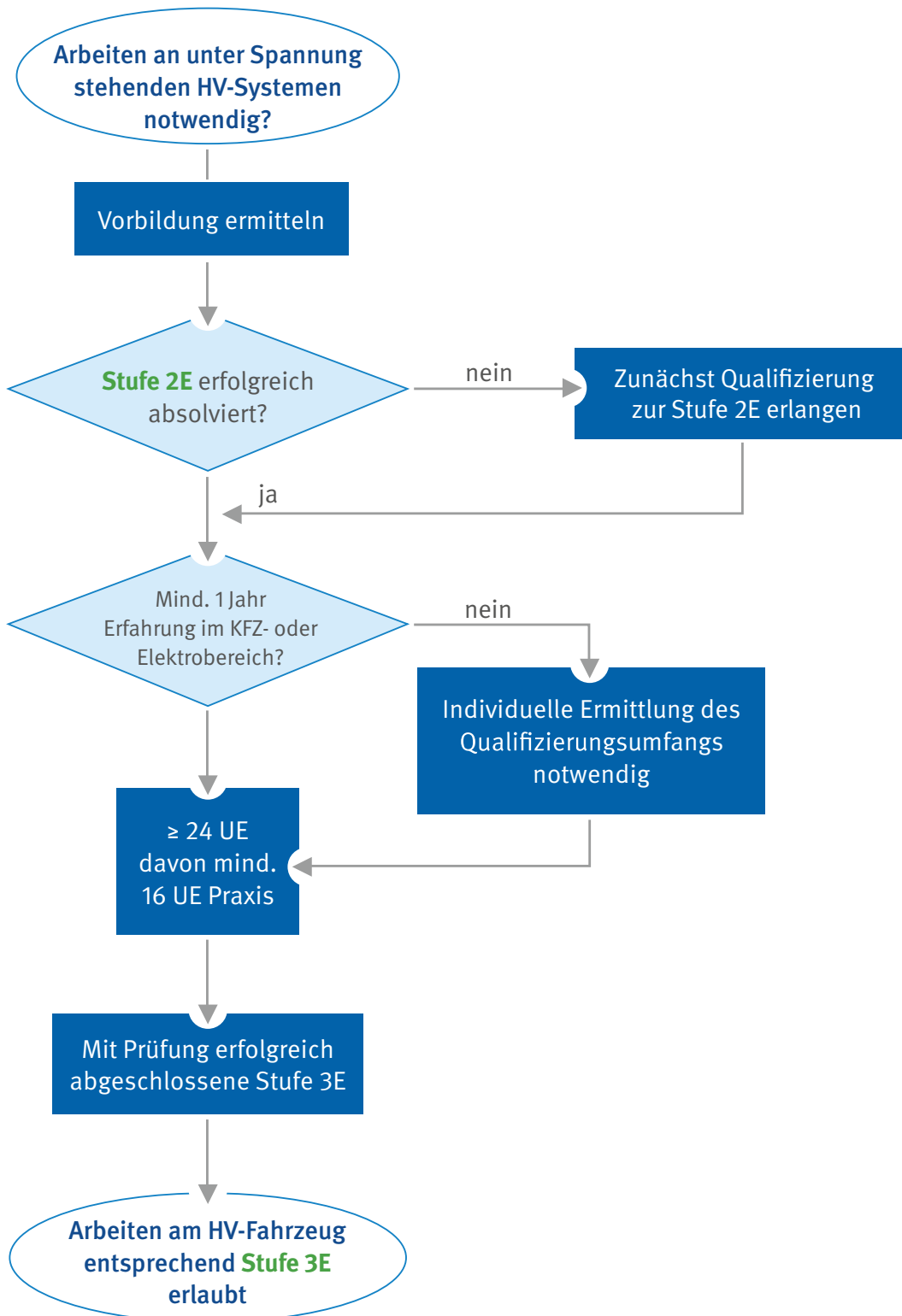
Anhang 2

Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Arbeiten vor SoP, die **Stufe 1E/2E** erfordern



Anhang 3

Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Arbeiten vor SoP, die **Stufe 3E** erfordern



Anhang 4

Qualifizierungsinhalte für Arbeiten an Hochvolt-systemen in Entwicklung und Fertigung

Die nachfolgend aufgeführten Inhalte sind beispielhaft und spiegeln den derzeitigen Stand der im Fahrzeug eingesetzten HV-Technik wider. Je nach auszuführenden Arbeiten kann auf nichtzutreffende Inhalte verzichtet werden. Gegebenenfalls sind sie durch andere relevante Themen zu ergänzen.

Elektrotechnische Grundkenntnisse

- elektrische Spannung
- elektrischer Strom
- Gleichspannung, Wechselspannung, Drehstrom
- Rechnen mit Zehnerpotenzen
- Spannungsquellen
- elektrischer Widerstand
 - Ohmsches Gesetz
 - Reihenschaltung
 - Parallelschaltung
- elektrische Leistung
- Arten der Spannungserzeugung
- Spannungsquellen
 - Brennstoffzelle, Supercaps, Batterien (Lithium-Ionen, Nickel-Metallhydrid)
- Spule
- Elektromotor
- Drehstromasynchronmotor/Drehstromsynchronmotor
- Drehstromgenerator
- Transformator
- Halbleiter, Dioden, Transistoren
- Aufbau Relais
- Kondensatoren
- Glätten der Mischspannung mit Hilfe eines Kondensators
- Messgeräte, Messverfahren und Messmethoden
 - digitale Messgeräte
 - Messen von Strom, Spannung und Widerstand
 - Messfehler
 - Fehlersuche am Fahrzeug
 - Diagnose

- Das Ablesen und Umsetzen von Messergebnissen wird geübt, damit Messanzeigen korrekt zugeordnet bzw. interpretiert werden können.
- Messen von U/R/I, Umgang mit Volt-/Amperemeter und Elektronik Boards
- U/I-Diagramme erstellen/interpretieren zur Vorbereitung des Fachmoduls
- Abschätzen (über Verhältnisse) und Berechnen von Spannungen und Widerständen an Reihen- und Parallelschaltungen
- In Schaltungen Potenziale, Spannungsfälle und Ströme bestimmen
- Elektrische Leistung und elektrischer Wirkungsgrad
- Lesen von Schaltplänen, Verfolgen von Strompfaden

Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe

- Auswirkungen auf den Menschen
- Reizschwellen
- Loslassschwelle
- Herzkammerflimmern
- Verbrennungen
- Einwirkungsdauer des Stroms auf den Körper
- Widerstand des menschlichen Körpers
- gefährliche Körperströme
- maximale Berührungsspannung
- Allgemeines zur Ersten Hilfe, Verhalten im Brandfall
- Unfälle durch den elektrischen Strom
- Maßnahmen bei Verletzungen
- Erste Hilfe bei Verletzungen durch elektrischen Strom
- Aufzeichnung der Erste-Hilfe-Leistungen
- Unfallmeldung

Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen

- Einteilung der Schutzmaßnahmen und wichtige Begriffe
- Schutz gegen direktes Berühren
 - Schutz durch Isolierung aktiver Teile
 - Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung
- Schutz gegen direktes Berühren und bei indirektem Berühren (Kleinspannung)

- Schutz bei indirektem Berühren (Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fehlerfall)
 - Schutzisolierung
 - Schutztrennung
 - Schutz durch Abschaltung
 - Schutzeinrichtung
 - Netzsysteme
 - Schutzmaßnahmen im IT-System
- Aufgabe des Schutzpotenzialausgleichs
- Schutzmaßnahmen
 - Überstromschutzeinrichtungen
 - RCD (FI-Schutzschalter) im Rahmen der Ladeinfrastruktur
- Prüfungen in Anlehnung an DIN VDE 0100-600
 - Sichtkontrolle
 - Isolationswiderstandsmessungen
 - Funktionsprüfung
- Organisation und Dokumentation der Prüfungen

Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei Arbeiten an HV-Komponenten

- Arbeitsschutzsystem
- Internationale Rechtsetzung (UNECE R100)
- Nationale Rechtsetzung (Arbeitsschutzgesetz, Betriebssicherheitsverordnung mit TRBS)
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“, DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- Regeln der Technik (DIN, EN, ISO, VDE, weitere Normen (z. B. DIN VDE 0105-100))
- Gefährdungsbeurteilung und Gefährdungsanalyse
- Maßnahmen zur Unfallverhütung: Die fünf Sicherheitsregeln
- Instandhaltung, Inbetriebnahme, Wartung und Service
- Sicherheit durch persönliche Schutzausrüstung und Hilfsmittel
- Hinweisende Sicherheitstechnik, Warnschilder

Fach- und Führungsverantwortung

- Delegationsverantwortung der Führungskräfte
- Verantwortung der Fachkundigen Person (FHV)
- Rechtliche Konsequenzen

Qualifikationen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik vs. Hochvolttechnik

- Wer darf welche Arbeiten ausführen?
- Abgrenzung Hochvolttechnik zu elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln
- Unterweisung von elektrotechnischen Laien, Einsatz von Arbeitskräften

Einsatz von HV-Systemen in Fahrzeugen

- Einführung in das Thema „Hochvoltsysteme“
- Aufbau, Funktion und Wirkungsweise von
 - Brennstoffzellenfahrzeugen
 - Hybridantrieben
 - Elektrofahrzeugen
- HV-Komponenten: z. B. Brennstoffzellen, HV-Batterien und -Akkumulatoren, Leistungselektronik, DC/DC-Wandler, Drehstrom-, Synchron- und Asynchronmaschinen, sonstige sicherheitskritische Komponenten
- Anforderungen der UNECE R100
- Federal Motor Vehicle Safety Standard 305 (FMVSS 305)
- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag nach ISO 6469-3 und DIN EN 61140 (VDE 0140-1)
- Berechnen von Körperströmen bei Isolationsfehlern und deren Gefahren
- Gefährdungsbeurteilung Hochvoltsysteme
- Schutzklassen/-arten
- Spannungsfreiheit am Hochvoltsystem herstellen
- Messungen am HV-System
- Tausch von Komponenten
- Inbetriebnahme mit Bestimmung des R_{iSO} des HV-Systems mit/ohne Fehler am HV-System
- Messungen (Spannungsfall und Potenzial) an hochohmigen Kreisen am konventionellen Fahrzeug unter Berücksichtigung des R_i der Messmittel

- Messübungen am Hochvolt-Fahrzeug: Lage der Komponenten, Stecken und Ziehen des Wartungssteckers (Service Disconnect), Überprüfung der Potenzialfreiheit (Isolation), Messungen HV+ gegen HV- und gegen Karosserie
- Kennzeichnungen nach Fahrzeugnormen/DIN VDE-Normen/DGUV Vorschriften
- Leitungen und Kabel:
 - Aderaufbau, Ader- und Mantelisolierung
 - Aderkennzeichnung
 - fachgerechte elektrische Verbindungen
 - Zurichten von fein- und feinstdrähtigen Leitungen

Aufbau und Wirkungsweise von Bordnetzen in Fahrzeugen

Sichere Arbeitsverfahren für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen (Stufe 3E)

- Befähigung der Beschäftigten
- Organisation der Arbeiten (z. B. Aufsicht, Beauftragung, Arbeitsfreigabe, ...)
- Werkzeuge und einzusetzende Schutz-, Prüf- und Hilfsmittel (z. B. PSA)
- Absichern der Arbeitsbereiche
- Kennzeichnung des HV-Systems

Arten, Aufbau, spezifische Eigenschaften und Gefährdungspotenzial von HV-Energiespeichern (Stufe 3E)

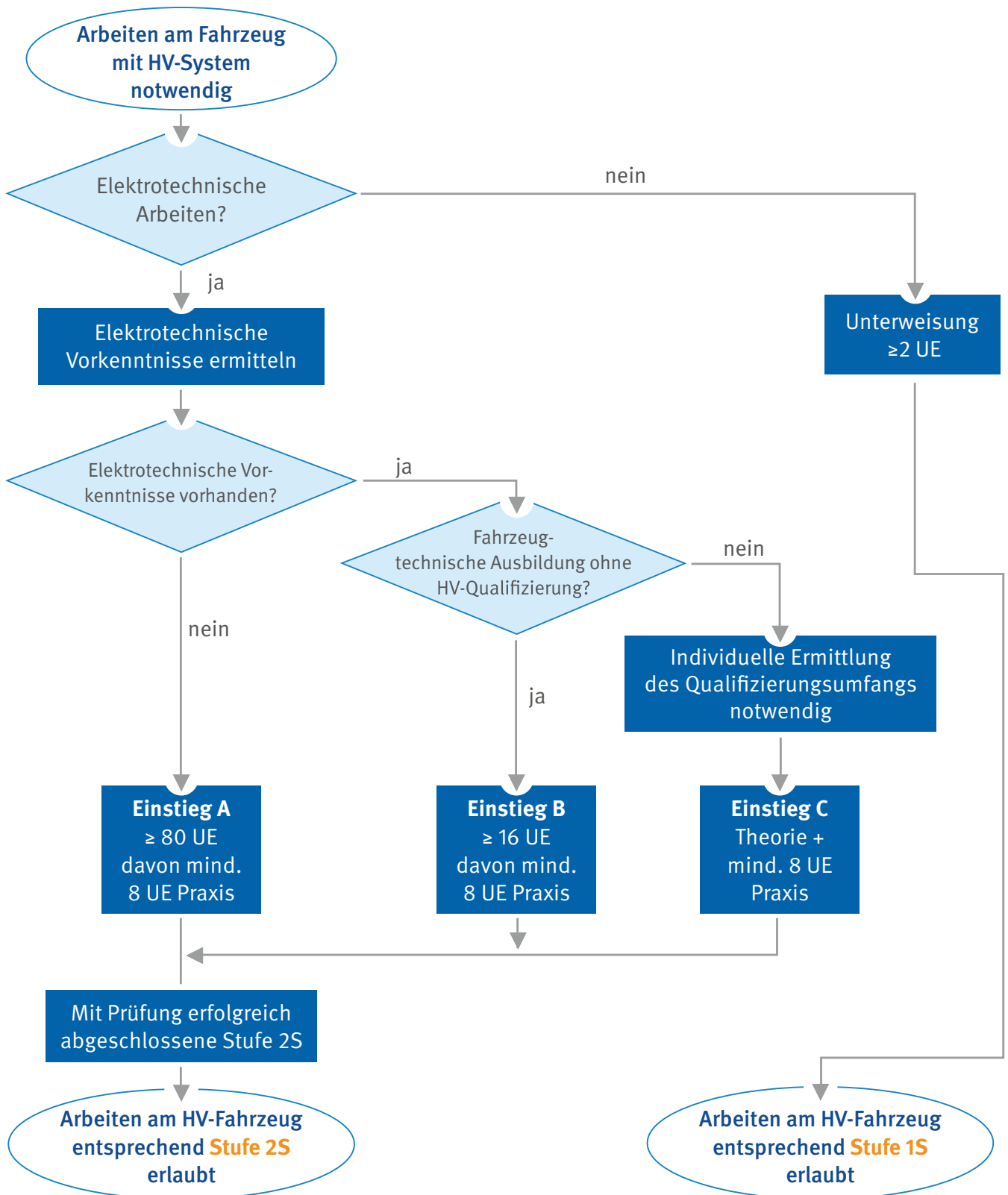
- Arten von HV-Energiespeichern (z. B. Li-Ion, Supercaps, ...)
- Aufbau von HV-Energiespeichern (z. B. Zellstruktur, Energieträger, Kühlung, ...)
- Gefährdungen durch elektrische Energie
- Spezifische nicht elektrische Gefährdungen, z. B. chemische Gefährdungen, Brand- und Explosionsgefahren, Absturzgefahren

Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten (Stufe 3E)

- Praktische Anwendung der Diagnose- und Messgeräte, Anwendung verschiedener Messverfahren (z. B. Spannungsmessung, Fehlersuche an unter Spannung stehenden HV-Komponenten)
- Zellentausch/Komponententausch im HV-Energiespeicher

Anhang 5

Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Servicearbeiten, die **Stufe 1S/2S** erfordern



Anhang 6

Qualifizierungsinhalte: Fachkundige Personen für Arbeiten an Serienfahrzeugen mit HV-Systemen (FHV)

Die nachfolgend aufgeführten Inhalte sind beispielhaft und spiegeln den derzeitigen Stand der im Fahrzeug eingesetzten HV-Technik wider. Je nach auszuführenden Arbeiten kann auf nichtzutreffende Inhalte verzichtet werden. Gegebenenfalls sind sie durch andere relevante Themen zu ergänzen.

Elektrotechnische Grundkenntnisse

- elektrische Spannung
- elektrischer Strom
- Gleichspannung, Wechselspannung, Drehstrom
- Rechnen mit Zehnerpotenzen
- Spannungsquellen
- elektrischer Widerstand
 - Ohmsches Gesetz
 - Reihenschaltung
 - Parallelschaltung
- elektrische Leistung
- Arten der Spannungserzeugung
- Spannungsquellen
 - Brennstoffzelle, Supercaps, Batterien (Lithium-Ionen, Nickel-Metallhydrid)
- Spule
- Elektromotor
- Drehstromasynchronmotor/Drehstromsynchronmotor
- Drehstromgenerator
- Transformator
- Halbleiter, Dioden, Transistoren
- Aufbau Relais
- Kondensatoren
- Glätten der Mischspannung mit Hilfe eines Kondensators
- Messgeräte, Messverfahren und Messmethoden
 - Messen von Strom, Spannung und Widerstand
 - Messfehler
 - Fehlersuche am Fahrzeug
 - Diagnose

- Das Ablesen und Umsetzen von Messergebnissen wird geübt, damit Messanzeigen korrekt zugeordnet bzw. interpretiert werden können.
- Messen von U/R/I, Umgang mit Volt-/Amperemeter und Elektronik Boards
- U/I-Diagramme erstellen/interpretieren zur Vorbereitung des Fachmoduls
- Abschätzen (über Verhältnisse) und Berechnen von Spannungen und Widerständen an Reihen- und Parallelschaltungen
- In Schaltungen Potenziale, Spannungsfälle und Ströme bestimmen
- Elektrische Leistung und elektrischer Wirkungsgrad
- Lesen von Schaltplänen, Verfolgen von Strompfaden

Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe

- Auswirkungen auf den Menschen
- Reizschwellen
- Loslassschwelle
- Herzkammerflimmern
- Verbrennungen
- Einwirkungsdauer des Stroms auf den Körper
- Widerstand des menschlichen Körpers
- gefährliche Körperströme
- maximale Berührungsspannung
- Allgemeines zur Ersten Hilfe, Verhalten im Brandfall
- Unfälle durch elektrischen Strom
- Maßnahmen bei Verletzungen
- Erste Hilfe bei Verletzungen durch elektrischen Strom
- Aufzeichnung der Erste-Hilfe-Leistungen
- Unfallmeldung

Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen

- Einteilung der Schutzmaßnahmen und wichtige Begriffe
- Schutz gegen direktes Berühren
 - Schutz durch Isolierung aktiver Teile
 - Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung
- Schutz gegen direktes Berühren und bei indirektem Berühren (Kleinspannung)

- Schutz bei indirektem Berühren (Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fehlerfall)
 - Schutzisolierung
 - Schutztrennung
 - Schutz durch Abschaltung
 - Schutzeinrichtung
 - Netzsysteme
 - Schutzmaßnahmen im IT-System
- Aufgabe des Schutzpotenzialausgleichs
- Schutzmaßnahmen
- Überprüfung des Isolationsvermögens, z. B. durch Prüfung über On-Board-Systeme oder Diagnosesysteme
- Sicht- und Funktionsprüfung
- Organisation und Dokumentation der Prüfungen

Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei Arbeiten an HV-Komponenten

- Arbeitsschutzsystem
- Internationale Rechtsetzung (UNECE R100)
- Nationale Rechtsetzung (Arbeitsschutzgesetz, Betriebssicherheitsverordnung mit TRBS)
- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“,
DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- Regeln der Technik (DIN, EN, ISO, VDE, weitere Normen (z. B. DIN VDE 0105-100))
- Gefährdungsbeurteilung und Gefährdungsanalyse
- Maßnahmen zur Unfallverhütung: Die fünf Sicherheitsregeln
- Instandhaltung, Inbetriebnahme, Wartung und Service
- Sicherheit durch persönliche Schutzausrüstung und Hilfsmittel
- Hinweisende Sicherheitstechnik, Warnschilder

Fach- und Führungsverantwortung

- Delegationsverantwortung der Führungskräfte
- Verantwortung der Fachkundigen Person (FHV)
- rechtliche Konsequenzen

HV-Konzept und Fahrzeugtechnik

- Einführung in das Thema „Hochvoltssysteme“
- Aufbau, Funktion und Wirkungsweise
- Definition Hochvoltssystem
- HV-Energiespeicher, Leistungselektronik, DC/DC-Wandler, sonstige HV-Komponenten
- Brennstoffzellenfahrzeuge
- Hybridantriebe
- Elektrofahrzeuge

Allgemeines praktisches Vorgehen

- Spannungsfreiheit am Hochvoltssystem Hybrid-Fahrzeug herstellen
- Messungen am HV-System
- Tausch von eingebauten Komponenten
- Inbetriebnahme mit Bestimmung des R_{iSO} des HV-Systems mit/ohne Fehler am HV-System
- Messungen (Spannungsfall und Potenzial) an hochohmigen Kreisen am konventionellen Fahrzeug unter Berücksichtigung des R_i der Messmittel

Aufbau und Wirkungsweise von Bordnetzen in Fahrzeugen

Sichere Arbeitsverfahren für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen (Stufe 3S)

- Befähigung der Beschäftigten
- Organisation der Arbeiten (z. B. Aufsicht, Beauftragung, Arbeitsfreigabe, ...)
- Werkzeuge und einzusetzende Schutz-, Prüf- und Hilfsmittel (z. B. PSA)
- Absichern der Arbeitsbereiche
- Kennzeichnung des HV-Systems

Arten, Aufbau, spezifische Eigenschaften und Gefährdungspotenzial von HV-Energiespeichern (Stufe 3S)

- Arten von HV-Energiespeichern (z. B. Li-Ion, Supercaps, ...)
- Aufbau von HV-Energiespeichern (z. B. Zellstruktur, Energieträger, Kühlung, ...)
- Gefährdungen durch elektrische Energie
- Spezifische nicht elektrische Gefährdungen, z. B. chemische Gefährdungen, Brand- und Explosionsgefahren, Absturzgefahren

Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten (Stufe 3S)

- Praktische Anwendung der Diagnose- und Messgeräte, Anwendung verschiedener Messverfahren (z. B. Spannungsmessung, Fehlersuche an unter Spannung stehenden HV-Komponenten)
- Zellentausch/Komponententausch im HV-Energiespeicher

Anhang 7

Musterbescheinigung: Fachkundig unterwiesene Person (FuP) **Stufe 1S**

Teilnahmebescheinigung

Herr Martin Muster

Autohaus für E-Mobilität, Mustergasse 17, 77777 Musterstadt

hat am XX.XX.XXXX an folgender Unterweisung mit einem Umfang vonUE* teilgenommen:

Fachkundig unterwiesene Person (FuP) Stufe 1S

Der Teilnehmer wurde durch eine Fachkundige Person Hochvolt (FHV) zu möglichen Gefahren sowie den notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an HV-Fahrzeugen unterwiesen.

Diese Unterweisung entbindet den Unternehmer/die Unternehmerin nicht von der Pflicht der wiederkehrenden Unterweisung nach § 4 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“.

Unterweisungsinhalte nach DGUV Information 209-093:

- Elektrische Gefährdungen und Schutzmaßnahmen
- Bedienen von Fahrzeugen und zugehörigen Einrichtungen
- Durchführung allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern
- Lage und Kennzeichnung der HV-Komponenten und Leitungen im und am Fahrzeug
- Durchführung aller mechanischen Tätigkeiten am Fahrzeug (aber: „Hände weg von orange!“)
- Außerbetriebnahme des HV-Systems nach Herstellervorgabe als zusätzliche Sicherungsmaßnahme
- Unzulässige Arbeiten am Fahrzeug
- Einstellen der Arbeiten bei Unklarheiten und Information der zuständigen FHV
- Organisationsablauf bei Arbeiten, die unter Leitung und Aufsicht einer FHV durchgeführt werden
- ...

Unternehmen: _____

Ort

Datum

Unterweisende FHV

*Unterrichtseinheit (entspricht 45 Minuten)

Anhang 8

Musterzertifikat: Fachkundige Person Hochvolt (FHV) Stufe 2S

Zertifikat 2S

Frau Martina Muster

Autohaus für E-Mobilität, Mustergasse 17, 77777 Musterstadt

hat vom XX.XX.20XX bis YY.YY.20YY am Lehrgang

Fachkundige Person Hochvolt (FHV) Stufe 2S

teilgenommen und die Prüfung mit Erfolg abgelegt.

Als Eingangsvoraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme besitzt die Teilnehmerin durch ihre Aus- und Weiterbildung im Fahrzeugbereich umfangreiche elektrotechnische Grundkenntnisse, die sie in einem Vortest nachgewiesen hat.

Lehrgangsinhalte (können auch auf der Rückseite angeordnet werden):	UE*
Fach- und Führungsverantwortung	
Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe	
Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und Störlichtbögen	
Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei elektrotechnischen Arbeiten	
HV-Konzept und Fahrzeugtechnik	
<hr/>	
Praktische Übungen: <ul style="list-style-type: none">• Freischaltprozess am Fahrzeug durchführen. Hier die konkreten HV-Systeme eintragen, auf die praktisch geschult wurde.• Diagnose- und Messgeräte, sowie deren praktische Anwendung für verschiedene Messverfahren (z. B. Isolationsmessung, Potenzialausgleichsmessung)• ...	
Gesamtumfang der Qualifizierung	XX

Die Qualifizierung befähigt die Teilnehmerin, selbstständig an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen gefähndungsfrei zu arbeiten. Zu diesen Arbeiten zählen u. a. Umsetzen der fünf Sicherheitsregeln, Wechseln von HV-Komponenten wie Klimaanlage und Ölpumpen in spannungslosem Zustand, Fehlersuche an berührsicher ausgeführten HV-Komponenten inklusive des Einsatzes berührsicherer Prüfadapter. Sie ist in der Lage, die übertragenen Arbeiten zu beurteilen, mögliche Gefahren zu erkennen und die für das HV-System notwendigen Schutzmaßnahmen umzusetzen.

Diese Qualifizierungsmaßnahme erfüllt die Mindestanforderungen der DGUV Information 209-093.

Ausbildungsträger/in:

_____, den _____

Lehrgangleitung

*Unterrichtseinheit (entspricht 45 Minuten)

Literaturverzeichnis

1. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet:

z. B. www.gesetze-im-internet.de

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

2. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen

DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“

DGUV Regeln

- DGUV Regel 109-009 „Fahrzeug-Instandhaltung“

DGUV Informationen

- DGUV Information 203-002 „Elektrofachkräfte“
- DGUV Information 203-034
„Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfanlagen“
- DGUV Information 203-077 „Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen“
- DGUV Information 204-022 „Erste Hilfe im Betrieb“

Fachbereich AKTUELL

- „Gasantriebsysteme in Fahrzeugen – Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb“ (FBHM-099)
- „Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden“ (FBFBH-024)

3. Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle:

*Beuth-Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin bzw.
VDE-Verlag,
Bismarckstraße 33, 10625 Berlin*

- **DIN EN 50191 (VDE 0104): 2011-10**
„Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen“
- **DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1): 2019-06**
„Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen
Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- **DIN EN 60529 (VDE 0470-1): 2014-09**
„Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)“
- **DIN EN 61112 (VDE 0682-511): 2010-03**
„Arbeiten unter Spannung – Elektrisch isolierende Abdecktücher“
- **DIN EN 61140 (VDE 0140-1): 2016-11**
„Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel“
- **DIN EN 61243-3 (VDE 0682-401): 2015-08**
„Arbeiten unter Spannung – Spannungsprüfer
Teil 3: Zweipoliger Spannungsprüfer für Niederspannungsnetze“
- **DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100): 2015-10**
„Betrieb von elektrischen Anlagen
Teil 100: Allgemeine Festlegungen“

- **DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600): 2017-06**
„Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 6: Prüfungen“
- **DIN VDE 1000-10 (VDE 1000-10): 2019-12**
„Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen“
- **ISO 6469-3:2018-10**
“Electrically propelled road vehicles – Safety specifications
Part 3: Electrical safety“

4. Literatur

- **Regelung Nr. 100 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE)**
„Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb“
- **Motor Vehicle Safety Standard 305 (FMVSS No. 305)**
“Electric-Powered Vehicles: Electrolyte Spillage and Electrical Shock Protection”, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Department of Transportation
- **Broschüre des Verbandes der Automobilindustrie (VDA)**
„Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt- und 48-Volt-Systemen“

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

Fax: 030 13001-9876

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de



Zentralverband Deutsches
Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK)



Zentralverband Karosserie-
und Fahrzeugtechnik e.V.



Land Bau Technik
Bundesverband

FAQ-Liste der AG „Handlungsrahmen Elektromobilität“

– Stand: August 2016 –

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Layout & Gestaltung:
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion

Ausgabe: August 2016

FAQ-Liste der AG „Handlungsrahmen Elektromobilität“

– Stand: August 2016 –

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Gesundheit und Erste Hilfe	10
1.1 Als Implantatträger/in am Fahrzeug arbeiten	10
1.2 Als Implantatträger/in mitfahren	10
1.3 Defibrillator.....	10
1.4 Voraussetzungen für die Ausbildung	11
1.5 Eignungsuntersuchung	12
2 Abgrenzung Hochvolt	13
2.1 Begriffsdefinition	13
2.2 Batterien und Akkumulatoren.....	13
2.3 Zweiräder.....	14
2.4 Flurförderzeuge.....	14
2.5 Leitungen orange	14
2.6 Wasserfahrzeuge	15
2.7 Spannungsgrenze, Hochvolt.....	16
2.8 48-V-Technik als untrennbare Einheit.....	16
2.9 48-V-Technik in einzelnen Komponenten	17
2.10 Niederspannungstechnik auf Fahrzeugen	17
2.11 Zwei Elektrosysteme auf dem Omnibus	18
3 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	19
3.1 PSA für Arbeiten an HV-Fahrzeugen	19
4 Qualifikation	20
4.1 Unterweisen	20
4.2 Ausbildung als Karosseriebauer/in.....	20
4.3 Vorkenntnisse nicht bekannt.....	21
4.4 Erforderliche Qualifikation zum Bergen	21
4.5 Qualifikation des Ausbildungspersonals	22
4.6 Ausbildung des Servicepersonals.....	22
4.7 Elektroingenieur/in als Ausbilder/in.....	22
4.8 Fachkundige/r für E-Zweirad.....	23
4.9 Elektrofachkräfte für festgelegte Tätigkeiten	23
4.10 Fachkundige als Elektrofachkräfte	24

4.11	Zweiräder warten und instandsetzen.....	24
4.12	Ausbildungsträger zertifizieren.....	24
4.13	Fachkunde zum Einweisen	25
4.14	Fachkunde zum Unterweisen.....	25
4.15	Qualifizierende Stelle.....	26
4.16	Qualifikation der Ausbilder/innen für Spezialfahrzeuge.....	26
4.17	Lernen mittels elektronischer Medien (E-Learning)	27
4.18	Qualifizierungsmaßnahmen	27
4.19	Qualifikation von Verkäufern/innen.....	27
4.20	Berufsausbildung nach Rahmenplan seit 2013.....	28
4.21	Selbständiges Arbeiten von Auszubildenden.....	28
4.22	Prüf- und Forschungsinstitute.....	29
4.23	Qualifizieren für das Instandsetzen von Karosserien	29
4.24	Qualifizieren für das Bedienen von Motorenprüfständen	30
4.25	Qualifizieren für das Programmieren von Motorenprüfständen.....	30
4.26	Qualifizieren von Informatikern/innen.....	31
5	Energiespeicher.....	32
5.1	Vorschriften zur Lagerung.....	32
5.2	Entladen von Energiespeichern	32
5.3	Vorschriften zum Transport.....	33
5.4	Umnutzung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren	33
5.5	Ausgasen eines Lithium-Ionen-Akkumulators	33
5.6	Explosion des Lithium-Ionen-Akkumulators.....	34
6	Ladetechnik.....	35
6.1	Laden über Steckdose.....	35
6.2	Unfall an einer Ladesäule	35
6.3	Vandalismus an der Ladesäule.....	35
7	Werkstätten und andere Servicebereiche	36
7.1	Ausländische Standorte	36
7.2	Schutzmaßnahmen in der Werkstatt bei Arbeiten an Zweirädern.....	36
7.3	Autowaschanlagen.....	37
7.4	Recycling	37

Inhaltsverzeichnis

7.5	Fahrzeughebebühnen	38
7.6	Kennzeichen von Elektrofahrzeugen	38
7.6	Prüfplatz	39
8	Unfall, Panne	40
8.1	Gefahr des elektrischen Schlags.....	40
8.2	Fahrzeug im/unter Wasser.....	40
8.3	Fahrzeug erkennbar abgeschaltet.....	41
8.4	HV-System manuell deaktivieren	41
8.5	Wiedereinschalten nach einem Unfall	42
8.6	Vom Fahrzeug separierter Energiespeicher	42
8.7	Austretender Elektrolyt.....	42
8.8	Fahrzeugbrand.....	43
8.9	Zeitverzögerte Brandentwicklung	43
8.10	Fahrzeug lagern	44
8.11	Brandrauch toxisch	44
8.12	Fahrzeug abschleppen	44
8.13	Fahrzeug verladen.....	45
8.14	Fahrzeug transportieren	45
8.15	Löschmittel.....	46
8.16	Quarantäneflächen	46
9	Prüfungen.....	47
9.1	Prüfgrundlagen	47
9.2	Prüfgrundlagen, elektrische Komponenten	48
9.3	Ladekabel prüfen	48
10	Schriften, Informationen.....	49
10.1	Richtlinien für Zweiräder	49
10.2	Richtlinien, generell	49

Vorwort

Die Energiewende ist in Deutschland in vollem Gange. Neben dem Erschließen alternativer und insbesondere regenerativer Energiequellen sind dabei auch die Energieverbraucher im Fokus. Der Straßenverkehr ist einer der größten Energieverbraucher in Deutschland. Es ist deshalb erklärtes Ziel, den Straßenverkehr z. B. durch verstärkte Elektromobilität energieeffizienter zu gestalten.

Hierbei ist jede/r Einzelne und jede Institution im Rahmen ihrer Möglichkeiten zur Mithilfe aufgefordert. Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) unterstützt die Verbreitung der Elektromobilität durch Informationsschriften, Seminare und Beratung von Herstellern, Anwendern sowie Verbänden.

Darüber hinaus werden regelmäßig Anfragen an die DGUV und ihre Gremien gestellt, die sich auf den Umgang mit Elektro- und Hybridfahrzeugen sowie die Arbeiten an deren Hochvolt-Komponenten beziehen. Da die Praktiker und Praktikerinnen im Betrieb möglichst unmittelbar eine Antwort auf ihre Fragen möchten, haben wir im Folgenden einige häufig gestellte Fragen aufgelistet und beantwortet.

In dieser Liste werden Fragen aus Sicht der Unfallversicherung beantwortet. Gibt es keine konkreten Informationen, Regelungen oder Vorschriften der Berufsgenossenschaft, wird nur kurz auf geltendes Recht verwiesen. Alle Verweise beziehen sich auf Publikationen mit Erscheinungsjahr bis 2014. Eine regelmäßige Pflege der Antworten inklusive der Verweise auf neuere Dokumente wird angestrebt.

Die an uns gestellten Fragen wurden insofern verallgemeinert, als dass sie unternehmensübergreifend beantwortet werden können. Außerdem wurden Begriffe bereinigt, die eventuell umgangssprachlich benutzt werden, aber den technischen Sachverhalt nicht vollständig korrekt wiedergeben. So zum Beispiel wurde durchgängig der Begriff Akkumulatoren benutzt, auch wenn umgangssprachlich häufig Fragen zu Batterien gestellt wurden. Sollten Sie in den Fragen nach Stichworten suchen, bitten wir diesen Umstand zu beachten.

Weitere Begriffe:

In dieser Liste verwendeter Begriff	Umgangssprachlich häufig verwendet
Lithium-Ionen-Akkumulator	Li-Akku, Li-Ion-Akku, Lithium-Batterie
Zweiräder	Pedelecs, E-Roller, Elektroroller, E-Bike, Elektrofahräder
DGUV-I	DGUV-Information (ehemals BG-Information)

Die Fragenliste richtet sich an alle an der E-Mobilität Interessierte, insbesondere aber an die Praktiker und Praktikerinnen im Betrieb. Sollten für Sie Fragen offen geblieben sein, so können Sie diese gerne stellen an:

Gremium des Sachgebiets Elektrotechnik
peter.smigielski@dguv.de

Anmerkung zur Version vom Januar 2016

Diese Version wurde gegenüber der letzten Version vom 12. Februar 2014 redaktionell überarbeitet und um weitere Fragen und Antworten ergänzt.

Redaktionell wurden Verweise auf Schriften der DGUV auf das neue Nummerierungssystem der DGUV umgestellt. Frage 1.4 wurde an die neue Ausbildung zur Ersten Hilfe angepasst. Die Fragen 4.5 und 4.6 wurden redaktionell überarbeitet. Die Frage 4.14 wurde umbenannt und umformuliert. Die Antwort zu Frage 9.1 wurde ergänzt.

Folgende Fragen wurden gegenüber der Version vom 12. Februar 2014 ergänzt:

Kapitel 2 Abgrenzung Hochvolt

- 2.8 48-V-Technik als untrennbare Einheit
- 2.9 48-V-Technik in den Komponenten
- 2.10 Niederspannungstechnik auf Fahrzeugen

Kapitel 4 Qualifikation

- 4.20 Qualifizieren für das Instandsetzen von Karosserien
- 4.21 Qualifizieren für das Bedienen von Motorenprüfständen
- 4.22 Qualifizieren für das Programmieren von Motorenprüfständen
- 4.23 Qualifizieren von Informatikern/innen

Kapitel 8 Unfall, Panne

- 8.15 Löschmittel
- 8.16 Quarantäneflächen

Kapitel 9 Prüfungen

- 9.2 Prüfgrundlagen, elektrische Komponenten

Anmerkungen zur vorliegenden Version

Folgende Fragen wurden gegenüber der Version vom Januar 2016 ergänzt:

Kapitel 1 Gesundheit und Erste Hilfe

- 1.5 Eignungsuntersuchung

Kapitel 4 Qualifikation

- 4.9 Elektrofachkräfte für festgelegte Tätigkeiten
- 4.17 Lernen mittels elektronischer Medien (E-Learning)
- 4.21 Selbstständiges Arbeiten von Auszubildenden

Kapitel 9 Prüfungen

- 9.3 Ladekabel prüfen

1 Gesundheit und Erste Hilfe

1.1 Als Implantatträger/in am Fahrzeug arbeiten

Frage: Sind Implantatträger/innen (Herzschrittmacher, ICD) bei Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen besonderen Gefahren ausgesetzt?

Antwort: Gefährdungen für Träger/innen aktiver Implantate können dann nicht ausgeschlossen werden, wenn höhere magnetische Felder in Folge höherer fließender Ströme auftreten. Das Einbauen von Hochvoltkomponenten ist nicht problematisch. Grundlage zur Beurteilung sind die DGUV Vorschrift 15/ DGUV Regel 103-013 (ehemals BGV B11/BGR B11) sowie Herstellerangaben. Unabhängig von dieser Thematik müssen natürlich mögliche Gefährdungen durch Kurzschluss etc. berücksichtigt werden, die jedoch generell – nicht nur bei Implantatträgern/innen – im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen sind.

1.2 Als Implantatträger/in mitfahren

Frage: Kann ich als Implantatträger/in gefahrlos ein Hochvoltfahrzeug fahren oder in einem Hochvoltfahrzeug mitfahren?

Antwort: Grundsätzlich: ja. Sollten an Arbeitsplätzen auf Sonderfahrzeugen (z. B. Abfallsammelfahrzeuge) zu hohe Feldstärken auftreten, müssen diese Arbeitsplätze entsprechend gekennzeichnet sein (siehe DGUV Vorschrift 15, ehemals BGV B11).

1.3 Defibrillator

Frage: Benötigen Kfz-Betriebe, die an Hochvolt-Fahrzeugen arbeiten, einen automatischen externen Defibrillator (AED)?

Antwort: Bei elektrotechnischen Arbeiten ist ein Automatischer Externer Defibrillator (AED) grundsätzlich empfehlenswert, um entscheidende Zeit bei der Reanimation zu gewinnen. Zwingend vorgeschrieben ist der AED seitens der Berufsgenossenschaften nicht.

Der regelmäßige Umgang mit Hochvolttechnik kann als „Betriebsspezifische Gefahr“ gemäß DGUV Information 204-010 (ehemals BGI/GUV-I 5163) „Automatisierte Defibrillation im Rahmen der betrieblichen Ersten Hilfe“ ein Anlass für die Anschaffung eines AED („Defi“) sein. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sollte berücksichtigt werden, welcher Art die ausgeführten Arbeiten sind. Regelmäßige Arbeit an geöffneten Akkumulatoren, unter Spannung stehenden Teilen oder an nicht HV-eigensicheren Fahrzeugen könnten Hinweise darauf sein, dass die Anschaffung eines AED für das Unternehmen sinnvoll ist. Die Organisation der Ersten Hilfe ist Sache des Unternehmers (DGUV Vorschrift 1, ehemals BGV A1), dieser ist verantwortlich.

1.4 Voraussetzungen für die Ausbildung

Frage: Ist bereits für die Ausbildung für Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeichern und an Prüfplätzen die Ausbildung in Erster Hilfe erforderlich? Ist immer eine zweite ausgebildete Person an der Arbeitsstelle erforderlich?

Antwort: Wenn im Rahmen der Qualifizierung Inhalte für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeichern und an Prüfplätzen nach DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686), Kap. 3.3, vermittelt und diese auch praktisch eingeübt werden, sind grundsätzlich die Eingangsvoraussetzungen der DGUV Information 200-005 zu berücksichtigen, d. h. gesundheitliche Eignung und Erste-Hilfe-Ausbildung einschließlich Herz-Lungen-Wiederbelebung (9 Unterrichtseinheiten nach DGUV Information 204-022 [ehemals BGI/GUV-I 509] „Erste Hilfe im Betrieb“). Dies gilt selbstverständlich auch für die Trainer und Trainerinnen.

Da es sich bei diesen Arbeiten grundsätzlich um gefährliche Arbeiten nach § 8 der DGUV Vorschrift 1 (ehemals BGV A1) handelt, ist in der Regel eine zweite Person erforderlich. Diese sollte als Ersthelfer/in ausgebildet sein.

1.5 Eignungsuntersuchung

Frage: Welche Eignungsuntersuchung empfiehlt die gesetzliche Unfallversicherung bei Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten und an Prüfständen?

Antwort: Inhalt und Umfang der Eignungsuntersuchung ergeben sich aus der Tätigkeit und den damit verbundenen Gefährdungen.

Gemäß §§ 3, 5 und 6 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) hat der Unternehmer die Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf gesundheitliche Gefährdungen und daraus abzuleitende Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten durchzuführen, wobei er von einem Arzt mit arbeitsmedizinischer Fachkunde (Facharzt für Arbeitsmedizin, Betriebsarzt) beraten wird.

Für die Eignungsuntersuchungen bei den oben genannten Arbeiten gibt es keinen eigenen DGUV Grundsatz. Die arbeitsmedizinische Untersuchung und Beratung des Untersuchten im Hinblick auf seine gesundheitliche Eignung und Gefährdung kann in Anlehnung an den DGUV Grundsatz „Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten“ erfolgen.

2 Abgrenzung Hochvolt

2.1 Begriffsdefinition

Frage: Was bedeutet HV-eigensicher?

Antwort: HV-eigensicheres Fahrzeug bedeutet, dass durch technische Maßnahmen am Fahrzeug ein vollständiger Berührungs- und Lichtbogenschutz gegenüber dem HV-System gewährleistet ist. Dies wird insbesondere erreicht durch:

- Technisch sichere Abschaltung des HV-Systems und automatische Entladung möglicher Energiespeicher vor Erreichen unter Spannung stehender Teile
- Kabelverbindungen über Stecker in lichtbogensicherer Ausführung und nicht über Schraubverbindungen
- Sichere Abschaltung bei Entfernen von Abdeckungen des HV-Systems

Die Definition ist der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen“ entnommen.

2.2 Batterien und Akkumulatoren

Frage: Was ist der Unterschied zwischen Lithium-Batterien und Lithium-Ionen-Akkumulatoren?

Antwort: Als „Batterie“ werden umgangssprachlich zum einen die nicht wieder aufladbaren Primärzellen bezeichnet, die in Geräten der Unterhaltungsindustrie zum Beispiel als Mignon-Alkaline-Batterie eingesetzt werden und bei denen die chemische Reaktion, die die Spannung zwischen den Polen erzeugt, nur einmal in Entladerichtung abläuft. Diese sogenannten Primärzellen werden nach Nutzung der in ihnen gespeicherten Energie entsorgt.

Andererseits wird auch der in herkömmlichen Automobilen eingesetzte wieder aufladbare 12-V-Akkumulator als „Starterbatterie“ oder „Autobatterie“ bezeichnet. Dabei handelt es sich jedoch um eine Sekundärzelle, bei der die chemische Reaktion umkehrbar ist, die also nach Abgabe von gespeicherter Energie durch Zuführung elektrischer Energie von außen wieder aufgeladen werden kann. Lithium-Batterien enthalten elementares Lithium als Folie oder Ähnliches, dieses

Lithium wird in einer chemischen Reaktion verbraucht, die leere Batterie ist nicht wieder aufladbar und muss entsorgt werden. Im Rahmen der Elektromobilität hat dieser Batterietyp keine Bedeutung.

Lithium-Ionen-Akkumulatoren sind wieder aufladbare Sekundärzellen, die kein elementares Lithium enthalten, sondern nur gelöste Lithium-Salze als Leitsalz im Elektrolyt.

2.3 Zweiräder

Frage: Welche Qualifikation ist für Arbeiten an Zweirädern mit Elektroantrieb (Nennspannung 60 V DC, bei vollem Akkumulator ca. 64 V DC) erforderlich?

Antwort: Als Richtlinie für den Bereich „Qualifikation und Organisation“ ist die DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) relevant, sobald die Nennspannung 60 V DC oder 30 V AC übersteigt.

2.4 Flurförderzeuge

Frage: Welche Qualifikation ist für Arbeiten an Flurförderzeugen (Nennspannung 60 V DC, bei vollem Akkumulator ca. 64 V DC) erforderlich?

Antwort: Als Richtlinie für den Bereich „Qualifikation und Organisation“ ist die DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) relevant, sobald die Nennspannung 60 V DC oder 30 V AC übersteigt.

2.5 Leitungen orange

Frage: Die Akkumulatorspannung unseres Fahrzeugs liegt unter 60 V DC. Der Umrichter erzeugt aus der Akkumulatorspannung eine Wechselspannung von mehr als 60 V AC (und somit mehr als 25 V AC).

- a) Handelt es sich damit um ein Hochvoltfahrzeug?*
- b) Wie sind die Leitungen farblich zu kennzeichnen?*

Antwort: zu a):

Im Sinne der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) umfasst Hochvolt (HV) die Spannungen $> 60 \text{ V}$ und $\leq 1\,500 \text{ V}$ Gleichspannung (DC) und $> 30 \text{ V}$ und $\leq 1\,000 \text{ V}$ Wechselspannung (AC) in der Fahrzeugtechnik.

Wenn an HV-Komponenten gearbeitet werden soll, müssen die Beschäftigten nach DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) qualifiziert werden.

zu b):

Wenn das angesprochene Fahrzeug in den Anwendungsbereich der ECE R 100 fällt, dann ist diese Norm zu berücksichtigen hinsichtlich der Farbkennzeichnung der HV-Leitungen.

2.6 Wasserfahrzeuge

Frage: *Gilt die DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) auch für Boote?*

Antwort: Im Anwendungsbereich der DGUV Information 200-005 steht nur „Fahrzeuge“. Ausgenommen sind explizit „spurgeführte Fahrzeuge“. In der ersten Ausgabe (Juni 2010) der DGUV Information 200-005 waren noch beispielhaft u. a. Personen-, Lastkraftwagen und Omnibusse genannt. Diese Aufzählung ist in der aktuellen Fassung (April 2012) entfallen.

Der letzte Satz des Anwendungsbereiches lautet: „Für elektrotechnische Arbeiten an anderen Fahrzeugen, z. B. Sportbooten, kann diese Information sinngemäß angewendet werden.“

Das bedeutet weiterhin, dass die DGUV Information 200-005 sinngemäß bei der Gefährdungsbeurteilung vergleichbarer Fahrzeuge oder Arbeitsmittel hilfreich sein kann.

2.7 Spannungsgrenze, Hochvolt

Frage: Bis zu welcher Berührungsspannung ist die Fertigung und Montage von Akkumulatoren ohne besondere Maßnahmen zulässig? 120 V analog DGUV Regel 103-011 (ehemals BGR A3) oder 60 V analog DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686)?

Antwort: Die DGUV Regel 103-011 enthält organisatorische Anforderungen für Arbeiten an aktiven Teilen > 120 V. Nach Abschnitt 1 der DGUV Regel 103-011 findet diese „keine Anwendung für Arbeiten an Anlagen, deren Spannung weniger als 120 V DC (SELV oder PELV) beträgt“.

Die DGUV Information 200-005 legt darüber hinaus organisatorische Anforderungen auch für Arbeiten > 60 V bis < 120 V fest, da bei Spannungen < 60 V DC bereits elektrische Gefährdungen vorliegen. Daher wurde dieser Grenzwert in die DGUV Information 200-005 aufgenommen.

2.8 48-V-Technik als untrennbare Einheit

Frage: Für Mild-Hybrid-Fahrzeuge und für Zweiräder wird häufig 48-V-Technik eingesetzt. Fallen die Antriebe dieser Fahrzeuge gemäß DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) auch dann unter HV-Systeme (> 30 V und ≤ 1000 V Wechselspannung), wenn Traktionswechselrichter und Drehstrommotor eine untrennbare Einheit bilden?.

Antwort: Sobald am Fahrzeug Hochvoltkomponenten verbaut sind, ist die DGUV Information 200-005 anzuwenden. Bilden Traktionswechselrichter und Drehstromantrieb eine Einheit, die

- unter normalen Umständen und mit üblichen Werkzeugen nicht geöffnet werden kann,
- falls erforderlich nur als Ganzes ausgetauscht wird und
- von außen nur mit Spannungen < 60 V DC oder < 30 V AC versorgt wird,

handelt es sich lediglich um elektrotechnische Arbeiten am Niederspannungssystem und eine Qualifikation zur Stufe 1 (nichtelektrotechnische Arbeiten) nach DGUV Information 200-005 ist ausreichend.

2.9 48-V-Technik in einzelnen Komponenten

Frage: Für Mild-Hybrid-Fahrzeuge und für Zweiräder wird häufig 48-V-Technik eingesetzt. Fallen die Antriebe dieser Fahrzeuge gemäß DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) auch dann unter HV-Systeme ($> 30\text{ V}$ und $\leq 1000\text{ V}$ Wechselfspannung), wenn sich ein Kabel zwischen Traktionswechselrichter und Drehstromradnabenantrieb befindet?

Antwort: Sobald am Fahrzeug Hochvoltkomponenten verbaut sind, ist die DGUV Information 200-005 anzuwenden. Wenn die Verbindung zwischen dem Traktionswechselrichter und dem Radnabenantrieb nicht gelöst und nur an Komponenten der 48-DC-Spannung (Niedervolt) gearbeitet wird, muss nicht für elektrotechnische Arbeiten qualifiziert werden. Wenn allerdings an der Verbindung zwischen dem Traktionswechselrichter und dem Radnabenantrieb – auch im spannungsfreien Zustand – gearbeitet wird, so ist für elektrotechnische Arbeiten zu qualifizieren.

2.10 Niederspannungstechnik auf Fahrzeugen

Frage: Wir bauen Standard-Asynchronmotoren aus dem Niederspannungsbereich (400 V) mit Kompressoren zusammen und verbauen diese Einheiten als Nebenaggregat in Nutzfahrzeugen. Sind diese Einheiten Hochvolt-Systeme?

Antwort: Hochvolt-Systeme sind definitionsgemäß auf den Antriebsstrang sowie den Betriebs- und Hilfseinrichtungen (Klimaanlage, Lenkhilfe, ...) für den Betrieb von Fahrzeugen begrenzt. Fahrzeugaufbauten fallen unter die Maschinenrichtlinie und nicht in den Anwendungsbereich der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI 8686).

2.11 Zwei Elektrosysteme auf dem Omnibus

Frage: In unseren Omnibussen verwenden wir Hochvoltkomponenten im Antriebsstrang und statten die Busse zusätzlich mit 230V-Steckdosen zum Laden von Handys etc. für die Passagiere aus. Wie müssen wir unsere Beschäftigten für Arbeiten an den Bussen qualifizieren?

Antwort: Für Arbeiten an den Hochvoltkomponenten ist nach DGUV Information 200-005 (ehemals BGI 8686) zu qualifizieren. Für die Arbeiten an den Stromkreisen, welche die 230-V-Steckdosen versorgen, sind die Anforderungen nach DGUV Vorschrift 3 zu beachten.

3 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

3.1 PSA für Arbeiten an HV-Fahrzeugen

Frage: Welche PSA ist für Arbeiten an HV-Fahrzeugen vorgeschrieben?

Antwort: Je nach Art des Fahrzeugs und dem individuellen Arbeitsgang kann dazu ganz unterschiedliche PSA sinnvoll sein. In vielen Fällen schreibt der Fahrzeug-Hersteller das Benutzen bestimmter Ausrüstungen vor.

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

Besondere Vorschriften zur PSA für Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen gibt es nicht.

4 Qualifikation

4.1 Unterweisen

Frage: Wie oft muss die Wiederholungsunterweisung durchgeführt werden?

Antwort: Es wird auf die Festlegungen und Forderungen aus der DGUV Vorschrift 1 (ehemals BGV A1) („mindestens aber einmal jährlich“) und dem Arbeitsschutzgesetz („Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.“) verwiesen. Im Arbeitsschutzgesetz heißt es in § 12 weiter zu dem Thema:

„Die Unterweisung muss bei der Einstellung, bei Veränderungen im Aufgabenbereich, der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten erfolgen.“

Das heißt, bei neuen Batterietypen, geänderten HV-Komponenten, neuen Fahrzeugen usw. ist erneut zu unterweisen. Auch wenn Beschäftigte längere Zeit nicht mehr im HV-Bereich gearbeitet haben, ist angepasst zu unterweisen.

Ansonsten reicht die jährliche Unterweisung durch den Arbeitgeber.

4.2 Ausbildung als Karosseriebauer/in

Frage: Ein Beschäftigter aus unserem Händlernetz ist gelernter Karosseriebauer. Er hat seine Ausbildung jedoch vor 2002 abgeschlossen. Somit können wir ihm den Fachkundenachweis zur Arbeit an HV-Systemen nicht ausstellen. Über ein Zeugnis informiert er uns über seine erworbene Zusatzqualifikation zum „Staatlich geprüften Servicetechniker“.

Können Sie uns bestätigen, dass diese Zusatzqualifikation ausreicht, um nach Teilnahme an der Qualifikationsmaßnahme „Fachkundiger für Arbeiten an HV-Systemen“ die entsprechenden Arbeiten ausführen zu dürfen bzw. dass wir dem Beschäftigten nach erfolgtem Besuch der Qualifizierungsmaßnahme den Fachkundenachweis ausstellen können?

Antwort: Die Qualifikation ist nach DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) Anhang 7 (eigensichere Fahrzeuge)/Anhang 9 (nicht eigensichere Fahrzeuge) individuell zu ermitteln. Denkbar wäre, dass das Ermittlungsergebnis eine Qualifikation wie eine Kfz-Ausbildung ergibt. Auf diese Qualifikation aufbauend könnte der Beschäftigte fortgebildet werden.

4.3 Vorkenntnisse nicht bekannt

Frage: *Wie können Beschäftigte mit unklaren Vorkenntnissen für Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen qualifiziert werden?*

Antwort: Elektrotechnische Vorkenntnisse durch Abfrage der Inhalte, die in der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) genannt sind, ermitteln. Dann qualifizieren nach DGUV Information 200-005 .

4.4 Erforderliche Qualifikation zum Bergen

Frage: *Wir haben ein Abschleppunternehmen. Verstehe ich das richtig, dass mind. die Stufe 1 gemäß DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) erforderlich ist, um das Fahrzeug ggf. zu bergen?*

Unsere Abschleppfahrer/innen sind größtenteils Kfz-Mechaniker/innen oder Kfz-Meister/innen. Reicht hier die Stufe 1 bzw. ist hier überhaupt eine Qualifikation notwendig? Wie ist das geregelt z. B. bei einer Lehre nach 1972?

Antwort: Die Stufenausbildung gilt für den Bereich Forschung und Entwicklung. Für Abschleppunternehmen ist die Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen nach Kapitel V, Abschnitt 4 „Unfallhilfe“, zu berücksichtigen. Hier wird ein zeitlicher Umfang von mindestens 2 Unterrichtseinheiten (UE) gefordert.

4.5 Qualifikation des Ausbildungspersonals

Frage: Wir setzen HV-Akkumulatoren instand. Deshalb beschäftigen wir uns mit dem Thema „Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeichern und Prüfplätzen“. Welche Qualifikation ist für das Ausbildungspersonal erforderlich?

Antwort: Die notwendige Qualifizierung der Beschäftigten muss von Personen durchgeführt werden, die das notwendige Wissen auf dem zu vermittelnden Arbeitsgebiet, didaktisches Können sowie Erfahrungen in der Erwachsenenbildung haben.

4.6 Ausbildung des Servicepersonals

Frage: Wir setzen HV-Akkumulatoren instand. Deshalb beschäftigen wir uns mit dem Thema „Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeichern und Prüfplätzen“. Welche Qualifikation ist für das Servicepersonal erforderlich?

Antwort: Siehe DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686), Kapitel V, Abschnitt 3.3

4.7 Elektroingenieur/in als Ausbilder/in

Frage: Wir arbeiten auf dem Gebiet Elektromobilität in Deutschland und im Ausland. Wir wollen auch in unseren Labors im Ausland die deutschen Richtlinien zur Labor-sicherheit umsetzen, da uns die dortigen Richtlinien hierzu nicht detailliert genug sind und die deutschen Vorgaben alle lokalen Vorgaben mit erfüllen.

Wir sind bei unseren Planungen dazu auf die von Ihnen publizierte DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) aufmerksam geworden. Für die darin vorgeschriebenen Unterrichtseinheiten werden in Deutschland von verschiedenen privaten Institutionen und Firmen Kurse angeboten, wobei sich aber für uns die Frage stellt, welche Qualifikation bei einem Beschäftigten vorliegen muss, um diese Kurse durchführen zu können? Ist es möglich, dass ein/e Elektrotechnik-Ingenieur/in mit vorhandener Stufe III der DGUV Information 200-005 diese Schulungen durchführt?

Antwort: Die Grundvoraussetzungen sind erfüllt, aber praktische Kenntnisse sind auch erforderlich. Die notwendige Qualifizierung der Beschäftigten muss von Personen durchgeführt werden, die das notwendige Wissen auf dem zu vermittelnden Arbeitsgebiet, didaktisches Können sowie Erfahrungen in der Erwachsenenbildung haben.

4.8 Fachkundige/r für E-Zweirad

Frage: *Welche Person (HV-Fachkundige bzw. Fachkundiger/unterwiesene Person) darf das E-Zweirad spannungsfrei machen (Schalter an der Hauptsicherung betätigen)?*

Antwort: Die Frage muss mit einer Gegenfrage präzisiert werden, die heißt: Was soll an dem Fahrzeug gearbeitet werden?

Solange keine Arbeiten am HV-System durchgeführt werden, wie z. B. bei einem Tausch der Bremsanlage oder der Räder, genügt es, wenn eine unterwiesene Person (nach DGUV Information 200-005, ehemals BGI/GUV-I 8686) die Anlage „ausschaltet“.

Ein zertifiziertes Freischalten mit einer Prüfung der Spannungsfreiheit (fünf Sicherheitsregeln) darf nur ein/e Fachkundige/r für HV-Systeme durchführen. In der Regel kann das E-Zweirad durch Ziehen des Akkus spannungsfrei geschaltet werden.

4.9 Elektrofachkräfte für festgelegte Tätigkeiten

Frage: *Können Elektrofachkräfte für festgelegte Tätigkeiten als Fachkundige für Hochvoltsysteme eingesetzt werden?*

Antwort: Nein, grundsätzlich nicht. Zur erforderlichen Qualifikation für Arbeiten an Hochvoltsystemen siehe DGUV Information 200-005.

4.10 Fachkundige als Elektrofachkräfte

Frage: Es ist geplant, die Studieninhalte an unserer Hochschule um den Themenkomplex „Gefährliche Spannungen im Kfz – Arbeitssicherheit und Unfallverhütung“ zu ergänzen, sodass die Absolventen/innen auch in diesen Aufgabenbereichen als Elektrofachkräfte eingesetzt werden können. Was muss ich dabei beachten?

Antwort: Die DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) definiert die theoretische und praktische Ausbildung zum/zur Fachkundigen für HV-Systeme, welche die Befähigung für Arbeiten mit und an Hochvoltssystemen ermöglicht. Die Elektrofachkraft ist in der DGUV Vorschrift 3 (ehemals BGV A3) definiert.

4.11 Zweiräder warten und instandsetzen

Frage: Welche Qualifikation ist für den Service „Wartung und Instandsetzung“ von Zweirädern erforderlich? Welche Vorschriften sind einzuhalten?

Antwort: Zweiräder arbeiten derzeit in der Regel mit Spannungen unter 60 V DC. Als Richtlinie für den Bereich „Qualifikation und Organisation“ ist die DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) relevant, sobald die Gleichspannung 60 V oder die Wechselspannung 30 V (effektiv) übersteigt.

4.12 Ausbildungsträger zertifizieren

Frage: Welche Anforderungen werden an die Qualifikation der Ausbilder gemäß DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) gestellt? Zertifiziert die BG Lehrgänge oder Bildungsträger?

Antwort: Zitat DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) Kapitel III.2:

„Die notwendige Qualifizierung der Mitarbeiter muss von Personen durchgeführt werden, welche das notwendige Wissen auf dem zu vermittelnden Arbeitsgebiet, didaktisches Können sowie Erfahrungen in der Erwachsenenbildung haben. Bei der Qualifizierung müssen geeignete Schulungsunterlagen zur Verfügung

gestellt und praxisgerechte Übungen durchgeführt werden. Die erfolgreiche Teilnahme ist durch den Ausbildungsträger nachvollziehbar unter Angabe der vermittelten Inhalte zu dokumentieren.“

Der Ausbildungsträger muss die Qualifikation der Ausbilder/innen gemäß DGUV Information 200-005 Kapitel III.2 sicherstellen. Ausbildungsinhalte sind in den Anhängen 4, 5, 6 und 8 der DGUV Information 200-005 näher ausgeführt.

Die BG erteilt keine Zertifizierungen für Lehrgänge oder Bildungsträger.

4.13 Fachkunde zum Einweisen

Frage: Wer darf einweisen zum Bedienen?

Antwort: In der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) werden keine besonderen Anforderungen an die Personen gestellt, die diese Einweisung vornehmen.

4.14 Fachkunde zum Unterweisen

Frage: Unsere Beschäftigten kommen verstärkt in Kontakt mit Hochvolt-Fahrzeugen. Wer darf diese Beschäftigten jährlich nach DGUV Vorschrift 1 (ehemals BGV A1) unterweisen?

Antwort: Der/die zuständige Vorgesetzte, sofern er/sie über die notwendige Fachkunde zum selbstständigen Durchführen der Arbeiten hat. Anderenfalls muss er Fachkundige mit dem Unterweisen beauftragen.

4.15 Qualifizierende Stelle

Frage: Wie muss die qualifizierende Stelle ausgestattet sein?

Antwort: Nach DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) muss die Qualifizierung von Personen durchgeführt werden, welche das notwendige Wissen auf dem zu vermittelnden Arbeitsgebiet, didaktisches Können sowie Erfahrungen in der Erwachsenenbildung haben. Bei der Qualifizierung müssen geeignete Schulungsunterlagen zur Verfügung gestellt und praxisgerechte Übungen durchgeführt werden. Die erfolgreiche Teilnahme ist durch die qualifizierende Stelle nachvollziehbar unter Angabe der vermittelten Inhalte zu dokumentieren.

4.16 Qualifikation der Ausbilder/innen für Spezialfahrzeuge

Frage: Wer darf die Beschäftigten schulen, die Arbeiten an Booten mit HV-Komponenten durchführen müssen?

Antwort: Boote fallen grundsätzlich nicht in den Anwendungsbereich der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686), da es sich dabei nach Definition nicht um „Fahrzeuge“ handelt. Man kann die Forderungen aber sinngemäß auch auf Boote übertragen.

In Kapitel III.2 der DGUV Information 200-005 steht folgende Forderung:

„Die notwendige Qualifizierung der Mitarbeiter muss von Personen durchgeführt werden, welche das notwendige Wissen auf dem zu vermittelnden Arbeitsgebiet, didaktisches Können sowie Erfahrungen in der Erwachsenenbildung haben. Bei der Qualifizierung müssen geeignete Schulungsunterlagen zur Verfügung gestellt und praxisgerechte Übungen durchgeführt werden. Die erfolgreiche Teilnahme ist durch den Ausbildungsträger nachvollziehbar unter Angabe der vermittelten Inhalte zu dokumentieren.“

4.17 Lernen mittels elektronischer Medien (E-Learning)

Frage: Ist es vorschriftsgemäß, theoretisches Wissen zum Arbeiten an Hochvoltssystemen mittels E-Learning zu vermitteln?

Antwort: Gemäß DGUV Regel 100-001 sind grundsätzlich persönliche Unterweisungen durchzuführen; als Hilfsmittel sind elektronische Medien einsetzbar. Bei Unterweisungen mithilfe elektronischer Medien ist allerdings darauf zu achten, dass

- diese Unterweisungsinhalte arbeitsplatzspezifisch aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden,
- eine Verständnisprüfung stattfindet und ein Gespräch zwischen Versicherten und Unterweisenden jederzeit möglich ist.

Beim Qualifizieren ist theoretisches Wissen durch E-Learning vermittelbar. Gegebenenfalls ist der Wissensstand durch eine geeignete Prüfung festzustellen.

4.18 Qualifizierungsmaßnahmen

Frage: Wer bietet zum Thema Hochvolt-Fahrzeuge Qualifizierungsmaßnahmen an?

Antwort: Aus- und Fortbildungsmaßnahmen nach der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) führen die Fahrzeughersteller oder Zulieferer, aber auch freie Ausbildungsträger, z. B. die TAK (Ausbildungsakademie des deutschen Kraftfahrzeuggewerbes), TÜV oder Dekra durch.

4.19 Qualifikation von Verkäufern/innen

Frage: Welche Qualifikation benötigen Verkäufer/innen, die im Rahmen ihrer Tätigkeit Elektrofahrzeuge vorführen und dabei z. B. die Motorhaube öffnen und Probefahrten begleiten? Wer darf diese Qualifikation erteilen?

Antwort: Die geschilderte Tätigkeit eines Verkäufers bzw. einer Verkäuferin am HV-eigenen Serien-Elektrofahrzeug besteht in der beschriebenen Form ausschließlich im Bedienen des Fahrzeugs, also Tätigkeiten, die auch der spätere Käufer bzw. die spätere Käuferin eigenständig ausführt und für die keine Servicewerkstatt aufgesucht wird.

Für das Bedienen von Serienfahrzeugen ist in Kapitel V.1 der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) festgelegt, dass die Beschäftigten auf die dabei zu beachtenden Besonderheiten einzuweisen sind. Der Aufwand für die Einweisung orientiert sich am Umfang der fahrzeugspezifischen Besonderheiten und den auszuführenden Tätigkeiten.

In der DGUV Information 200-005 werden keine besonderen Anforderungen an die Personen gestellt, die diese Einweisung vornehmen.

4.20 Berufsausbildung nach Rahmenplan seit 2013

Frage: Sind Beschäftigte nach erfolgreicher Ausbildung zum/zur Kfz-Mechatroniker/in bereits Fachkundige für Hochvoltsysteme?

Antwort: Grundsätzlich werden Beschäftigte durch die Berufsausbildung nach Ausbildungsordnung für Kfz-Mechatroniker/innen, Stand 14. Juni 2013, zu Fachkundigen für Arbeiten an HV-eigenen Fahrzeugen gemäß DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686), Kapitel V 3.1. Beschäftigte, die ihre Ausbildung nach anderen Ausbildungsordnungen abgeschlossen haben, müssen nach DGUV Information 200-005 fortgebildet werden.

4.21 Selbstständiges Arbeiten von Auszubildenden

Frage: Wie ist die Qualifikation von aktuell in der Ausbildung befindlichen Auszubildenden Kfz-Mechatronikern einzuordnen? Ab wann können diese Auszubildenden (selbstständig) an Fahrzeugen arbeiten? Ab wann gelten sie als Fachkundige für Hochvoltsysteme?

Antwort: Nach Abschluss der Berufsausbildung gelten diese Personen als Fachkundige für Hochvoltsysteme. Erst dann ist grundsätzlich selbstständiges Arbeiten erlaubt. Soll an Fahrzeugen gearbeitet werden, die aus der Ausbildung nicht bekannt sind, muss gegebenenfalls für diese Fahrzeugtypen eine Einarbeitung erfolgen.

Welche Arbeiten während der Ausbildung möglich sind, entscheidet der verantwortliche Meister.

4.22 Prüf- und Forschungsinstitute

Frage: *Welche Qualifikationsanforderungen bestehen an die Beschäftigten in Prüf- und Forschungsinstituten in Bezug auf die HV-Technik?*

Antwort: Bei derartigen Beschäftigten handelt es sich in aller Regel um hochqualifiziertes Fachpersonal. Die erforderlichen Qualifizierungen sind daher gefährdungsorientiert in Abhängigkeit von den durchzuführenden Arbeiten und den Eingangsqualifikationen der Beschäftigten individuell festzulegen.

Orientierungshilfe kann die DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686), Anhang 2 bzw. 3 „Flussdiagramm für Arbeiten in der Entwicklung“, liefern.

4.23 Qualifizieren für das Instandsetzen von Karosserien

Frage: *Karosserien von Unfallfahrzeugen werden häufig in Spezialwerkstätten instand gesetzt. Dort gibt es in der Regel Personen, die elektrotechnisch nur unterwiesen sind. Muss der Karosseriebetrieb Fachkundige für Hochvoltsysteme vorhalten oder reicht es aus, dass er im Zweifelsfall Fachkundige des beauftragenden Händlers kontaktieren kann?*

Antwort: Wenn keine Arbeiten an Hochvolt-Komponenten durchzuführen sind, reicht es aus, dass die Personen unterwiesen sind. Ob ein/e Fachkundige/r benötigt wird, muss der Unternehmer des Karosseriebetriebs entscheiden. Kommen Arbeiten an Hochvolt-Fahrzeugen nur sehr selten vor, reicht der/die Fachkundige des Händlers aus.

4.24 Qualifizieren für das Bedienen von Motorenprüfständen

Frage: Wie müssen Bediener/innen von Motorprüfständen, die z. B. bei Hybridantrieben Öl oder Kühlflüssigkeit nachfüllen oder ähnliche Tätigkeiten ausüben müssen, qualifiziert werden? Zur Durchführung dieser Tätigkeiten sollen sie als zusätzliche Sicherungsmaßnahme die DC-Steller des Fahrzeugenergiesystems freischalten und Spannungsfreiheit feststellen. Für die Feststellung der Spannungsfreiheit ist eine berührungsgeschützte Messstelle vorhanden.

Antwort: Bediener/innen von Motorprüfständen, die keine elektrotechnischen Arbeiten ausführen müssen, werden hinsichtlich der elektrischen Gefährdungen unterwiesen und können dann die erforderlichen nicht elektrotechnischen Arbeiten (z. B. Öl oder Kühlflüssigkeit nachfüllen gemäß Stufe 1 nach DGUV Information 200-005) ausführen. Für das Feststellen der Spannungsfreiheit ist es notwendig, den Berührungsschutz sicherzustellen und geeignete Messgeräte (keine Multimeter) zur Verfügung zu stellen, damit diese Tätigkeiten gefahrlos ausgeführt werden können.

4.25 Qualifizieren für das Programmieren von Motorenprüfständen

Frage: Wie müssen Programmierer/innen von Motorprüfständen (Informatiker/innen) qualifiziert werden? Zu dieser Tätigkeit gehören auch Messungen zur Fehlersuche unter Spannung an den Wechselrichtern und den DC-Stellern.

Antwort: Bei den Programmierern/innen ist der Qualifizierungsbedarf abhängig von den möglichen elektrischen Gefährdungen. Relevante Kenngrößen können hierbei Spannungshöhe, Kurzschlussströme etc. sein. In Abhängigkeit davon muss entsprechend Kap. V Abschnitt 3.3 der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI 8686) vorgegangen werden. In diesem Abschnitt sind die erforderlichen Qualifikationen für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Prüfplätzen (für den Servicebereich) beschrieben. Auch hierbei ist sicherzustellen, dass der Berührungsschutz gegeben ist und geeignete Messgeräte benutzt werden.

4.26 Qualifizieren von Informatikern/innen

Frage: Ein Beschäftigter ist Informatiker, arbeitet seit über 20 Jahren in unserem Unternehmen, hat den Aufbau aller Fahrzeugenergiesysteme begleitet, verfügt über sehr gute elektrotechnische Kenntnisse und führt elektrotechnische Arbeiten (unter Leitung und Aufsicht) seit Jahren aus.

Welche Maßnahmen empfehlen Sie, um diese Person nach DIN VDE 0105-100 Abschnitt 3.2.3 aufgrund seiner mehrjährigen Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet zur Elektrofachkraft zu ernennen?

Antwort: Wenn ein/e Beschäftigte/r seit 20 Jahren elektrotechnische Arbeiten ausführt, kann man sicherlich davon ausgehen, dass genügend praktische Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Teilgebiet der Elektrotechnik vorhanden sind. Um als Elektrofachkraft tätig werden zu können, ist nach der Definition darüber hinaus eine fachliche Ausbildung sowie Kenntnisse der jeweiligen für dieses Gebiet der Elektrotechnik relevanten Normen und Vorschriften erforderlich. Inwieweit dies bei einem/einer Informatiker/in gegeben ist, ist im Einzelfall zu überprüfen. Gegebenenfalls muss noch zusätzliches theoretisches elektrotechnisches Grundlagenwissen vermittelt werden. Weiterhin empfiehlt es sich zu überprüfen, ob spezielle Lehrgänge zu relevanten Vorschriften und Normen sinnvoll sein können.

5 Energiespeicher

5.1 Vorschriften zur Lagerung

Frage: Wie sind neue Lithium-Ionen-Akkumulatoren für Elektrofahrzeuge außerhalb des Fahrzeugs, also zum Beispiel vor dem Einbau, zu lagern?

Antwort: Da die Palette von Elektrofahrzeugen vom Zweirad bis zum LKW reicht, ist eine Gefährdungsbeurteilung im Einzelfall unabdingbar.

Insbesondere wird eine Regelung für den Fall benötigt, dass ein Akkumulator ohne äußerlich sichtbaren Schaden hinfällt oder z. B. vom Stapler angefahren wird, z. B. Quarantäne und Beobachtung. Dies ist stark abhängig von der Bauform und der chemischen Zusammensetzung des jeweiligen Akkumulators, Antworten kann demnach nur der Hersteller des Akkumulators geben. Dessen Hinweise sind zu beachten. In diesem Zusammenhang kann es auch sinnvoll sein, Regelungen bezüglich der Lagerbedingungen von Lithium-Ionen-Akkumulatoren zu treffen.

Bei der Erarbeitung eines Brandschutzkonzeptes ist insbesondere zu berücksichtigen, dass Lithium-Ionen-Akkumulatoren üblicherweise ohne metallisches Lithium hergestellt werden, sodass das Löschmittel unter Berücksichtigung der Angaben des Herstellers in erster Linie auf den Elektrolyten und eventuell brennbare Kunststoffteile des Akkumulatorgehäuses abzustimmen ist.

5.2 Entladen von Energiespeichern

Frage: Können Hochvolt-Energiespeicher nach einem Unfall entladen werden?

Antwort: Nein, ein elektrisches Entladen der HV-Energiespeicher an der Unfallstelle ist nicht praktikabel.

5.3 Vorschriften zum Transport

Frage: Welche Vorschriften, Richtlinien, Vorgaben gibt es für den Transport von Lithium-Ionen-Akkumulatoren?

Antwort: Die Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen unterliegt der Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB), die auf der Grundlage des Gesetzes über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz – GGBefG) erlassen wurde.

Die Sachinhalte werden für die Beförderung auf der Straße in den Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) geregelt. Es wird deshalb an dieser Stelle auf die aktuelle Fassung des ADR verwiesen.

5.4 Umnutzung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren

Frage: Wie sind gebrauchte Lithium-Ionen-Akkumulatoren, z. B. bei der Umnutzung gebrauchter Akkumulatoren aus Automobilen mit verwertbarer Restkapazität als Pufferspeicher für Solar oder Windenergie, zu behandeln?

Antwort: Die Akkumulatoren dürfen nur bestimmungsgemäß nach den Vorgaben des Herstellers eingesetzt werden. Wenn der Hersteller eine Umnutzung nicht vorsieht, ist von dieser abzusehen.

5.5 Ausgasen eines Lithium-Ionen-Akkumulators

Frage: Welche Gefährdungen bestehen beim „Ausgasen“ eines Lithium-Ionen-Akkumulators?

Antwort: Lithium-Ionen-Zellen sind von ihrer Ausführung her hermetisch verschlossen. Darüber hinaus sind die Zellen entweder aufgrund ihrer Bauform mit einem Überdruckventil ausgestattet bzw. mit einer ähnlichen Einrichtung versehen, sodass die Zelle erst beim Erreichen eines kritischen Drucks im Zellinneren ausgast.

Der normale Betrieb führt nicht zum Ausgasen. Sollte es im Störfall zum Ausgasen kommen, sind die Arbeiten an dem Akkumulator bzw. am Fahrzeug umgehend einzustellen.

Die Gase sind reizend, (leicht) entzündlich, z. T. hochentzündlich, z. T. gesundheitsschädlich/giftig, brennbar, potenziell ätzend und sollten deshalb nicht eingeatmet werden. Die Gefährdung der Beschäftigten ist zu beurteilen und es sind Sicherheitsmaßnahmen für den Fall des Ausgasens aufzustellen.

5.6 Explosion des Lithium-Ionen-Akkumulators

Frage: Muss in einem Brandfall mit einer Explosion eines Lithium-Ionen-Akkumulators gerechnet werden?

Antwort: Eine Explosion von Lithium-Ionen-Akkumulatoren kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Eine Verpuffung kann nicht ausgeschlossen werden. Am wahrscheinlichsten ist, dass der Lithium-Ionen-Akkumulator abbrennt.

6 Ladetechnik

6.1 Laden über Steckdose

Frage: Darf ich ein Elektroauto an jeder haushaltsüblichen Steckdose laden?

Antwort: Zum bestimmungsgemäßen Laden sind die Sicherheitshinweise des Fahrzeugherstellers im Benutzerhandbuch zu beachten. Zudem wird empfohlen, die Steckdose vor der Nutzung durch eine Elektrofachkraft prüfen zu lassen, um Installationsfehler auszuschließen.

6.2 Unfall an einer Ladesäule

Frage: Was ist zu beachten, wenn ein an der Ladesäule angeschlossenes Elektro-/Hybrid-Fahrzeug in einen Unfall verwickelt ist (Standcrash)?

Antwort: Das Ladekabel ist vom Fahrzeug zu trennen und ggf. bei schweren Unfällen das HV-System des Fahrzeugs zu deaktivieren (siehe Rettungsdatenblatt).

6.3 Vandalismus an der Ladesäule

Frage: Was passiert, wenn durch Vandalismus ein Ladekabel an einer öffentlichen Ladestation während des Ladevorgangs eines Elektro-Fahrzeugs durchgeschnitten wird?

Antwort: Dieser Fall ist von der technischen Infrastruktur der öffentlichen Ladestation abgesichert und es erfolgt in der Regel eine Abschaltung.

7 Werkstätten und andere Servicebereiche

7.1 Ausländische Standorte

Frage: Ist das Einsetzen einer verantwortlichen Elektrofachkraft und somit der Aufbau einer HV-Sicherheitsorganisation auch an ausländischen Standorten verpflichtend vorgeschrieben oder hat das nur empfehlenden Charakter?

Antwort: Der Unternehmer hat die erforderlichen Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren zu treffen (§ 2 Abs. 1 DGUV Vorschrift 1). Er hat durch eine Beurteilung der für die Versicherten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen nach § 2 Abs. 1 erforderlich sind (§ 3 Abs. 1 DGUV Vorschrift 1).

Eine verantwortliche Elektrofachkraft wird immer dann notwendig, wenn neben den elektrotechnischen Arbeiten zusätzliche Aufgaben erforderlich werden wie:

- Planen, Projektieren, Konstruieren
- Organisieren der Arbeiten
- Festlegen der Arbeitsverfahren
- Auswählen der geeigneten Arbeits- und Aufsichtskräfte
- Bekanntgeben und Erläutern der einschlägigen Sicherheitsfestlegungen
- Festlegen der zu verwendenden Werkzeuge und Hilfsmittel
- Durchführen notwendiger Schulungsmaßnahmen
- Kontrolle von Arbeitsabläufen durch Stichproben oder Erfolgskontrollen (DGUV Information 200-005 Kap. III Nr. 2)

Die Notwendigkeit einer verantwortlichen Elektrofachkraft muss folglich über eine Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung der genannten Fragestellungen festgelegt werden.

7.2 Schutzmaßnahmen in der Werkstatt bei Arbeiten an Zweirädern

Frage: Welche Schutzmaßnahmen sollten bei Arbeiten an einem E-Roller eingehalten werden?

Antwort: Die Schutzmaßnahmen für die Arbeiten an einem E-Roller muss der Unternehmer durch die Gefährdungsbeurteilung selbst ermitteln (siehe DGUV Information 200-005, ehemals BGI/GUV-I 8686, Kapitel III, Abschnitt 3). Außerdem sind die Herstellerangaben in der Betriebsanleitung und dem Servicehandbuch zu beachten.

7.3 Autowaschanlagen

Frage: *Was muss hinsichtlich Brandschutz berücksichtigt werden, wenn Elektromobile mit Lithium-Ionen-Akkumulatoren in Autowaschanlagen gereinigt werden?*

Antwort: Grundsätzlich sind Maßnahmen wie beim Brand eines konventionellen Fahrzeugs zu ergreifen. Die Gefährdungslage ist bei Elektrofahrzeugen vergleichbar. Das Waschen von Elektroautos ist genauso ungefährlich wie das Waschen von konventionellen Fahrzeugen. Bei einem Brand in der Waschanlage ist die Feuerwehr auf den Brand eines Elektrofahrzeugs hinzuweisen.

7.4 Recycling

Frage: *Was muss berücksichtigt werden, wenn Elektromobile bzw. Lithium-Ionen-Akkumulatoren recycelt werden?*

Antwort: Sollen Fahrzeuge mit HV-Systemen inklusive Lithium-Ionen-Akkumulatoren verschrottet oder recycelt werden, so sind vor Beginn dieser Arbeiten von fachkundigen Beschäftigten folgende Schutzmaßnahmen umzusetzen:

Zuerst muss das HV-System unter Berücksichtigung der fünf Sicherheitsregeln (DGUV Information 200-005, ehemals BGI/GUV-I 8686, Kapitel III.1) und den Herstellerangaben freigeschaltet werden.

Danach sind die Energiespeicher (z. B. Lithium-Ionen Akkumulatoren) gemäß den Herstellervorgaben zu demontieren und fachgerecht zu entsorgen.

Ein Nichtbeachten dieser Vorgaben kann zu Gefährdung von Beschäftigten führen (Körperdurchströmung, Lichtbogen, Freisetzen von Gefahrstoffen).

7.5 Fahrzeughebebühnen

Frage: Wie müssen Fahrzeughebebühnen geerdet werden, wenn mit ihnen HV-Fahrzeuge gehoben werden?

Antwort: Die Erdung von Fahrzeughebebühnen ist, abhängig von deren elektrischen Ausrüstung und nach Vorgaben des Herstellers, entsprechend der Regeln der Technik auszuführen.

Weitergehende Erdungsmaßnahmen sind aufgrund der Systemarchitektur der HV-Anlage von Elektrofahrzeugen (kein Bezug zum Erdpotenzial) nicht erforderlich. Achtung: Auf der Hebebühne sollten Fahrzeuge mit HV-System nicht geladen werden, da durch Hub- oder Senkvorgänge der Hebebühne oder sonstige Arbeiten Ladekabel und deren Steckvorrichtungen unbeabsichtigt beschädigt werden könnten (Quetschen, Scheren, Abreißen etc.)!

7.6 Kennzeichen von Elektrofahrzeugen

Frage: a) Wie sind elektrisch betriebene Fahrzeuge innerhalb des Werkstattbereiches zu kennzeichnen?

b) Gibt es Unterschiede bei freigeschalteten und nicht freigeschalteten Fahrzeugen?

c) Wann muss der Bereich abgeschränkt werden?

Antwort: zu a) + b):

Bei nichtelektrotechnischen Arbeiten (z. B. Auffüllen von Betriebsstoffen, Reifenwechsel), bei denen auch durch Fehlverhalten oder Unachtsamkeit (Beschädigung umliegender Bauteile) keine elektrische Gefährdung zu erwarten ist, kann auf eine Kennzeichnung verzichtet werden.

Bei allen anderen Arbeiten ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung die Anforderung der Kennzeichnung. Insbesondere für Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen und an Prüfplätzen sowie Arbeiten, die gemäß Hersteller ein Freischalten der HV-Anlage erfordern (z. B. Arbeiten am HV-System oder Arbeiten in der Nähe von HV-Komponenten, die unbeabsichtigt beschädigt werden könnten), ist eine Kennzeichnung des Fahrzeuges erforderlich. Beispielhaft zeigt Abbildung 6 in der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686) Schilder, die für die Kennzeichnung freigeschalteter und nicht freigeschalteter HV-Fahrzeuge genutzt werden können.

Zu c):

Bei bestehender elektrischer Gefährdung (Arbeiten an unter Spannung stehenden Komponenten [z. B. Energiespeichern] oder Prüfarbeitsplätzen) sollten diese Bereiche abgesichert werden. Eine beispielhafte Abschränkung ist in Abbildung 8 der DGUV Information 200-005 dargestellt.

7.6 Prüfplatz

Frage: Wie muss ein Prüfplatz eingerichtet sein?

Antwort: Ein Prüfplatz für HV-Systeme von Fahrzeugen, inklusive deren Einzelkomponenten, muss entsprechend den Regeln der Technik eingerichtet sein. Für diese Prüfplätze ist die Norm DIN EN 50191 (VDE 0104) „Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen“ zu berücksichtigen.

Die Hinweise der DGUV Information 203-034 (ehemals BGI 891) „Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen“ können die betrieblichen Praktiker/innen bei der Umsetzung der Norm unterstützen.

8 Unfall, Panne

8.1 Gefahr des elektrischen Schlags

Frage: Besteht nach einem Unfall beim Berühren des Fahrzeuges oder von Fahrzeugteilen die Gefahr eines elektrischen Schlages?

Antwort: Eine Personengefährdung durch einen elektrischen Schlag ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Die Fahrzeuge sind in der Regel mit mehreren, voneinander unabhängigen Schutzmechanismen ausgestattet, von denen mehrere gleichzeitig versagen müssten, um eine Gefährdungssituation zu ermöglichen.

Die Systemarchitektur bietet grundsätzlich durch die vollständige elektrische Trennung des Hochvoltsystems von der Karosserie (galvanische Trennung) ein hohes Maß an Sicherheit für Benutzer/innen und Rettungskräfte.

Die Sicherheit des HV-Systems wird nach derzeitigem Stand der Technik (2013) bei serienmäßigen Personenkraftwagen durch elektronische Systeme überwacht. Bei Unfällen wird mit der Airbagauslösung und zum Teil mit zusätzlichen Crash-Sensoren, in aller Regel auch das HV-System, abgeschaltet.

8.2 Fahrzeug im/unter Wasser

Frage: Sind bei einem Elektro-/Hybrid-Fahrzeug, das sich im Wasser befindet, besondere Risiken zu erwarten?

Antwort: Im Wasser besteht durch das HV-System grundsätzlich kein erhöhtes Risiko einer Körperdurchströmung oder eines Lichtbogens.

Die Vorgehensweise beim Bergen ist identisch zu konventionellen Fahrzeugen.

8.3 Fahrzeug erkennbar abgeschaltet

Frage: Kann man bei einem Elektro-/Hybrid-Fahrzeug erkennen, ob das HV-System abgeschaltet ist?

Antwort: Nein, aber im Falle eines Unfalles oder einer Panne ist die Gefahr eines elektrischen Schlags sehr unwahrscheinlich.

Für Rettungskräfte oder den Unfallhilfsdienst gilt Folgendes:

Auch wenn nach Unfallsituationen ausgelöste Airbags, Gurtstraffer oder spezielle Crashsensoren das HV-System höchstwahrscheinlich abgeschaltet haben, gelten diese Hinweise nicht als Feststellen der Spannungsfreiheit im Sinne der fünf Sicherheitsregeln (siehe Kapitel II DGUV Information 200-005, ehemals BGI/GUV-I 8686).

Auf ein Freischalten des HV-Systems, gemäß den Rettungsdatenblättern der Hersteller, sollte nicht verzichtet werden.

Der Pannendienst, der ein defektes, aber unbeschädigtes Fahrzeug vor Ort reparieren möchte, muss bei Arbeiten am HV-System über eine entsprechende Qualifikation verfügen und die fünf Sicherheitsregeln berücksichtigen.

8.4 HV-System manuell deaktivieren

Frage: Ist eine manuelle Deaktivierung eines HV-Systems für Einsatzkräfte möglich?

Antwort: Hinweise zum Deaktivieren des HV-Systems sind der Betriebsanleitung des Fahrzeugs bzw. dem Rettungsdatenblatt zu entnehmen. Bei der Übergabe des verunfallten Fahrzeugs an Behördenvertreter/Bergeunternehmer wird empfohlen, die erfolgten Maßnahmen (z. B. durch die Feuerwehr) mitzuteilen. Insbesondere ist auf eine mögliche Gefährdung durch beschädigte HV-Komponenten hinzuweisen.

8.5 Wiedereinschalten nach einem Unfall

Frage: Ist es einer Rettungskraft (z. B. Feuerwehr) möglich, einen Teil der Spannung bei einem verunfallten Elektroauto wieder einzuschalten? Die Feuerwehr klemmt bei „normalen“ Autos ggf. den 12-V-Akkumulator wieder an, um elektrisch verstellbare Sitze verstellen zu können. Diese Vorgehensweise ist wichtig, um eingeklemmte Personen eventuell ohne Spreizer schneller retten zu können.

Antwort: Je nach Unfallschwere wird das HV-System irreversibel abgeschaltet. Damit ist eine Gefährdung durch dieses System ausgeschlossen.

Für das 12-V-Bordnetz ist das nicht zwingend der Fall, diese Spannung kann gegebenenfalls wieder zugeschaltet werden. Für das 12-V-Bordnetz gelten dieselben Gefahren wie bei konventionellen Fahrzeugen.

8.6 Vom Fahrzeug separierter Energiespeicher

Frage: Wie ist mit einem beschädigten oder vom Fahrzeug separierten HV-Energiespeicher bzw. Teilen davon zu verfahren?

Antwort: Der beschädigte HV-Energiespeicher darf nicht berührt werden. Es ist von elektrischen, chemischen, mechanischen und thermischen Gefährdungen durch den HV-Energiespeicher auszugehen.

Da das Risiko einer verzögerten Brandentstehung nicht auszuschließen ist, sollte der HV-Energiespeicher beobachtet werden. Es wird empfohlen, eine/n Fachkundige/n für Hochvolt-Systeme hinzuzuziehen, um die konkrete Gefährdung zu beurteilen und das weitere Vorgehen festzulegen.

8.7 Austretender Elektrolyt

Frage: Was ist beim Umgang mit austretendem Elektrolyt aus Lithium-Ionen-Akkumulatoren nach einem Unfall zu beachten?

Antwort: Beschädigte Lithium-Ionen-Akkumulatoren dürfen nur mit entsprechender persönlicher Schutzausrüstung (Gesichtsschutz, ggf. Atemschutz, Schutzhandschuhe für das Arbeiten unter Spannung) gehandhabt werden.

Ausgelaufene Flüssigkeiten können, je nach Typ des Lithium-Ionen-Akkumulators, reizend oder ätzend und/oder (leicht) entzündlich und/oder gesundheitsschädlich sein. Erfahrungsgemäß tritt nur äußerst wenig Elektrolyt aus.

Jeder Kontakt ist zu vermeiden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Lithium-Ionen-Akkumulatoren auch später noch durch interne Reaktionen in Brand geraten können.

8.8 Fahrzeugbrand

Frage: *Was ist nach einem Fahrzeugbrand zu beachten?*

Antwort: Siehe DGUV Information 205-022 (ehemals BGI/GUV-I 8664) „Rettungs- und Löscharbeiten an Pkw mit alternativen Antrieben“.

8.9 Zeitverzögerte Brandentwicklung

Frage: *Kann es auch zu einem späteren Zeitpunkt nach einem Unfall noch zu einem Brand der Hochvolt-Energiespeicher kommen?*

Antwort: Ja, wie auch bei konventionellen Fahrzeugen ist das Restrisiko einer verzögerten Brandentstehung nicht auszuschließen, dies gilt insbesondere bei beschädigten HV-Energiespeichern. Dieses Restrisiko ist auch beim Lagern der Fahrzeuge zu beachten.

8.10 Fahrzeug lagern

Frage: Wie müssen verunfallte Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge abgestellt werden?

Antwort: Verunfallte Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge können auch zeitverzögert in Brand geraten. Diese Fahrzeuge sind aus Brandschutzgründen mit ausreichenden Abständen zu anderen Fahrzeugen, Gebäuden und anderen brennbaren Gegenständen abzustellen.

Weitere Informationen finden sich im „Pannenhilfe-Flyer“ der BG Verkehr.

8.11 Brandrauch toxisch

Frage: Ist beim Brand eines Elektro-/Hybrid-Fahrzeugs von toxischem Brandrauch auszugehen?

Antwort: Ja, beim Brand von Elektro-/Hybrid-Fahrzeugen entsteht, wie bei konventionellen Fahrzeugen auch, aufgrund von brennenden Materialien, z. B. Kunststoffen, gesundheitsschädlicher Brandrauch/gesundheitsschädliche Gase.

8.12 Fahrzeug abschleppen

Frage: Was ist zu beachten, wenn ein Elektro-/Hybrid-Fahrzeug aus einem Gefahrenbereich (z. B. Autobahnbaustellen) per Abschleppseil/-stange entfernt werden muss?

Antwort: Grundsätzlich sollte ein Fahrzeugtransport mit einem Plateaufahrzeug erfolgen.

Beim Abschleppen mit der Hubbrille kann es zu Schäden am Elektro-/Hybridsystem kommen, wenn die Antriebsachse auf der Straße verbleibt. Hinweis: Allradantriebe beachten! Fahrzeuge mit beschädigtem Energiespeicher sollten möglichst zur nächstgelegenen geeigneten Fachwerkstatt bzw. zu einem sicheren Verwahrort transportiert werden.

Die Angaben in der Betriebsanleitung des Fahrzeugherstellers sind unbedingt zu beachten.

8.13 Fahrzeug verladen

Frage: Was ist beim Verladen eines Elektro-/Hybrid-Fahrzeuges nach einem schweren Unfall zu beachten?

Antwort: Vor dem Verladen sollte das HV-System deaktiviert sein. Hinweise dazu sind der Betriebsanleitung des Fahrzeugs bzw. dem Rettungsdatenblatt zu entnehmen. Für die Pannenhilfe, das Verladen und den Transport sind weiterführende Informationen der Berufsgenossenschaft verfügbar:

- DGUV Information 214-010 (ehemals BGI 800),
- DGUV Information 214-081 (ehemals BGI 5065) und
- DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686).

Bei Arbeiten mit Kran oder Seilwinde ist darauf zu achten, dass keine HV-Komponenten beschädigt werden.

Wird das Fahrzeug an Dritte übergeben, wird empfohlen, die eingeleiteten Maßnahmen mitzuteilen und sich quittieren zu lassen.

8.14 Fahrzeug transportieren

Frage: Was ist beim Transport/Abschleppen von verunfallten Elektro-/Hybrid-Fahrzeugen zu beachten?

Antwort: siehe Antwort zu „Fahrzeug abschleppen“

8.15 Löschmittel

Frage: Welche Löschmittel können bei Bränden von Lithium-Ionen-Akkus benutzt werden?

Antwort: Nach allen bisherigen Erkenntnissen empfiehlt sich Wasser als universell verfügbares Löschmittel für Brände von Lithium-Ionen-Akkumulatoren, da es neben der direkten Löschwirkung auch kühlend auf benachbarte Zellen wirkt. Wichtig dabei ist, viel Wasser zu verwenden damit eine ausreichende Kühlwirkung erzielt wird.

8.16 Quarantäneflächen

Frage: Werden für das Abstellen von Unfallfahrzeugen spezielle „Quarantäneflächen“ benötigt?

Antwort: Seitens der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung werden keine speziellen Anforderungen an Abstellplätze für Unfallfahrzeuge mit Elektro- oder Hybridantrieb gestellt.

Da sich Unfallfahrzeuge mit Elektro- oder Hybridantrieb, genau wie Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb auch, verspätet entzünden könnten, ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, solche Fahrzeuge in einem Bereich zu lagern, bei dem im Brandfall keine Folgeschäden zu erwarten sind.

Da sich auch das Ausgasen eines Lithium-Ionen-Akkus nicht vollständig ausschließen lässt, empfiehlt sich ein Lagerplatz mit guter Belüftung, zum Beispiel im Freien.

9 Prüfungen

9.1 Prüfgrundlagen

Frage: Gibt es Prüfungen, die ein Betreiber von Elektrofahrzeugen durchführen soll?

Antwort: Zu den Arbeitsmitteln, die unter die Betriebssicherheitsverordnung fallen, gehören auch betrieblich genutzte Fahrzeuge. Dementsprechend ist regelmäßig der sichere Zustand dieses mobilen Arbeitsmittels zu prüfen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind Art und Umfang sowie die mit der Prüfung zu beauftragende befähigte Person festzulegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass gewerblich genutzte Fahrzeuge ohnehin nach DGUV Vorschrift 70 (ehemals BGV D29) jährlich zu prüfen sind.

Für die Feststellung bzw. Prüfung des betriebssicheren Zustandes von Fahrzeugen (Betriebssicherheit = Verkehrssicherheit + Arbeitssicherheit) kann der DGUV Grundsatz 314-003 „Prüfung von Fahrzeugen durch befähigte Personen/ Sachkundige“ (ehemals BGG 916) herangezogen werden. Dieser Grundsatz gibt umfangreiche Hinweise für die Beurteilung des betriebssicheren Zustandes von konventionellen Fahrzeugen.

Spezielle Normen, die den Prüfumfang für eine Wiederholungsprüfung des Hochvoltsystems festlegen, gibt es bisher nicht. Es kann aber die Richtlinie ECE R 100 herangezogen werden.

Darüber hinaus kann die Diagnosefähigkeit vieler Hochvoltkomponenten eine Prüfung des Hochvoltsystems unterstützen. Insofern sind Betriebsanleitungen sowie Wartungs- und Prüfvorgaben der Fahrzeughersteller von entscheidender Bedeutung und daher unbedingt zu berücksichtigen.

9.2 Prüfgrundlagen, elektrische Komponenten

Frage: Gibt es Prüfungen, nach denen die elektrischen Komponenten des Hochvolt-Systems zu prüfen sind?

Antwort: Siehe Antwort zu Frage 9.1. Die Anforderungen zu Prüfungen von elektrischen Komponenten von Hochvolt-Systemen muss der Fahrzeughersteller beschreiben. Insofern sind Betriebsanleitungen sowie Wartungs- und Prüfvorgaben der Fahrzeughersteller von entscheidender Bedeutung und daher unbedingt zu berücksichtigen. Für Fahrzeug- und Komponentenhersteller sind die Anforderungen der Richtlinie ECE R 100 zu erfüllen.

9.3 Ladekabel prüfen

Frage: Wie sollen Ladekabel für Elektrofahrzeuge geprüft werden? Ladekabel sind zum Beispiel Verlängerungskabel Mode 2 mit zwei speziellen Steckern und Ladekabel für die häusliche 230-V-Steckdose. Dieses Kabel beinhaltet Vorschalt-/Schutz-Elektronik. Der Händler ist zur Prüfung nicht in der Lage. Die beiden „Prüf-Elektriker“, mit denen ich zusammenarbeite, könnten prüfen, haben aber die notwendigen Adapter nicht.

Vom Hersteller bekomme ich keine Antwort darauf und auch nicht auf meine Bitte, das Prüfprotokoll der Erst-Prüfung zu übersenden.

Antwort: Die elektrische Sicherheit muss nach DGUV Vorschrift 3 geprüft werden (siehe außerdem Abschnitt 9.1 „Prüfgrundlagen“, DGUV Information 203-070 „Wiederkehrende Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Fachwissen für den Prüfer“ und VDE 0701/0702).

10 Schriften, Informationen

10.1 Richtlinien für Zweiräder

Frage: Welche Richtlinien gibt es für das Arbeiten an Elektro-Zweirädern?

Antwort: Hinsichtlich Produktnormen muss der Hersteller selbst bestimmen, welche nationalen oder internationalen Regelwerke im entsprechend vorgesehenen Einsatz- und Vertriebsgebiet angewendet werden müssen.

Spezielle Vorgaben für Arbeiten an Elektro-Zweirädern macht die Berufsgenossenschaft nicht. Informationen zum Qualifizieren der Beschäftigten für Arbeiten an Hochvolt-Fahrzeugen stehen in der DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686).

10.2 Richtlinien, generell

Frage: Welche Richtlinien gibt es?

Antwort:

- DGUV Information 200-005 (ehemals BGI/GUV-I 8686)
„Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen“
- Informationen des Zweiradverbands
„UMGANG MIT LITHIUM-AKKUMULATOREN BEI ZWEIRÄDERN“
- VdS-Merkblatt
„Lithium-Batterien – GDV-Merkblatt zur Schadenverhütung“
- ZVEI-Merkblatt Nr. 2
„Sicherer Umgang mit Lithium-Batterien“
- Flyer
„Pannen- und Unfallhilfe an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen“ der BG Verkehr
- DGUV Information 214-010 (ehemals BGI 800)
„Sicherungsmaßnahmen bei Pannen-/Unfallhilfe, Bergungs- und Abschlepparbeiten“

- DGUV Information 214-081 (ehemals BGI 5065)
„Sicherer Betrieb von Abschlepp- und Bergungsfahrzeugen“
- DGUV Information 205-022 (ehemals BGI GUV-I 8664)
„Rettungs- und Löscharbeiten an Pkw mit alternativen Antrieben“
- VDA/VDIK-Leitfaden
Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

