



VBG-Fachwissen

# Elektromobilität – Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen

Leitfaden für ein betriebliches Konzept

#### **VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung**

Die VBG ist eine gesetzliche Unfallversicherung mit rund 36 Millionen Versicherungsverhältnissen in Deutschland. Versicherte der VBG sind Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen, freiwillig versicherte Unternehmerinnen und Unternehmer, bürgerschaftlich Engagierte und viele mehr. Zur VBG zählen über eine Million Unternehmen aus mehr als 100 Branchen – vom Architekturbüro bis zum Zeitarbeitsunternehmen.

**Weitere Informationen: [www.vbg.de](http://www.vbg.de)**

Die in dieser Publikation enthaltenen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

Wenn in dieser Publikation von Beurteilungen der Arbeitsbedingungen gesprochen wird, ist damit auch immer die Gefährdungsbeurteilung im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes gemeint.



# Elektromobilität – Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen

Leitfaden für ein betriebliches Konzept

Unter Mitwirkung von

**Prof. Dr.-Ing. Friedbert Pautzke**  
Hochschule Bochum und WAW GmbH

**Dipl.-Ing. Christian Hain**  
Hochschule Bochum und WAW GmbH

**Frank Wagner**  
VBG

Version 2.0/2016-10



DD.041544

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
|          | Vorwort   | 9         |
| <b>1</b> | <b>Anwendungsbereich</b>  | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>Begriffsbestimmungen</b>   | <b>15</b> |
| <b>3</b> | <b>Gefährdungsbeurteilung</b>   | <b>19</b> |
| 3.1      | Hochvolt-Komponenten  | 20        |
| 3.1.1    | Gefährdung durch elektrischen Strom                                       | 20        |
| 3.1.2    | Gefährdung durch heiße Oberflächen und Medien                             | 22        |
| 3.1.3    | Gefährdung durch Brand  | 22        |
| 3.1.4    | Gefährdung durch Gefahrstoffe   | 22        |
| 3.1.5    | Gefährdung durch Fehlfunktionen   | 22        |
| 3.1.6    | Muster-Gefährdungsbeurteilungen für Arbeiten an HV-Komponenten            | 22        |
| 3.2      | Infrastruktur   | 23        |
| 3.2.1    | Gefährdung durch elektrischen Strom                                       | 23        |
| 3.2.2    | Gefährdung durch Absturz  | 23        |
| 3.2.3    | Muster-Gefährdungsbeurteilungen für die neue Werkstattinfrastruktur       | 23        |
| 3.3      | Organisation  | 24        |
| 3.3.1    | Gefährdung durch mangelnde Kenntnisse                                     | 24        |
| 3.3.2    | Gefährdung durch Unklarheiten der Zuständigkeiten                         | 25        |
| 3.3.3    | Gefährdung durch defekte Geräte und Anlagen                               | 25        |
| 3.3.4    | Muster-Gefährdungsbeurteilung für die Organisation des Werkstattbetriebes | 25        |
| <b>4</b> | <b>Betriebliches Konzept</b>  | <b>27</b> |
| 4.1      | Organisation  | 28        |
| 4.1.1    | Verantwortung   | 28        |
| 4.1.2    | Betriebliche Struktur   | 29        |
| 4.1.3    | Arbeiten unter Spannung   | 29        |
| 4.1.4    | Gesundheitliche Eignung   | 30        |
| 4.1.5    | Qualifikationen   | 30        |
| 4.1.6    | Brandbekämpfung   | 36        |
| 4.1.7    | Erste Hilfe   | 37        |
| 4.1.8    | Pannenhilfe   | 37        |
| 4.1.9    | Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel                           | 38        |
| 4.2      | Technik und Infrastruktur   | 41        |
| 4.2.1    | Infrastruktur   | 41        |
| 4.2.2    | Arbeitsmittel   | 45        |
| 4.2.3    | Persönliche Schutzausrüstung  | 47        |
| 4.3      | Qualifizierung  | 48        |
| 4.4      | Betriebsanweisungen und Checklisten                                       | 52        |
| 4.5      | Dokumentation   | 53        |
| <b>5</b> | <b>Vorschriften, Regeln und Informationen</b>                             | <b>54</b> |
| <b>6</b> | <b>Glossar</b>  | <b>55</b> |

**Anhang 1**

|  |    |
|--|----|
| Ermittlung der notwendigen Qualifikation von Beschäftigten für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen  | 57 |
| Ermittlung der Qualifizierungsmaßnahme für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AisZ) in Abhängigkeit der Vorbildung        | 58 |
| Ermittlung der Qualifizierungsmaßnahme für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AuS) in Abhängigkeit der Vorbildung | 59 |
| Qualifikationsmatrix   | 60 |

**Anhang 2**

|  |    |
|--|----|
| Qualifizierungsinhalte der Unterweisung HV-Bus 1 zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-EuP  | 62 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2a für Personen ohne elektrotechnische Vorbildung mit technischer Ausbildung zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ   | 64 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ  | 65 |
| Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b-Aufbau für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten  | 66 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c für Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ   | 67 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c-Aufbau für Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich mit der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten  | 68 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3a für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich und Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AuS | 69 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3b für Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AuS   | 70 |
| Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 4 zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-vEfk  | 71 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Anhang 3</b>  |    |
| Checkliste zur Erteilung der Berechtigung für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung  | 73 |
| <b>Anhang 4</b>  |    |
| Eigencheck für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung                                 | 74 |
| <b>Anhang 5</b>  |    |
| Muster-AuS-Pass  | 75 |
| <b>Anhang 6</b>  |    |
| Checkliste für die Außerbetriebnahme des HV-Systems  | 76 |
| Checkliste für die Inbetriebnahme des HV-Systems   | 77 |
| <b>Anhang 7</b>  |    |
| Muster-Bestellurkunde zur Beauftragung einer verantwortlichen Elektrofachkraft HV-Bus-vEfK | 78 |
| <b>Anhang 8</b>  |    |
| Musterzertifikat für die Qualifizierung  | 79 |
| <b>Anhang 9</b>  |    |
| Webseite für Downloads   | 80 |



## Vorwort

Elektromobilität erlangt im öffentlichen Personennahverkehr zunehmend an Bedeutung, da Verkehrsbetriebe vermehrt Busse mit Hochvolt-Systemen (Hybrid- und Elektroantriebe) im Linienbetrieb erproben beziehungsweise bereits in kleinen Flotten einsetzen. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren verstärken.

Durch den Einsatz von Hybrid- und Elektrobussen entstehen für den Betrieb und die Instandhaltung teilweise neuartige Gefährdungen – elektrische, durch Hochvolt-technik, aber auch durch Brandgefahr beziehungsweise Austritt von Gefahrstoffen im Störfall – die eine Anpassung betrieblicher Abläufe, Beschaffung zusätzlicher Werkstattausrüstung und Zusatzqualifikation der Beschäftigten erforderlich machen. Demgegenüber werden Gefahren durch Dieselmotoremissionen, Kraft- und Schmierstoffe nachhaltig reduziert oder eliminiert.

Die VBG unterstützt Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs bei der Einführung von Hybrid- und Elektrobussen und gibt mit diesem Leitfaden Hilfestellung und Handlungsanweisungen für ein betriebliches Konzept zur Einführung von Omnibussen mit Hochvolt-Systemen.



VORSICHT!  
Hochspannung  
600V

VORSICHT!  
Hochspannung  
600V

MESSPUNKT

WB

# 1 Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs. Er enthält Hilfen und Hinweise für die Festlegung technischer, organisatorischer und personenbezogener Maßnahmen (TOP) bei der Einführung von Omnibussen mit HV-Systemen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die benötigte Qualifikation der Beschäftigten in Abhängigkeit von geplanten Tätigkeiten gelegt.

Ziel ist es, durch Qualifizierung der vorhandenen Beschäftigten und unter Beibehaltung der vorhandenen Organisationsstruktur einen sicheren Werkstattbetrieb in Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs beim Einsatz von Hybrid- und Elektro-Bussen zu gewährleisten. Nur in Ausnahmefällen wird es notwendig sein, zusätzliches oder anders qualifiziertes Personal einzustellen und die Organisationsstruktur zu ändern.

Verkehrsbetriebe weisen starke Unterschiede hinsichtlich ihrer Betriebsgröße und Organisationsstruktur auf. Die Bandbreite reicht von Unternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten in einer Werkstatt bis hin zu großen Unternehmen mit mehreren hundert Beschäftigten und Fahrzeugen sowie mehreren Haupt- und Betriebswerkstätten, in denen Instandhaltungstätigkeiten unterschiedlicher Arbeitstiefe ausgeführt werden.

Bei der Instandhaltung von Hybrid- und Elektrobussen sind in Abhängigkeit von den durchzuführenden Arbeiten Anpassungen in den Bereichen

- Organisation,
- Technik und Infrastruktur sowie
- Qualifikation und Qualifizierung des Personals

notwendig.

## 1. Organisation

Ein Unternehmer oder eine Unternehmerin trägt die Verantwortung für die Arbeitssicherheit im Betrieb und überträgt diese in der Regel auf die Führungskräfte. Für die verantwortliche fachliche Leitung eines elektrotechnischen Betriebes oder Betriebsteils ist eine verantwortliche Elektrofachkraft (vEfK) erforderlich. Sie hat für ihren Arbeitsbereich alle erforderlichen Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu treffen. Durch eine Beurteilung der mit den Arbeiten verbundenen Gefährdungen hat sie zu ermitteln, welche Maßnahmen erforderlich sind. Dies gilt insbesondere auch für die hinzukommenden Gefährdungen durch Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen. Daraus ergibt sich:

- Werden keine Tätigkeiten am HV-System durchgeführt und liegen Arbeitsanweisungen des Busherstellers vor, nach denen die Arbeiten gefahrlos durchgeführt werden können, sind keine Elektrofachkräfte und keine verantwortliche Elektrofachkraft für Hochvolt erforderlich. Dies trifft insbesondere auf kleine Betriebe zu. Allerdings sind die Busfahrer und Busfahrerinnen sowie die Reinigungskräfte für die elektrotechnischen Gefährdungen zu sensibilisieren und alle Beschäftigten in der Werkstatt für nichtelektrotechnische Arbeiten und Arbeiten am Niederspannungssystem zu unterweisen.
- Werden elektrotechnische Tätigkeiten am HV-System durchgeführt, sind Elektrofachkräfte für Hochvolt und, wenn neben den fachlichen auch übergeordnete Tätigkeiten mit Leitungsfunktion auszuüben sind, eine verantwortliche Elektrofachkraft erforderlich. Dies trifft zukünftig in der Regel auf größere Betriebe zu. In diesem Fall sollte der Werkstattmeister oder die Werkstattmeisterin die Aufgabe der verantwortlichen Elektrofachkraft übernehmen.

Werden in mehreren Haupt- und Betriebswerkstätten Arbeiten an HV-Systemen oder HV-Komponenten durchgeführt, kann es sinnvoll sein, mehrere verantwortliche Elektrofachkräfte und zusätzlich eine übergeordnete verantwortliche Elektrofachkraft zu installieren.

Das Werkstattpersonal ist entsprechend der Aufgaben für die elektrotechnischen Gefährdungen durch Hochvolt zu sensibilisieren und für die Tätigkeiten zu qualifizieren.

## 2. Technik und Infrastruktur

Werden keine elektrotechnischen Arbeiten am HV-System ausgeführt, sind in der Regel auch keine besondere Werkstattausrüstung und Arbeitsmittel notwendig.

Werden Instandsetzungsarbeiten an den HV-Komponenten durchgeführt, benötigt das Werkstattpersonal entsprechende Arbeitsmittel und Werkstatthilfen. In Abhängigkeit der Einbauorte der HV-Komponenten ist in der Regel ein Dacharbeitsstand erforderlich. Zusätzlich werden spezielle Messgeräte, isoliertes Werkzeug und persönliche Schutzausrüstung benötigt.



### 3. Qualifikation und Qualifizierung des Personals

Die hohen Spannungen des HV-Systems führen bei Arbeiten an Hybrid- und Elektrobusen zu zusätzlichen Gefährdungen durch Körperdurchströmung und Lichtbogen. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten in Abhängigkeit von ihren Aufgaben. Umfang und Inhalt der Qualifizierung hängen von der Vorbildung ab. Deshalb sind die Beschäftigten in Abhängigkeit ihrer Aufgaben für die elektrotechnischen Gefährdungen zu sensibilisieren und für die Durchführung ihrer Tätigkeiten zu qualifizieren.

Das Fahr- und Reinigungspersonal ist im Rahmen der regelmäßig stattfindenden Unterweisungen für die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten zu sensibilisieren. Sie gelten dann als elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP) für diese Tätigkeiten.

Beschäftigte, die Servicearbeiten und mechanische Instandsetzungsarbeiten durchführen und nicht am HV-System arbeiten, müssen durch Unterweisung zu elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EuP für Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen) qualifiziert werden.

Werkstattpersonal, das eigenständig Arbeiten an den HV-Komponenten ausführt, ist zu Elektrofachkräften für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen zu qualifizieren. Die Dauer der Qualifizierungsmaßnahmen hängt von der beruflichen Vorbildung der Beschäftigten und der durchzuführenden Tätigkeit (Arbeiten im spannungsfreien Zustand oder Arbeiten unter Spannung) ab.





## 2 Begriffsbestimmungen

### Aktive Teile

Aktive Teile sind Leiter und leitfähige Teile der Betriebsmittel, die unter normalen Betriebsbedingungen unter Spannung stehen.

### Arbeiten an elektrischen Anlagen

Unter diesen Begriff fallen alle Tätigkeiten, die auf das Herstellen, Errichten, Ändern und Instandhalten elektrischer Anlagen und Betriebsmittel ausgerichtet sind.

Unter den Begriff „Arbeiten“ fallen solche Tätigkeiten, die für die Sicherheit und Funktion der Anlage oder des Betriebsmittels entscheidend sind und nicht selten ohne vollständigen Berührungsschutz durchgeführt werden müssen, insbesondere bei dem Instandhalten und Reinigen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel. Arbeiten an elektrischen Anlagen sind grundsätzlich alle Tätigkeiten, die nach § 3 Absatz 1 Satz 1 DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ ausschließlich von Elektrofachkräften oder unter deren Leitung und Aufsicht durchgeführt werden dürfen.

### Arbeiten unter Spannung am HV-System (AuS)

Arbeiten unter Spannung ist jede Arbeit am HV-System, bei der Beschäftigte mit Körperteilen oder Gegenständen (Werkzeuge, Geräte, Ausrüstungen oder Vorrichtungen) unter Spannung stehende Teile berühren oder der spannungsfreie Zustand nicht sichergestellt ist.

### Elektrotechnische Arbeiten

Elektrotechnische Arbeiten sind Arbeiten an, mit oder in der Nähe einer elektrischen Anlage, zum Beispiel Errichten, Inbetriebnehmen, Instandhalten, Prüfen, Erproben, Messen, Auswechseln, Ändern und Erweitern.

Dies trifft auf die Werkstätten von Verkehrsbetrieben zu, wenn dort an Elektro- und Hybrid-Bussen gearbeitet wird.

### Elektrische Gefährdung

Elektrische Gefährdungen bei Arbeiten am HV-System liegen vor, wenn die Spannung zwischen den aktiven Teilen

- größer als 25 V Wechselspannung (AC) oder 60 V Gleichspannung (DC) ist

und

- der Kurzschlussstrom an der Arbeitsstelle den Wert von 3 mA AC oder 12 mA DC übersteigt

und

- die Energie mehr als 350 mJ beträgt.

Diese Bedingungen sind bei Hybrid- und Elektro-Bussen in aller Regel erfüllt.

### Elektrotechnische/r Laie/-in

Als elektrotechnischer Laie oder elektrotechnische Laiin gilt, wer weder Elektrofachkraft noch elektrotechnisch unterwiesene Person ist.

### Elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP)

Als elektrotechnisch unterwiesene Person gilt, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleitet sowie hinsichtlich der notwendigen Schutzeinrichtungen, persönlichen Schutzausrüstungen und Schutzmaßnahmen unterwiesen wurde.



### Elektrofachkraft (EfK)

Als Elektrofachkraft im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (DGUV Vorschrift 3 und 4) gilt, wer aufgrund der

- fachlichen Ausbildung,
- Kenntnisse und Erfahrungen sowie
- Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm oder ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

### Fünf Sicherheitsregeln

Für das Herstellen der Spannungsfreiheit einer elektrischen Anlage existieren fünf Sicherheitsregeln der Elektrotechnik:

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit feststellen
- Erden und Kurzschließen
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Die ersten drei Sicherheitsregeln sind immer anzuwenden. Ob die vierte und fünfte Sicherheitsregel angewendet werden müssen, ist im Einzelfall festzulegen.

### Hochvolt (HV)

Hochvolt (HV) umfasst Spannungen

- von 60 V bis 1.500 V Gleichspannung (DC) oder
  - von 30 V bis 1.000 V Wechselspannung (AC)
- in der Fahrzeugtechnik, insbesondere bei Hybrid- und Brennstoffzellentechnologie sowie Elektrofahrzeugen.

**HV-eigensicher**

HV-eigensicher 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
- Automatische Entladung von Energiespeichern vor Erreichen unter Spannung stehender Teile
- Kabelverbindungen über Stecker in lichtbogensicherer Ausführung und nicht über Schraubverbindungen
- Sichere Abschaltung des HV-Systems bei Entfernen von Abdeckungen des HV-Systems

**Leitung und Aufsicht**

Leitung und Aufsicht umfasst alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln von Beschäftigten, die nicht die Kenntnisse und Erfahrungen einer Elektrofachkraft haben, sachgerecht und sicher durchgeführt werden können. Leitung und Aufsicht für elektrotechnische Arbeiten kann nur durch eine Elektrofachkraft wahrgenommen werden.

**Spannungsebenen**

Vergleich der Spannungsebenen aus dem Bereich der Elektrotechnik und der Fahrzeugtechnik.

**Verantwortliche Elektrofachkraft**

Verantwortliche Elektrofachkraft ist, wer als Elektrofachkraft die Fach- und Aufsichtsverantwortung übernimmt und vom Unternehmer oder der Unternehmerin dafür beauftragt ist. Bei der Erfüllung ihrer Aufgaben ist die verantwortliche Elektrofachkraft hinsichtlich ihrer fachlichen Aufgaben weisungsfrei.

| Elektrische Anlagen nach DIN VDE 0105-100 |                              | Hybrid-, Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeuge nach DGUV I 200-005 |  |
|---|------------------------------|---|--|
| Kleinspannung ELV                         | ≤ 50 V AC<br>≤ 120 V DC      | Niedervolt NV   | ≤ 30 V AC<br>≤ 60 V DC                                   |
| Niederspannung LV                         | ≤ 1.000 V AC<br>≤ 1.500 V DC | Hochvolt HV   | > 30 V AC und ≤ 1.000 V AC<br>> 60 V DC und ≤ 1.500 V DC |
| Hochspannung HV                           | > 1.000 V AC<br>> 1.500 V DC |   |  |

# Arbeiten am HV-Energiespeicher

| Risiko | Schutzmaßnahme   | Durchführung der Maßnahme                                   | Wirksamkeit  |
|--------|--|---|--|
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Das Öffnen der Anlage erfolgt erst nach Abkühlen des Systems oder kontrollierter Druckentlastung.</li> <li>Persönliche Schutzausrüstung (Handschuhe, Schutzbrille, ...) ist bereitgestellt und wird verwendet.</li> <li>...</li> </ul>  | Verantwortlicher:<br><i>S. Hieder</i><br>Bis: <i>1/2011</i> | Maßnahme durchgeführt?<br>Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nur am abgekühlten System arbeiten.</li> <li>Persönliche Schutzausrüstung (Handschuhe, Schutzbrille, ...) ist bereitgestellt und wird verwendet.</li> <li>Arbeiten am Kühlsystem erfolgen gemäß den Vorgaben des Fahrzeugherstellers.</li> <li>...</li> </ul>   | Verantwortlicher:<br>Bis:                                   | Maßnahme durchgeführt?<br>Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>            |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausreichende Belüftung ist gewährleistet.</li> <li>Arbeitsplatzspezifischer Hautschutz- und Hygieneplan ist erstellt.</li> <li>Persönliche Schutzausrüstung (Schnittfeste Arbeitshandschuhe, Sicherheitsschuhe, Schutzbrille ...) ist bereitgestellt und wird verwendet.</li> <li>Hautreinigungs-, Hautpflege- und Hautschutzmittel sind zur Verfügung gestellt und werden verwendet.</li> <li>...</li> </ul> | Verantwortlicher:<br>Bis:                                   | Maßnahme durchgeführt?<br>Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>            |
|        | ...  | Verantwortlicher:<br>Bis:                                   | Maßnahme durchgeführt?<br>Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>            |



Am: \_\_\_\_\_  
 Maßnahme wirksam?  
 Ja  Nein

### 3 Gefährdungsbeurteilung

Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und die Betriebs-sicherheitsverordnung (BetrSichV) verpflichten Unternehmerinnen und Unternehmer, mögliche Gefährdungen der Beschäftigten bei Ausübung ihrer Tätigkeit zu ermitteln, Risiken zu beurteilen sowie geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten.

Das Bemühen um Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz ist ein ständiger Kreislauf. Ein optimaler statischer Zustand wird nie erreicht. Alle Tätigkeiten sind kontinuierlich zu beurteilen und Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz als Bestandteil einer jeden Tätigkeit zu integrieren.

Gefährdung bezeichnet die Möglichkeit eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ohne bestimmte Anforderungen an deren Ausmaß oder Eintrittswahrscheinlichkeit.

Zur systematischen Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen und Belastungen der Beschäftigten sowie zur Festlegung von Schutzmaßnahmen und zur Dokumentation des Prozesses werden Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt.

Aufgrund der zusätzlichen Gefährdungen durch den Einsatz von Hybrid- und Elektro-Bussen ergeben sich Anforderungen zur Anpassung betrieblicher Abläufe, an zusätzlicher Werkstattausrüstung und insbesondere an die Qualifikation der Beschäftigten.

In Verkehrsbetrieben liegen Gefährdungsbeurteilungen für die bisher durchgeführten Tätigkeiten an Bussen mit konventionellen Antrieben vor. Als Handlungshilfe bietet die VBG zum Beispiel den Sicherheits-Check: Omnibusse (inklusive Hybrid- und O-Busse) zur schnellen und systematischen Bewertung von Gefahren und Risiken sowie zur Ableitung geeigneter Maßnahmen mit dem Ziel der Risikobewältigung an. Auf Basis dieser Beurteilung sind technische, organisatorische und personenbezogene (TOP) Schutzmaßnahmen festzulegen.

Bei der Einführung von Bussen mit HV-Systemen ist die bestehende Gefährdungsbeurteilung aufgrund der veränderten Gefährdungssituation anzupassen.

Die Gefährdungsbeurteilung für den Einsatz von Hybrid- und Elektro-Bussen lässt sich unterteilen in:

- zusätzliche Gefährdungen durch HV-Komponenten bei Tätigkeiten am Fahrzeug
- zusätzliche Gefährdungen durch neue Werkstattinfrastruktur
- zusätzliche Gefährdungen durch Mängel in der Werkstattorganisation

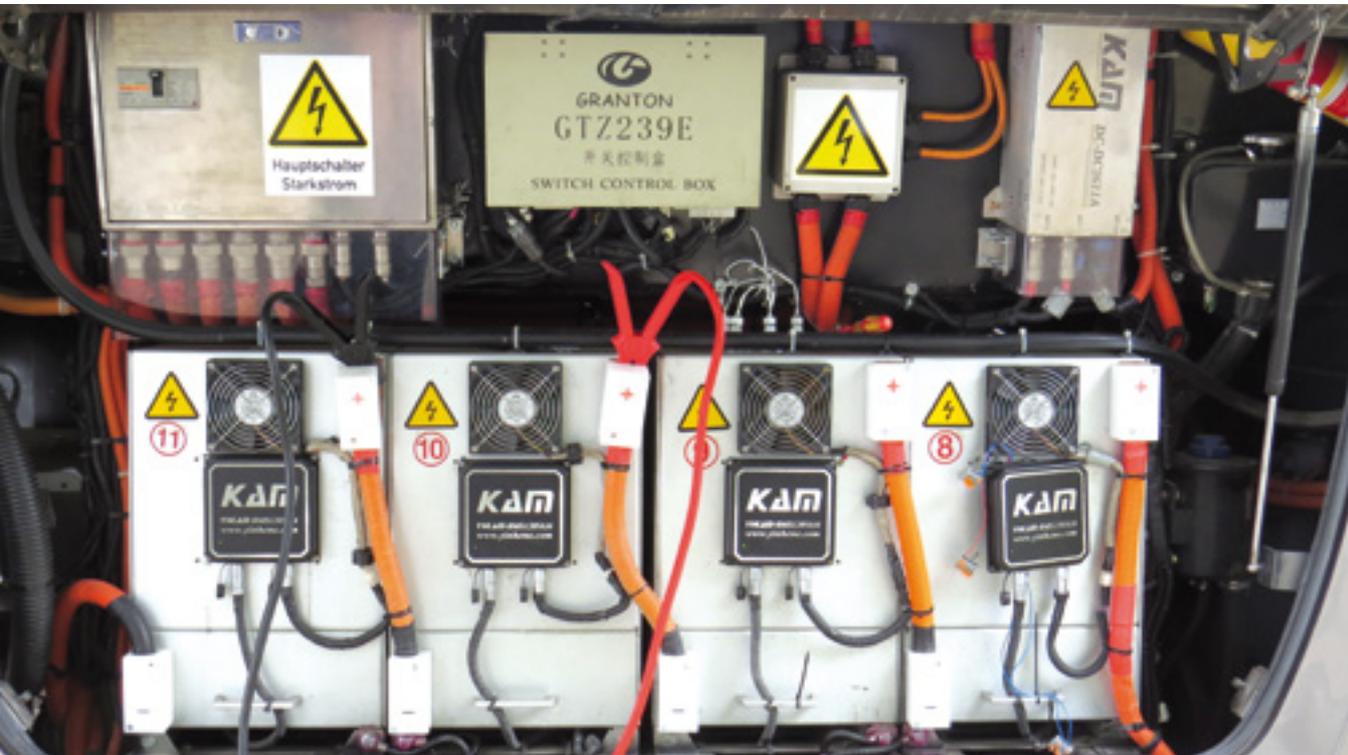
Für die Beurteilung der Tätigkeiten am HV-Bus sollte die Instandhaltungsanleitung des Busherstellers verwendet werden. Muster-Gefährdungsbeurteilungen können als Grundlage zur Erstellung eigener Gefährdungsbeurteilungen dienen – müssen aber immer an die betrieblichen Belange angepasst werden.



Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

- Muster-Gefährdungsbeurteilungen

## 3.1 Hochvolt-Komponenten



HV-Systeme in Bussen bergen neue Gefährdungen durch elektrischen Strom, heiße Oberflächen und Medien, Brand, Gefahrstoffe und Fehlfunktionen.

### 3.1.1 Gefährdung durch elektrischen Strom

Durch hohe Spannungen können elektrische Ströme auftreten, die beim Menschen zu Unfällen und Verletzungen führen. Elektrischer Strom ist weder sichtbar, hörbar, riechbar oder schmeckbar. Folgende schädigende Wirkungen sind möglich::

- Körperdurchströmung
- Lichtbogeneinwirkung
- Sekundärurfälle

Jeder dieser drei schädigenden Wirkungen kann beim Menschen zu schweren Verletzungen bis hin zum Tode führen.

#### **Körperdurchströmung**

Die Folgen bei Körperdurchströmung müssen nicht unmittelbar, sondern können auch viele Stunden nach dem Unfall auftreten.

Die Schwere der Verletzung ist abhängig von:

- der Stromstärke
- der Stromart
- der Frequenz des Stromes
- der Einwirkdauer
- und dem Weg durch den menschlichen Körper

Ein weiterer Einflussfaktor ist die Konstitution der verletzten Person. Die Auswirkungen auf den menschlichen Körper sind aus dem Zeit-Stromdiagramm, hier dargestellt für Gleichstrom (DC), ersichtlich:

**Im Bereich 1:** Leichte stechende Empfindung beim Ein- und Ausschalten oder bei schneller Änderung der Stromstärke.

**Im Bereich 2:** Unwillkürliche Muskelkontraktionen beim Ein- und Ausschalten oder bei schneller Änderung der Stromstärke wahrscheinlich. Üblicherweise keine schädliche physiologische Wirkung.

**Im Bereich 3:** Starke unwillkürliche Muskelkontraktionen, Schwierigkeiten beim Atmen, reversible Störungen der Herzfunktion. Die Wirkungen nehmen mit Stromstärke und Durchströmungsdauer zu. Im Allgemeinen ist kein organischer Schaden zu erwarten.

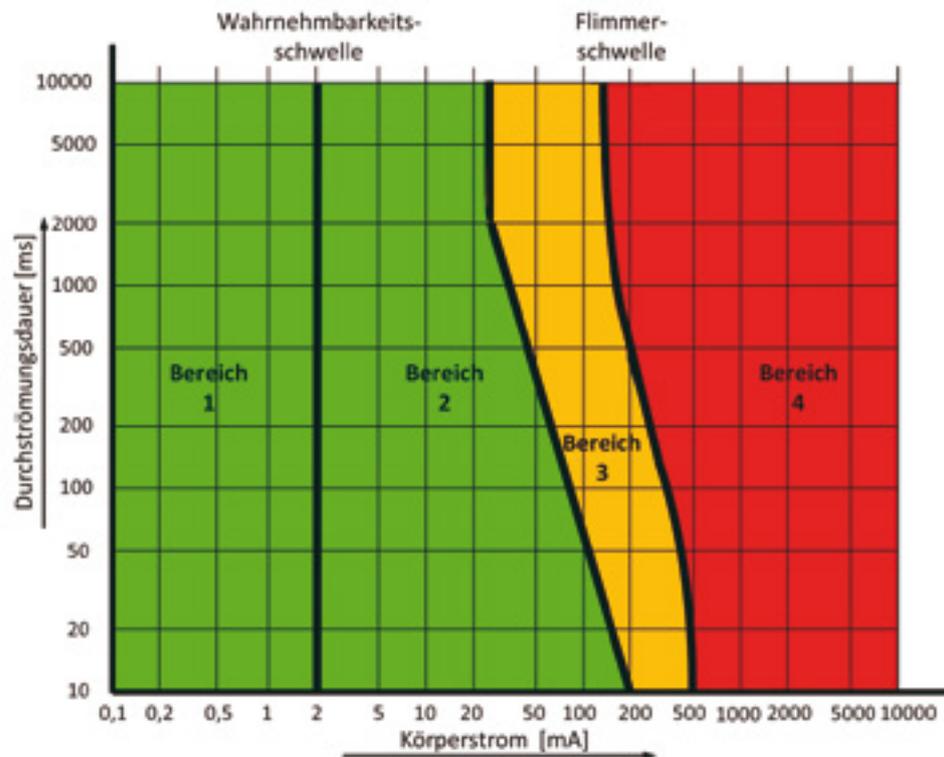


Abbildung 3/1: Körperreaktion im Zeit-Stromdiagramm bei Gleichspannung

**Im Bereich 4:** Es können pathophysiologische Wirkungen auftreten wie Herzstillstand, Atemstillstand, Verbrennungen oder andere Zellschäden. Die Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern steigt mit Erhöhung der Stromstärke und Durchströmungsdauer an.

Die Schwere einer Verletzung durch die Körperdurchströmung ist nicht abschätzbar. Gleich- und Wechselspannung haben unterschiedliche Wirkungen auf den menschlichen Körper. Während bei Unfällen mit Gleichspannung in erster Linie Verbrennungen oder Verkochungen auftreten, wirkt die Wechselspannung aufgrund ihrer Frequenz stärker auf die Muskulatur (Kontraktionen).

Auswirkungen können unter anderem Herz-Rhythmusstörungen sein, die bis zu 24 Stunden nach dem Unfallzeitpunkt auftreten können. Daher ist es unbedingt erforderlich, nach einem Stromunfall einen Arzt oder eine Ärztin aufzusuchen. Ströme von 0,5 A und einer Einwirkdauer von 0,5 s können bereits tödliche Auswirkungen haben. In Hybrid- und Elektro-Bussen fließen im normalen Betrieb Ströme von mehreren 100 A.

#### Lichtbogeneinwirkung

Lichtbögen können bei einem Kurzschluss entstehen. Wirkungen auf den Menschen sind:

- Verbrennungen 1. bis 4. Grades durch erhitzte Gase oder Metalle
- dynamische Wirkungen durch bewegte Teile in Folge des Druckaufbaus
- Verblitzen der Augen durch starke UV-Strahlung (ähnlich beim Schweißen)
- Knalltrauma

#### Sekundärurfälle

Sekundärurfälle entstehen durch Schreckreaktionen, die bei einem Kontakt mit elektrischem Strom hervorgerufen werden. Darunter zählen unter anderem das Stürzen von einem höher gelegenen Arbeitsplatz oder das Anstoßen mit dem Kopf an eine Motorhaube.

### 3.1.2 Gefährdung durch heiße Oberflächen und Medien

Aufgrund hoher Ströme können sich HV-Komponenten stark erwärmen. Wie bei Fahrzeugen mit Dieselmotoren kann das Berühren heißer Komponenten zu Verbrennungen führen. Diese besitzen üblicherweise eine Flüssigkeitskühlung. Das Öffnen heißer unter Druck stehender Teile des Kühlsystems birgt die Gefahr der Verbrühung.

Das sach- und sicherheitsgerechte Verhalten im Umgang mit heißen Oberflächen am HV-System entspricht dem bei konventionellen Fahrzeugen.

### 3.1.3 Gefährdung durch Brand

HV-Batterien können durch einen Unfall, einen Kurzschluss oder unsachgemäße Behandlung ähnlich in Brand geraten wie Fahrzeuge mit Dieselmotoren. Üblicherweise werden in HV-Bussen Traktionsbatterien auf Lithium-Basis eingesetzt, die mit sehr hohen Temperaturen (1.000 °C) brennen. Das Löschen kann mit sehr großen Wassermengen oder speziellen Wasserzusätzen durch die Feuerwehr erfolgen, ein herkömmlicher Feuerlöscher ist nicht geeignet.

Die hohen Brandtemperaturen und die sehr schnell eintretende Temperaturentwicklung können bei HV-Batterien zu hohem inneren Druckanstieg führen.

Die einzelnen Zellen einer HV-Batterie verfügen über Überdruckventile, die bei zu hohem Innendruck schlagartig heißes Gas in die Umgebung freisetzen können.

### 3.1.4 Gefährdung durch Gefahrstoffe

Eine mechanische Beschädigung des Batteriegehäuses kann zum Austreten des Elektrolyten führen. Der Elektrolyt ist reizend, ätzend oder toxisch. Der Kontakt des Elektrolyten mit der menschlichen Haut, das Verschlucken, Einatmen oder der Kontakt mit den Augen ist bei allen Batterietypen schädlich und unbedingt zu vermeiden.

### 3.1.5 Gefährdung durch Fehlfunktionen

Die Ursache für Fehlfunktionen könne Defekte, fehlerhafte Ansteuerung oder der Ausfall einer HV-Komponente sein. Die Fahrzeughersteller führen zur Vermeidung dieser Gefährdung eine Analyse zur funktionalen Sicherheit durch und implementieren technische Maßnahmen, die Fehlfunktionen verhindern und die funktionale Sicherheit gewährleisten.

### 3.1.6 Muster-Gefährdungsbeurteilungen für Arbeiten an HV-Komponenten

Exemplarisch wurden Gefährdungsbeurteilungen für folgende Tätigkeiten an HV-Komponenten durchgeführt:

- Arbeiten am HV-Energiespeicher
- Arbeiten an HV-Leistungselektronik und HV-Leitungssatz
- Arbeiten am HV-Traktionsantrieb
- Arbeiten an der HV-Heizung
- Arbeiten an der HV-Klimaanlage

Befinden sich die HV-Komponenten auf dem Dach des Fahrzeuges, ist zusätzlich die Muster-Gefährdungsbeurteilung, Arbeiten auf dem Dacharbeitsstand (mobil und stationär), zu beachten.

Sie dienen als Handlungshilfe für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilungen des Unternehmens. Die Muster-Gefährdungsbeurteilungen müssen den konkreten betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden.



Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Gefährdungsbeurteilungen

- Arbeiten am HV-Energiespeicher
- Arbeiten an HV-Leistungselektronik und HV-Leitungssatz
- Arbeiten am HV-Traktionsantrieb
- Arbeiten an der HV-Heizung
- Arbeiten an der HV-Klimaanlage

## 3.2 Werkstattinfrastruktur



Die allgemeinen Gefährdungen durch infrastrukturelle Einrichtungen werden in der DGUV Regel 109-008 „Fahrzeuginstandhaltung“ beschrieben. In den folgenden Abschnitten wird deshalb in Ergänzung dazu nur kurz auf die Gefährdungen durch elektrischen Strom und die Gefährdung durch Absturz eingegangen.

### 3.2.1 Gefährdung durch elektrischen Strom

Es treten hierbei die gleichen Gefährdungen wie bei HV-Komponenten auf. Allerdings werden keine elektrotechnischen Arbeiten an Geräten, zum Beispiel Ladestationen oder Ausbauhilfen, durch Beschäftigte der Fahrzeuginstandhaltung, ausgeführt. Deshalb ist lediglich auf die Beschaffung geeigneter Betriebsmittel, augenscheinliche Beschädigungen und eine regelmäßige Überprüfung durch eine Elektrofachkraft für Niederspannungsanlagen zu achten.

### 3.2.2 Gefährdung durch Absturz

Wenn nicht bereits vorhanden, ist in der Regel die Anschaffung eines mobilen oder stationären Dacharbeitsstands notwendig. Hinweise zum „Arbeiten an Fahrzeugen mit Absturzgefahr“ befinden sich im Kapitel 5.7 der DGUV Regel 109-008 „Fahrzeuginstandhaltung“. Bestimmungen zum sicheren Betrieb

von Hebebühnen sind im Kapitel 2.10 der DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“ zusammengefasst.

### 3.2.3 Muster-Gefährdungsbeurteilungen für die neue Werkstattinfrastruktur

Exemplarisch wurden Gefährdungsbeurteilungen für folgende Tätigkeiten auf oder mit neuer Infrastruktur durchgeführt:

- Arbeiten auf dem Dacharbeitsstand (mobil und stationär)
- Arbeiten mit der mobilen Ladestation

Sie dienen als Handlungshilfe für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilungen des Unternehmens. Die Muster-Gefährdungsbeurteilungen müssen den konkreten betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden.



Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Gefährdungsbeurteilungen

- Arbeiten auf dem Dacharbeitsstand (mobil und stationär)
- Arbeiten mit der mobilen Ladestation

## 3.3 Organisation



### 3.3.1 Gefährdung durch mangelnde Kenntnisse

Mangelnde Kenntnisse können dazu führen, dass Gefahren von Beschäftigten nicht erkannt werden. Deshalb hat die Unternehmerin oder der Unternehmer dafür zu sorgen, dass Beschäftigte entsprechend ihrer Tätigkeit die erforderliche Qualifikation besitzen. Die Unternehmerin oder der Unternehmer darf Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die erkennbar nicht in der Lage sind, eine Arbeit ohne Gefahr für sich oder andere auszuführen, nicht mit dieser Arbeit beauftragen.

§ 3 der DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ sagt aus, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur von einer Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft den elektronischen Regeln entsprechend errichtet, geändert und instandgehalten werden dürfen. Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat ferner dafür zu sorgen, dass die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel den elektrotechnischen Regeln entsprechend betrieben werden. Daraus ergibt sich die Verpflichtung der Unternehmer, ihre Beschäftigten entsprechend zu qualifizieren.

#### Qualifizierung

Für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen gilt:

- Beschäftigte, die Reinigungstätigkeiten ausführen, müssen für die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten sensibilisiert und zur elektrotechnisch unterwiesenen Person (HV-Bus-R) unterwiesen sein.
- Beschäftigte, die Fahrtätigkeiten ausführen, müssen für die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten sensibilisiert und zur elektrotechnisch unterwiesenen Person (HV-Bus-F) unterwiesen sein.
- Beschäftigte, die in Werkstätten arbeiten, müssen mindestens zur elektrotechnisch unterwiesenen Person (HV-Bus-EuP) qualifiziert sein.
- Beschäftigte, die elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an HV-Systemen durchführen, müssen für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen (HV Bus EfK AisZ) qualifiziert sein oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft für HV-Busse arbeiten.
- Beschäftigte, die Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an HV-Systemen durchführen, müssen zur Elektrofachkraft (HV-Bus-EfK-AuS) qualifiziert sein.

- Beschäftigte, die elektrotechnische Arbeiten unter Spannung durchführen, wenn der Bus an der Ladestation angeschlossen ist, müssen zur Elektrofachkraft für HV-Busse (HV-Bus-Efk-AuS) und zur Elektrofachkraft für Niederspannung qualifiziert sein.

### Regelmäßige Unterweisungen

Unterweisungen sind ein fester Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes.

Vor der Aufnahme einer Tätigkeit, also bei Neueinstellung von Personal oder der Einführung neuer Arbeitsverfahren, Maschinen, Stoffen oder Geräten, sind Unterweisungen durchzuführen. In regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal pro Jahr, ist eine Wiederholungsunterweisung notwendig.

Die mit den Arbeiten an HV-Systemen verbundenen Gefährdungen und die Maßnahmen zu ihrer Verhütung sind in diese Unterweisungen aufzunehmen und zu dokumentieren. Die Aufbewahrungsfrist der Aufzeichnungen beträgt zwei Jahre.

### Wiederholungsbildung

Nach DGUV Regel 103-011 „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“ und DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“ ist die Befähigung zum Arbeiten unter Spannung alle vier Jahre durch eine Wiederholungsbildung zu aktualisieren.

Diese Wiederholungsbildung kann gleichzeitig als Jahresunterweisung gelten.

### Erste Hilfe

Die Erste-Hilfe-Ausbildung umfasst neun Unterrichtseinheiten und ist in Abständen von zwei Jahren zu wiederholen.

## 3.3.2 Gefährdung durch Unklarheiten der Zuständigkeiten

Durch unklare Zuständigkeiten und mangelnde Koordination können Personen gefährdet werden. Nach DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“ muss jede elektrische Anlage unter der Verantwortung einer Person des Anlagenbetreibers stehen. Für jede Arbeit muss eine arbeitsverantwortliche Person festgelegt werden.

Nach DIN VDE 1000-10 „Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen“ ist für die fachliche Leitung eines elektrotechnischen Betriebes oder Betriebsteils eine verantwortliche Elektrofachkraft notwendig.

## 3.3.3 Gefährdung durch defekte Geräte und Anlagen

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) regelt die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Beschäftigten bei der Verwendung von Arbeitsmitteln. Die Technische Regel TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ konkretisiert die Betriebssicherheitsverordnung hinsichtlich

1. der Ermittlung und Festlegung von Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen nach den Bestimmungen des Abschnitts 2 oder 3 der BetrSichV,
2. der Verfahrensweise zur Bestimmung der mit der Prüfung zu beauftragenden Person oder zugelassenen Überwachungsstelle,
3. der Durchführung der Prüfungen und
4. der Dokumentation.

Die im Zusammenhang mit HV-Bussen zu beschaffenden Arbeitsmittel und Anlagen sind entsprechend dieser Regeln zu bewerten und zu prüfen.

## 3.3.4 Muster-Gefährdungsbeurteilung für die Organisation des Werkstattbetriebes

Exemplarisch wurde eine Gefährdungsbeurteilung für die Organisation des Werkstattbetriebes durchgeführt.

Sie dient als Handlungshilfe für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilungen des Unternehmens. Die Muster-Gefährdungsbeurteilung muss den konkreten betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Gefährdungsbeurteilung

- Organisation des Werkstattbetriebes



## 4 Betriebliches Konzept

Dieser Leitfaden gibt Hilfestellung und Handlungsanweisungen bei der Instandhaltung von HV-Bussen, dem Aufbau der Infrastruktur und Werkstatteinrichtungen sowie der Qualifizierung der Beschäftigten. In Ergänzung zur DGUV Regel 109-008 „Fahrzeuginstandhaltung“, werden Hinweise für das Instandhalten von HV-Bussen gegeben.

Die allgemeinen Auswirkungen alternativer Technologien im Linienbus auf Betriebshöfe und Werkstätten werden in der VDV-Schrift 825 beschrieben. Die VDV-Mitteilung 8002 gibt Hinweise zur Einführung von Hybridbussen aus Sicht der Instandhaltung. Einige Fragen im Zusammenhang mit der Einführung von HV-Systemen in Fahrzeugen werden in der FAQ-Liste „Handlungsrahmen Elektromobilität“ der DGUV beantwortet.

Ziel des hier vorliegenden Leitfadens ist es, die für den Betrieb und die Instandhaltung von HV-Bussen notwendige Organisation, Technik und Infrastruktur, Qualifizierung, Betriebsanweisungen sowie Dokumentation in die vorhandenen Gegebenheiten zu integrieren und nur dort Änderungen vorzunehmen, wo es unabdingbar ist. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Qualifikation der Beschäftigten und den daraus resultierenden Qualifizierungsmaßnahmen.

## 4.1 Organisation



### 4.1.1 Verantwortung

Im § 3 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) und in § 2 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ sind die Grundpflichten der Arbeitgeber definiert. Demnach hat eine Unternehmerin oder ein Unternehmer die erforderlichen Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu treffen. Sie oder er hat die Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Dabei ist eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten anzustreben.

Für elektrotechnische Arbeiten an HV-Komponenten werden diese Forderungen in der DGUV Information 200-005 „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen“ und für Arbeiten an Niederspannung allgemein in der DIN VDE 1000-10 „Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen“ näher spezifiziert.

Beschäftigte, die eigenständig elektrotechnische Arbeiten ausführen und dafür die Fachverantwortung tragen, müssen die dazu notwendige Qualifi-

kation besitzen. Sie dürfen nur dann elektrotechnische Arbeiten ausführen, wenn sie befähigt sind, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz zu beachtenden Bestimmungen und Maßnahmen einzuhalten. Personen mit dieser Qualifikation werden als Elektrofachkräfte bezeichnet.

Sind darüber hinaus übergeordnete Tätigkeiten mit Leitungsfunktion auszuüben, ist für die verantwortliche fachliche Leitung eines elektrotechnischen Betriebes oder Betriebsteiles eine verantwortliche Elektrofachkraft erforderlich. Nach § 13 des ArbSchG und § 13 der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ kann die Arbeitgeberin oder der Arbeitgeber zuverlässige und fachkundige Personen schriftlich damit beauftragen, ihnen obliegende Aufgaben nach diesem Gesetz in eigener Verantwortung wahrzunehmen. Informationen zur Übertragung von Unternehmerpflichten enthält die DGUV Information 211-001 „Übertragung von Unternehmerpflichten“.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) und im Anhang 7 dieser Schrift

Musterbestellurkunde zur Beauftragung einer verantwortlichen Elektrofachkraft

## 4.1.2 Betriebliche Struktur

In den meisten Betrieben ist es nicht zielführend, die Leitung der Werkstatt und die verantwortliche fachliche Leitung des elektrotechnischen Betriebsteiles für die Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen zu trennen. Deshalb sollte in aller Regel der Werkstattmeister oder die Werkstattmeisterin zur verantwortlichen Elektrofachkraft qualifiziert werden. Ist dies nicht möglich, können andere Beschäftigte mit der Ausbildung zum oder zur Meister/in, Techniker/in oder Diplomingenieur/in, Bachelor oder Master, diese Aufgabe übernehmen. Nur in Ausnahmefällen sollte die Notwendigkeit bestehen, neues Personal einzustellen oder einen externen Dienstleister mit dieser Aufgabe und Verantwortung zu beauftragen.

Die Gefährdungsbeurteilungen (Abschnitt 3) haben gezeigt, dass bei Tätigkeiten an HV-Bussen Gefährdungen durch elektrischen Strom bei folgenden Arbeitsprozessen existieren:

- Arbeiten an Fahrzeugkomponenten, die nicht zum HV-System gehören, also alle nichtelektrotechnischen Arbeiten oder Arbeiten am Niederspannungssystem.
- Elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an HV-Bussen und deren Komponenten.
- Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an HV-Bussen und deren Komponenten.

Dementsprechend sind die Beschäftigten so zu qualifizieren, dass sie mögliche Gefahren erkennen und die ihnen übertragenen Arbeiten sicher ausführen können.

## 4.1.3 Arbeiten unter Spannung

Arbeiten unter Spannung ist ein spezielles Arbeitsverfahren, das nur in Ausnahmesituationen gestattet ist. Nach § 6 „Arbeiten an aktiven Teilen“ der DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ darf, abgesehen von den folgenden Festlegungen, nicht an unter Spannung stehenden aktiven Teilen elektrischer Anlagen gearbeitet werden.

Arbeiten unter Spannung sind nur erlaubt, wenn

1. durch die Art der Anlage eine Gefährdung durch Körperdurchströmung oder durch Lichtbogenbildung ausgeschlossen ist, oder
2. aus zwingenden Gründen der spannungsfreie Zustand nicht hergestellt werden kann, soweit dabei:
  - durch die Art der bei den Arbeiten verwendeten Hilfsmittel oder Werkzeuge eine Gefährdung durch Körperdurchströmung oder durch Lichtbogenbildung ausgeschlossen ist,

- die Unternehmerin oder der Unternehmer mit diesen Arbeiten nur Personen beauftragt, die für diese Arbeiten an unter Spannung stehenden aktiven Teilen fachlich geeignet sind und
- die Unternehmerin oder der Unternehmer weitere technische, organisatorische und persönliche Sicherheitsmaßnahmen festlegt und durchführt, die einen ausreichenden Schutz gegen eine Gefährdung durch Körperdurchströmung oder Lichtbogenbildung sicherstellt.

Für alle Arbeiten unter Spannung sind zwingend Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen, Arbeitsverfahren schriftlich in Form von Betriebs- oder Arbeitsanweisungen festzulegen, Personen ausreichend zu qualifizieren, die Erste Hilfe sicherzustellen sowie geeignetes Werkzeug und geeignete persönliche Schutzeinrichtungen bereitzustellen.

„Erste Hilfe sicherstellen“ erfordert die Anwesenheit eines Ersthelfers oder einer Ersthelferin mit einer Mindestqualifikation zur Elektrotechnik unterwiesenen Person an der Arbeitsstelle und den Zugriff auf einen Defibrillator im direkten Umfeld, so dass eine notwendige Erste Hilfe unverzüglich geleistet, weitere Hilfe herbeigerufen und an den Einsatzort geleitet werden kann. Die Qualifikation der Ausführenden beinhaltet:

- Den erfolgreichen Abschluss der Qualifizierungsmaßnahme „Arbeiten unter Spannung“
- Fundierte theoretische Kenntnisse und praktische elektrotechnische Fertigkeiten
- Gesundheitliche Eignung
- Mindestalter von 18 Jahren
- Erste-Hilfe-Ausbildung
- Ernennung zur Elektrofachkraft für Arbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AuS)

Die Analyse der bisherigen Tätigkeiten in Verkehrsbetrieben, die Hybrid- und Elektro-Busse einsetzen, hat gezeigt, dass sich Arbeiten unter Spannung auf die Fehlersuche und Prüfarbeiten an HV-Bussen und deren Komponenten beschränken. Falls Fehler an der HV-Batterie auftreten, werden diese in aller Regel durch den Fahrzeughersteller behoben. Deshalb beschränken sich die Muster-Gefährdungsbeurteilung, die Muster-Betriebsanweisung und die Qualifizierungsmaßnahme zum Arbeiten unter Spannung nur auf die Fehlersuche und Prüfarbeiten. Werden weitere Tätigkeiten unter Spannung durchgeführt, sind dafür zusätzliche Gefährdungsbeurteilungen, Betriebsanweisungen und Qualifizierungsmaßnahmen unter Beachtung der Herstellervorgaben festzulegen, wobei die Qualifizierung auf der bereits vorhandenen Qualifikation aufbauen kann.

#### 4.1.4 Gesundheitliche Eignung

Personen müssen für die jeweilige Tätigkeit gesundheitlich geeignet sein. Für Arbeiten unter Spannung kann diese zum Beispiel durch eine Untersuchung nach dem DGUV Grundsatz G 25 „Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeit“ festgestellt werden. Eine verbindliche Grundlage für die Durchführung von Eignungsuntersuchungen lässt sich durch eine betriebliche Vereinbarung schaffen, siehe hierzu auch DGUV Information 250-009 „Empfehlungen zur Gestaltung betrieblicher Vereinbarungen zur Anwendung des DGUV Grundsatzes G 25“.

Nach DGUV Information 250-010 „Eignungsuntersuchung in der betrieblichen Praxis“ sind Eignungsuntersuchungen bei Einstellung zulässig, wenn das Vorhandensein bestimmter gesundheitlicher Voraussetzungen aufgrund der Art der auszuübenden Tätigkeit oder der sie begleitenden Bedingungen eine wesentliche und entscheidende berufliche Anforderung zum Zeitpunkt der Arbeitsaufnahme darstellt. Im bestehenden Beschäftigungsverhältnis können

Eignungsuntersuchungen verlangt werden, wenn ein neues Tätigkeitsfeld mit anderem Anforderungsprofil einen tatsächlichen Anlass für die Durchführung einer Eignungsuntersuchung darstellt oder tatsächliche Anhaltspunkte vorliegen, die Zweifel an der fortdauernden Eignung begründen. Eine Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz ist keine Rechtsgrundlage zur Begründung von Eignungsuntersuchungen.

#### 4.1.5 Qualifikationen

Ziel ist es, durch Qualifizierung der vorhandenen Beschäftigten und unter Beibehaltung der vorhandenen Organisationsstruktur einen sicheren Betrieb in Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs beim Einsatz von Hybrid- und Elektrofahrzeugen zu gewährleisten. Dabei ist zwischen elektrotechnischen Laien, elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EuP) und Elektrofachkräften (EfK) tätigkeitsbezogen zu differenzieren.



### Elektrotechnische/r Laie/-in

Elektrotechnische Laien dürfen an Bussen mit HV-Systemen keine Arbeiten verrichten. Dies gilt auch für Beschäftigte aus dem Kfz-Bereich (Kfz-Mechaniker/in, Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Karosserie- und Fahrzeugmechaniker/in sowie Mechaniker/in für Karosserieinstandhaltungstechnik), wenn diese nicht über eine HV-Zusatzqualifikation verfügen.

Beschäftigte aus dem Kfz-Bereich ohne Zusatzqualifikation dürfen nur an konventionellen Bussen mit Spannungen unterhalb der HV-Ebene, also bis 30 V Wechselspannung und 60 V Gleichspannung, arbeiten. Für Arbeiten an Fahrzeugen mit HV-Systemen müssen Beschäftigte für Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen, entsprechend unterwiesen sein (HV-Bus-EuP).

### Elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP)

Elektrotechnisch unterwiesene Personen dürfen an Bussen mit HV-Systemen generell nur Arbeiten ausführen, für die sie unterwiesen wurden. Eigenverantwortlich dürfen sie keine Arbeiten an dem HV-System ausführen, sondern ausschließlich diejenigen Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen, zum Beispiel

- Service-Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen
- Mechanische Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen
- Arbeiten am 24V-Bordnetz

Dazu muss das HV-System nicht freigeschaltet sein, wenn es sich in einem fehlerfreien Zustand befindet. Arbeiten, die das HV-System betreffen, dürfen von einer EuP nur unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft (HV-Bus-Efk) und ausschließlich im spannungsfreien Zustand durchgeführt werden.

In diesem Leitfaden wird zwischen folgenden elektrotechnisch unterwiesenen Personen unterschieden:

- Elektrotechnisch unterwiesene Person für Reinigungstätigkeiten (HV-Bus-R).
- Elektrotechnisch unterwiesene Person für Fahrtätigkeiten (HV-Bus-F).
- Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen (Service, mechanische Arbeiten, ...) (HV-Bus-EuP).

Beim Reinigen und Fahren von HV-Bussen besteht keine Gefährdung durch das HV-System. Deshalb müssen diese beiden Personengruppen lediglich im Rahmen der Unterweisung sensibilisiert werden, eigenständig keine weiteren Tätigkeiten, wie beispielsweise leichte Reparaturen im Fahrgastraum,

Motorwäsche oder Abschleppen, durchzuführen. Bei Service- und mechanischen Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen besteht eine Gefährdung durch die Beschädigung oder durch anderweitig bereits beschädigte HV-Komponenten im Arbeitsbereich. Deshalb muss dieser Personenkreis elektrotechnisch unterwiesen sein.

### Elektrofachkraft (Efk)

**„Elektrofachkraft“ ist keine Berufsbezeichnung sondern stellt per Definition die Befähigung, das Vermögen und die Fertigkeit des Beschäftigten dar, elektrotechnische Arbeiten in einem bestimmten Bereich der Elektrotechnik eigenverantwortlich und selbstständig durchzuführen. Elektrofachkraft im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften ist, wer aufgrund der fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.**

Grundsätzlich gibt es für alle Bereiche der Elektrotechnik Elektrofachkräfte. Eine einzelne Person ist jedoch immer nur Elektrofachkraft für ein fachlich und örtlich abgegrenztes Gebiet. Wesentliches Kriterium für die Eignung als Elektrofachkraft sind die Kenntnisse und Erfahrungen in einem bestimmten Arbeitsgebiet. Wer also in einem Betrieb Elektrofachkraft für einen bestimmten Bereich (zum Beispiel Niederspannung) ist, ist nicht automatisch auch Elektrofachkraft für einen anderen Bereich (zum Beispiel HV-Systeme in Fahrzeugen). Wer den Betrieb wechselt, ist nicht automatisch in dem neuen Betrieb Elektrofachkraft für den gleichen Bereich, in dem er oder sie zuvor tätig war. Ihm oder ihr fehlen Ortskenntnisse und Kenntnisse der Aufbau- und Ablauforganisation.

Die fachliche Qualifikation als Elektrofachkraft wird nach DGUV Information 203-011 und DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ im Regelfall durch den erfolgreichen Abschluss einer Berufsausbildung im elektrotechnischen Tätigkeitsfeld, zum Beispiel als Elektroingenieur/in, Elektrotechniker/in, Elektromeister/in, Elektrogeselle/in, dokumentiert. Diese Regelung bezieht sich jedoch auf die Tätigkeit einer Elektrofachkraft an elektrischen Anlagen im Sinne von Niederspannungs- und Hochspannungsanlagen, für die die berufliche Qualifikation eine Berufsausbildung im elektrotechnischen Tätigkeitsfeld ist.

Die von einer Elektrofachkraft geforderte fachliche Ausbildung im Bereich der Kraftfahrzeuginstandhaltung ist zweifellos eine Berufsausbildung in einem

kraftfahrzeugtechnischen Tätigkeitsfeld. Darüber hinaus haben Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt, dass es für die Instandhaltung und den Service von Hybridbussen sinnvoller ist, Beschäftigte aus der Kraftfahrzeugtechnik entsprechend zu qualifizieren, als Beschäftigte der Elektrotechnik in der Kraftfahrzeugtechnik auszubilden. Somit ist es sachlich begründet, Beschäftigte aus dem Kfz-Bereich, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen, die ihnen übertragenen elektrotechnischen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können, als Elektrofachkräfte für den HV-Bereich zu bezeichnen.

Falls zukünftig über den Tausch von HV-Komponenten hinaus Reparaturarbeiten an HV-Komponenten ausgeführt werden, liegen die Schwerpunkte eher im Bereich der Elektrotechnik. Hier sollte die fachliche Ausbildung im elektrotechnischen Tätigkeitsfeld liegen. Leitlinien zur Beurteilung der Befähigung von Elektrofachkräften im Niederspannungsbereich sind in der IVSS Leitlinie zur Beurteilung der Befähigung von Elektrofachkräften enthalten.

Einer Elektrofachkraft für Arbeiten an Fahrzeugen mit HV-Systemen ist es jedoch nicht gestattet, Arbeiten am öffentlichen Wechselstromnetz durchzuführen. Sobald ein Fahrzeug an eine Ladestation angeschlossen ist, dürfen Arbeiten an den elektrischen Systemen nur von einer Elektrofachkraft für Niederspannung und für Hochvolt (Elektriker/in mit Zusatzqualifikation HV-Bus-Efk) durchgeführt werden. Im Juni 2013 wurde die Verordnung über die Berufsausbildung zum/zur Kraftfahrzeugmechatroniker/in neu gefasst. Allen Auszubildenden werden umfangreiche Grundkenntnisse in der HV-Technik vermittelt, die in dem Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“ vertieft werden können. Diese Personen besitzen die Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten – insbesondere PKW.

Da sich der Aufbau von Hybrid- und Elektrobussen sehr von dem Aufbau der Hybrid- und Elektro-PKW unterscheidet, wird hier im Folgenden nur von Elektrofachkräften für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen gesprochen. Für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen sind im Einzelnen die folgenden in Abbildung 4/1 dargestellten Qualifikationsstufen erforderlich:

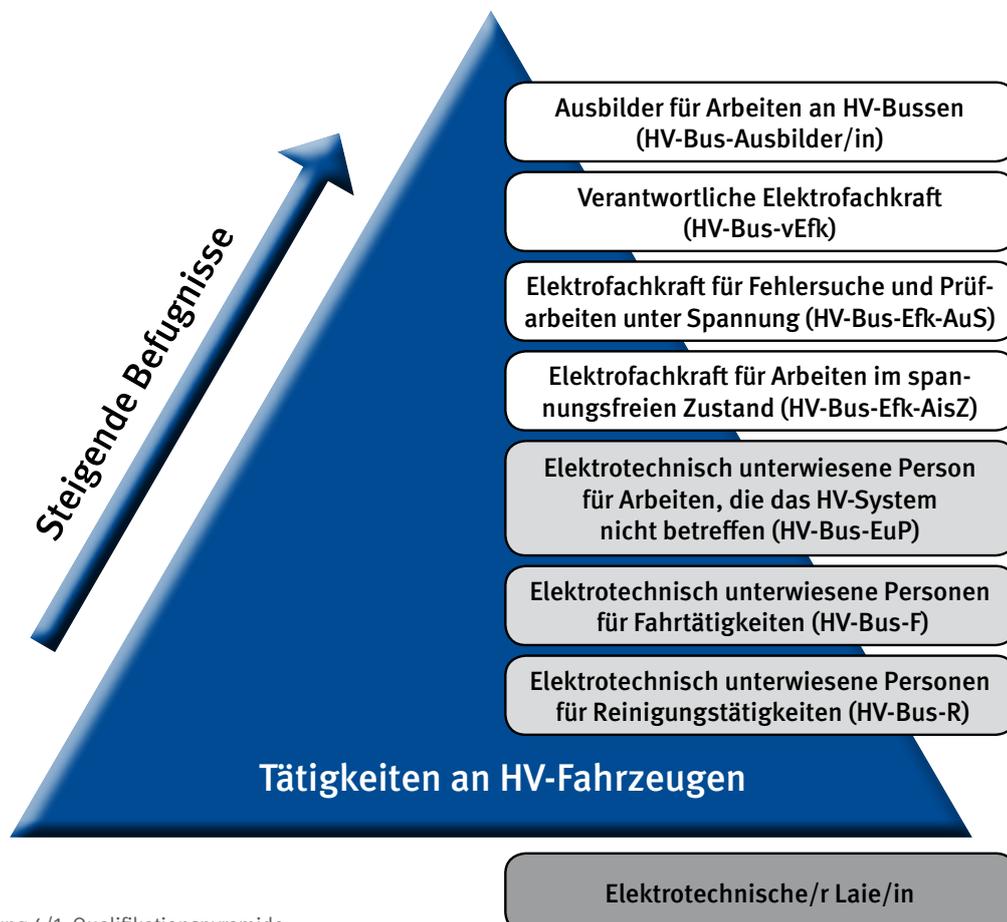


Abbildung 4/1: Qualifikationspyramide

### Elektrotechnisch unterwiesene Person für Reinigungstätigkeiten (Stufe HV-Bus-R)

Bei der Innen- und Außenreinigung ist keine zusätzliche Gefährdung vorhanden, da die Fahrzeuge berührungsgeschützt aufgebaut sind. Allerdings ist darauf zu achten, dass alle Serviceklappen geschlossen sind, da sich dahinter HV-Komponenten befinden können, die bei einer Beschädigung eine Gefahr darstellen.

Eine Motorreinigung oder Reinigung bei geöffneten Serviceklappen darf von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person für Reinigungstätigkeiten (HV-Bus-R) nicht durchgeführt werden. Durch beschädigte HV-Leitungen oder HV-Komponenten kann eine Gefährdung entstehen. Darüber hinaus besteht die Gefahr der Beschädigung von HV-Komponenten durch unsachgemäße Reinigung mit hohem Wasserdruck.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Unterweisung

- Foliensatz Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 0a: Sensibilisierung Reinigungspersonal

### Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen (Stufe HV-Bus-EuP)

Diese Qualifikationsstufe umfasst alle nichtelektrotechnischen Arbeiten und Arbeiten am Niederspannungssystem, die an einem Fahrzeug mit HV-System durchgeführt werden. Beschäftigte, die diese Tätigkeiten ausführen, müssen über die möglichen elektrischen Gefährdungen durch das HV-System unterwiesen und auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Fahrzeuges hingewiesen werden.

Arbeiten, die das HV-System betreffen, dürfen von einer HV-Bus-EuP nur unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft für HV-Busse und ausschließlich im spannungsfreien Zustand durchgeführt werden. Arbeiten an HV-Systemen unter Spannung sind für elektrotechnisch unterwiesene Personen, auch unter Leitung und Aufsicht, untersagt.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Unterweisung

- Foliensatz Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 1: Unterweisung EuP

### Elektrotechnisch unterwiesene Person für Fahrtätigkeiten (Stufe HV-Bus-F)

Beim Fahren ist keine zusätzliche Gefährdung vorhanden, da die Fahrzeuge, insbesondere im Fahrgast- und Fahrerbereich, berührungsgeschützt aufgebaut sind. Allerdings ist darauf zu achten, dass bei Unfällen, Beschädigungen und beim Abschleppen Gefährdungen auftreten können. Busfahrer und Busfahrerinnen sind bezüglich dieser Gefährdungen zu sensibilisieren. Darüber hinaus sind sie in zusätzliche Bedienelemente, wie dem Not-Aus-Schalter am Fahrerarbeitsplatz, einzuweisen.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Unterweisung

- Foliensatz Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 0b: Sensibilisierung Fahrpersonal

### Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen (Stufe HV-Bus-Efk-AisZ)

Busse mit HV-Systemen werden bisher in kleinen Stückzahlen hergestellt und sind erfahrungsgemäß nicht HV-eigensicher. Für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an HV-Systemen ist eine Qualifikation zur „Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AisZ)“ notwendig. Dabei ist der spannungsfreie Zustand entsprechend den „Fünf Sicherheitsregeln“ und den Herstellerangaben herzustellen.

Die Qualifizierung zur HV-Bus-Efk-AisZ erfolgt nach Art und Umfang der auszuführenden Tätigkeiten und der bereits erworbenen individuellen Kenntnisse. Es werden folgende Eingangsqualifikationen unterschieden:

- Elektrotechnische/r Laie/in mit technischer Ausbildung
  - Ingenieur- oder naturwissenschaftliches Studium
  - Keine elektrotechnische Ausbildung, zum Beispiel Kfz-Gesellenausbildung vor 1973
- Elektrotechnische Vorkenntnisse im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in (Kfz-Gesellenausbildung nach 1973)
  - Ohne Fachkunde für Arbeiten an HV-eigen-sicheren Systemen in Servicewerkstätten.
  - Mit Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensiche-ren Systemen in Servicewerkstätten.
- Elektrofachkräfte, zum Beispiel Industrie-elektroniker/in, Elektromonteur/e/innen, Elektro-ingenieur/innen
  - Ohne Fachkunde für Arbeiten an HV-eigen-sicheren Systemen in Servicewerkstätten.
  - Mit Fachkunde für Arbeiten an HV-eigen-sicheren Systemen in Servicewerkstätten.

Welche Beschäftigten mit welcher Vorbildung (Eingangsqualifikation) welche Qualifizierungsmaß-nahme absolvieren müssen, wird im Kapitel 4.3 beschrieben.

### Elektrofachkraft für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen (Stufe HV-Bus-Efk-AuS)

Voraussetzungen für die Qualifizierung zur HV-Bus-Efk-AuS sind:

- Erfolgreicher Abschluss zur Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand (HV-Bus-Efk-AisZ)
- Fundierte theoretische Kenntnisse und praktische elektrotechnische Fertigkeiten
- Gesundheitliche Eignung
- Mindestalter von 18 Jahren
- Erste-Hilfe-Ausbildung

Mit der Qualifikation zum Arbeiten unter Spannung können die Fehlersuche und Prüfarbeiten an unter Spannung stehenden HV-Bussen durchgeführt werden, wenn das Fahrzeug vom Niederspannungs-netz getrennt ist, also nicht geladen wird. Müssen beim Laden elektrotechnische Arbeiten unter Span-nung durchgeführt werden, zum Beispiel Messen bei der Fehlersuche, ist eine Person erforderlich, die sowohl die Qualifikation zur Elektrofachkraft im Niederspannungsbereich als auch zur Elektrofach-kraft im HV-Bereich besitzt. Weitere Informationen sind in den IVSS Leitlinien für die Beurteilung der Befähigung von AuS-Personal zu finden.

Welche Beschäftigten mit welcher Vorbildung (Eingangsqualifikation) welche Qualifizierungsmaß-nahmen absolvieren müssen, wird im Kapitel 4.3 beschrieben.

Müssen weiterführende Arbeiten unter Spannung, wie zum Beispiel das Montieren neuer Batteriezellen in einer HV-Batterie, durchgeführt werden, sind zu-sätzlich die entsprechenden Schulungen der Herstel-ler zu absolvieren.

Die Ernennung zur Elektrofachkraft „HV-Bus-Efk-AuS“ muss schriftlich durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die verantwortliche Elektrofachkraft (HV-Bus-vEfk) erfolgen. Es wird die Ausstellung eines AuS-Passes (siehe Anhang 4) empfohlen.

#### Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

- Checkliste zur Erteilung der Befähigung als Elektrofachkraft „HV-Bus-Efk-AuS“ (Anhang 3 dieser Schrift)
- AuS Pass (Anhang 4 dieser Schrift)

### Verantwortliche Elektrofachkraft (Stufe HV-Bus-vEfK)

In einem Betrieb, in dem elektrotechnische Arbeiten am HV-System oder an HV-Komponenten ausgeführt werden, sind Elektrofachkräfte notwendig, die die Fachverantwortung tragen. Sind darüber hinaus auch übergeordnete Tätigkeiten mit Leitungsfunktion auszuüben, ist eine verantwortliche Elektrofachkraft erforderlich.

Tätigkeiten einer verantwortlichen Elektrofachkraft (vEfK) sind:

- Regelmäßige Begehungen
- Kontrolle von Arbeitsabläufen durch Stichproben oder Erfolgskontrollen
- Organisation des Elektrobereichs
- Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes hinsichtlich elektrischer Gefährdungen
- Durchführen und Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen
- Festlegen der Arbeitsverfahren und Erstellen von Arbeits- und Betriebsanweisungen
- Unterweisung neuer Beschäftigter bezüglich der elektrotechnischen Gefährdungen sicherstellen
- Jahresunterweisungen der Beschäftigten bezüglich der elektrotechnischen Gefährdungen sicherstellen
- Veranlassung notwendiger Qualifizierungsmaßnahmen
- Sicherstellen des ordnungsgemäßen Zustands der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel in Bezug auf HV-Technik (Begehungen, Prüfungen)
- Festlegen der zu verwendenden Werkzeuge und Hilfsmittel
- Festlegung der Arbeitsmittel und persönlichen Schutzausrüstung für das Arbeiten unter Spannung
- Festlegung der fachlichen Anforderungen an geeignete Arbeits- und Aufsichtskräfte (Aufstellung und Pflegen einer Qualifikationsmatrix)
- Bekanntgeben und Erläutern der einschlägigen Sicherheitsfestlegungen
- Erstellen der Berechtigung für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung

Als verantwortliche Elektrofachkräfte können Industriemeister/innen, Handwerksmeister/innen, Techniker/innen, Bachelor, Master und Diplom-Ingenieure/innen, nicht aber Gesellen berufen werden. Im Regelfall sollte die Werkstattleitung in einem Busbetrieb auch gleichzeitig verantwortliche Elektrofachkraft sein.

Werden keine Arbeiten am HV-System oder an HV-Komponenten durchgeführt und liegen Arbeitsanweisungen des Busherstellers vor, nach denen alle mechanischen Arbeiten und Arbeiten am Niederspannungssystem gefahrlos durchgeführt werden können, ist keine verantwortliche Elektrofachkraft notwendig.

Werden elektrotechnische Arbeiten am HV-System ausgeführt, während sich der HV-Bus an einer Ladestation befindet, zum Beispiel zur Fehlersuche unter Spannung am Ladesystem des Busses, und sind dabei koordinierende Tätigkeiten mit Leitungsfunktion auszuüben, ist eine verantwortliche Elektrofachkraft für Hochvolt und Niederspannung erforderlich.

### Ausbilder/in für Arbeiten an HV-Bussen (Stufe HV-Bus-Ausbilder/in)

Es gibt mehrere Ausbildungsinstitute, die HV-Lehrgänge anbieten. Um einen Mindeststandard bei der Qualität der Qualifizierung zu erreichen, sind folgende Anforderungen an die Lehrgangsbildung zu stellen:

- Qualifikation zur HV-Bus-EfK-AuS
- Berufsausbildung als staatlich geprüfte/r Meister/in oder Techniker/in, Bachelor, Master, Diplom im Bereich Kfz-Technik, Mechatronik oder Elektrotechnik
- Mehrjährige Berufserfahrung bei der Entwicklung oder Instandhaltung von HV-Fahrzeugen
- Erfahrungen in der Erwachsenenbildung
- Personenzertifizierung als AuS-Trainer/in



## 4.1.6 Brandbekämpfung

„Ruhe bewahren“ ist das wichtigste Gebot bei jedem Brand. Der Standort von Feuerlöschgeräten muss bekannt sein. Feuerlöscher müssen jederzeit schnell und leicht erreichbar sowie einsatzbereit sein.

Umgebungsbrände der Batterien sind mit herkömmlichen Löschmitteln (zum Beispiel Wasser) zu bekämpfen. Durch die kühlende Wirkung von Wasser wird das Übergreifen eines Brandes auf Batteriezellen, die noch nicht die für die Entzündung kritische Temperatur erreicht haben, wirkungsvoll gehemmt. Für den Einsatz von Wasser spricht zudem die weitgehende Verfügbarkeit. Bei der Brandbekämpfung sind auf jeden Fall die Angaben des Batterieherstellers zu berücksichtigen.

Für jeden Brandfall sind als vorbeugende organisatorische Maßnahmen:

- eine Brandschutzordnung nach DIN 14096 und
- ein Alarmplan auszustellen.

Darüber hinaus sollte die zuständige Feuerwehr über die Lagerung von HV-Batterien informiert werden, den Lagerort besichtigen, diesen in der Feuerwehrlaufkarte berücksichtigen und das Brandschutzkonzept sowie die Brandschutzeinrichtungen begutachten.

Weitergehende Informationen sind in der DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ zu finden.

## 4.1.7 Erste Hilfe

Bei jedem Unfall können die ersten Minuten über den weiteren Verlauf der Heilungschancen entscheiden. Daher ist es unbedingt erforderlich und gesetzlich vorgeschrieben, dass jede Person Erste Hilfe leistet.

Erste-Hilfe-Maßnahmen ersetzen keine ärztliche Hilfe. Sie sollen die Verletzten bis zum Eintreffen des medizinischen Personals durch einfache Maßnahmen vor weiterem Schaden bewahren und eine Verschlimmerung des Zustandes verhindern. Auch kleine und unscheinbare Wunden müssen beachtet und versorgt werden.

Abhängig von der Betriebsgröße muss eine ausreichende Anzahl Ersthelfer und Ersthelferinnen im Betrieb vorhanden sein. Die Unternehmerpflichten sind in der DGUV-Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ beschrieben. Weitere Fragen zu diesem Thema – insbesondere unter Berücksichtigung des staatlichen Rechts – werden in der DGUV Information 204-022 „Erste Hilfe im Betrieb“ beantwortet.

Erste Hilfe kann nur dann geleistet werden, wenn geeignetes Verbandmaterial in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Deshalb ist rechtzeitiges Erneuern und Ergänzen sowie sachgerechte Aufbewahrung notwendig, damit es gegen schädigende Einflüsse geschützt und im Bedarfsfall erreichbar ist.

Jeder Unfall muss den Vorgesetzten gemeldet, jede Erste-Hilfe-Leistung aufgezeichnet und fünf Jahre lang aufbewahrt werden. Hierzu ist das Verbandbuch (DGUV Information 204-020) geeignet, da es eine geführte Beantwortung der notwendigen Punkte ermöglicht.

Unter „Erste Hilfe sicherstellen“ wird bei Arbeiten unter Spannung in dieser Fachinformation die Anwesenheit eines Ersthelfers oder einer Ersthelferin mit einer Mindestqualifikation zur HV-Bus-EuP an der Arbeitsstelle und der Zugriff auf einen Defibrillator im direkten Umfeld verstanden, so dass notwendige Erste Hilfe unverzüglich geleistet, weitere Hilfe herbeigerufen und an den Einsatzort geleitet werden kann.

Weitere Informationen zur Ersten Hilfe – insbesondere in Bezug auf Stromunfälle – können dem Heft der BG ETEM „Erste Hilfe mit Sonderteil Stromunfälle“ entnommen werden.

## 4.1.8 Pannenhilfe

Personen, die Pannenhilfe an Bussen mit HV-Komponenten leisten, müssen elektrotechnisch unterwiesen (HV-Bus-EuP) sein.

### Verhalten bei Unfällen

Nach einem Unfall muss das HV-System abgeschaltet werden. Dabei sind die Herstellerangaben zu beachten. Einige Hersteller empfehlen beziehungsweise schreiben zusätzlich vor, den Minuspol der 24 V DC-Bordnetz-Batterie abzuklemmen.

Ausgelaufenes Batterie-Elektrolyt kann, je nach Batterietyp, reizend, ätzend oder toxisch sein. Daher ist jeder Kontakt zu vermeiden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die HV-Batterie in Folge eines Unfalls durch interne Reaktionen auch nach einiger Zeit in Brand gerät. Deshalb sollten Unfallfahrzeuge nicht in geschlossenen Räumen abgestellt werden.

Eine erhöhte Gefahr besteht, wenn HV-Batterien oder HV-Kondensatoren durch einen Unfall beschädigt oder herausgerissen wurden. Beschädigte HV-Batterien dürfen nur mit entsprechender persönlicher Schutzausrüstung für das Arbeiten unter Spannung gehandhabt werden.

### Abschleppen

Beim Abschleppen sind grundsätzlich die Herstellerangaben zu beachten. Erfahrungen zeigen, dass ein nicht fahrtüchtiges HV-Fahrzeug auf einen Tieflader verladen werden sollte.

Nur in Ausnahmefällen darf ein havariertes Fahrzeug mit einem Seil oder einer Stange abgeschleppt werden. Durch das Mitschleppen des elektrischen Antriebs können hohe Spannungen entstehen, die Menschen gefährden und das Fahrzeug beschädigen.

Beim Ziehen mit einer Winde dürfen sich keine HV-Komponenten im Bereich der Anschlag- oder Ansetzpunkte befinden, die beschädigt werden können. Das Gleiche gilt beim Heben mit einem Ladekran.

## 4.1.9 Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Die DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ schreibt Erst- und Wiederholungsprüfungen für elektrische Anlagen und Betriebsmittel sowie Schutz- und Hilfsmittel vor. Gegenstand der Prüfung im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift sind:

- Schutz- und Hilfsmittel
- ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel
- ortsfeste elektrische Betriebsmittel
- stationäre Anlagen
- nicht stationäre Anlagen



### Schutz- und Hilfsmittel

Schutz- und Hilfsmittel sind isolierende Schutzbekleidung, isolierte Werkzeuge und Spannungsprüfer.

### Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel

Dies sind Betriebsmittel, die während des Betriebes bewegt oder leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind, zum Beispiel handgeführte Elektrowerkzeuge, Haushaltsgeräte, Verlängerungsleitungen, Geräteanschlussleitungen. Die Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel erfolgt nach DIN VDE 0701-0702. Weitere Hinweise befinden sich in folgenden Schriften der DGUV:

- DGUV Information 203-049: Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel – Praxistipps für Betriebe.
- DGUV Information 203-070: Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Fachwissen für den Prüfer.
- DGUV Information 203-071: Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Organisation durch den Unternehmer.

### Ortsfeste elektrische Betriebsmittel

Dies sind fest angebrachte Betriebsmittel oder Betriebsmittel, die keine Tragevorrichtung haben und deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können oder wegen mechanischer Befestigung während des Betriebes an ihren Aufstellungsort gebunden sind. Dazu gehören auch elektrische Betriebsmittel, die vorübergehend fest angebracht sind und über bewegliche Leitungen betrieben werden.

Ortsfest sind in der Regel:

- alle elektrischen Betriebsmittel, die fest in eine elektrische Anlage eingebaut sind, zum Beispiel Schütze, Lampen, Motoren,
- elektrische Betriebsmittel, die mit Steckvorrichtung ausgestattet oder mit beweglichen Anschlussleitungen fest angeschlossen sind, zum Beispiel Kühlschrank, Elektroherd, Standbohrmaschine, Warmwasserspeicher.



### **Stationäre Anlagen**

Dies sind Anlagen, die mit ihrer Umgebung fest verbunden sind, zum Beispiel Installationen in Gebäuden, Baustellenwagen, Containern und auf Fahrzeugen.

Die Prüfung elektrischer Anlagen erfolgt nach DIN VDE 0100-600 „Errichten von Niederspannungsanlagen“ und DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“.

### **Nicht stationäre Anlagen**

Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sie entsprechend ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch nach dem Einsatz wieder abgebaut (zerlegt) und an einem neuen Bestimmungsort wieder aufgebaut (zusammengeschaltet) werden. Hierzu gehören zum Beispiel Anlagen auf Bau- und Montagestellen und fliegende Bauten.

Die Prüfzeiten der Betriebsmittel und Anlagen können der DGUV Regel 109-008 „Fahrzeug-Instandhaltung“ entnommen werden.



ANTRIEB

H<sub>2</sub>  
GAS

## 4.2 Technik und Infrastruktur

### 4.2.1 Infrastruktur

Die Inspektion, Wartung und Instandsetzung von Hybrid- und Elektrobussen erfordert eine Anpassung der Infrastruktur in den Werkstätten. Dazu zählen insbesondere

- Ladestationen
- Dacharbeitsstände
- Prüfplätze oder Prüfanlagen
- Lager für die Batterien

#### Ladestationen

Für den Betrieb von Plug-In-Hybrid- und Elektrobussen ist die Beschaffung von Ladestationen unabdingbar.

#### Stationäre Ladestationen

Stationäre Ladestationen sind fest mit dem Niederspannungs- oder Hochspannungsnetz verbunden und gehören zur „festen“ Gebäudeinstallation. Sie eignen sich insbesondere für das Schnellladen mit hoher Leistung und sind für das Laden von HV-Bussen zu empfehlen. Diese Ladestationen sind, zusammen mit den anderen elektrischen Anlagen, regelmäßig durch eine Elektrofachkraft für den Niederspannungsbereich zu prüfen (siehe Kapitel 4.1.9). Elektrofachkräften für Arbeiten an HV-Bussen (HV-Bus-Efk) sind Arbeiten an diesen Anlagen nicht gestattet. Deshalb werden stationäre Ladestationen in diesem Leitfaden nicht weiter behandelt.

#### Mobile Ladestationen

Mobile Ladestationen werden über eine Steckverbindung an das Wechselstromnetz angeschlossen. Sie sind flexibel einsetzbar, aber auf Grund der Steckverbindung in ihrer Leistung begrenzt. Es ist darauf zu achten, dass das Anschluss- und das Ladekabel beim Ladevorgang vollständig abgewickelt sind. Mobile Ladestationen sind ortsveränderliche Betriebsmittel und müssen regelmäßig geprüft werden (siehe Kapitel 4.1.9). Elektrofachkräften für das Arbeiten an HV-Bussen (HV-Bus-Efk) sind Arbeiten an diesen Anlagen nicht gestattet.



Abbildung 4/2: Stationäre Ladestation



Abbildung 4/3: Mobile Ladestation

### Dacharbeitsstände

Bei Hybrid- und Elektrobusen befinden sich HV-Komponenten oftmals auf dem Fahrzeugdach. Für das Arbeiten an diesen Komponenten ist ein Dacharbeitsstand zwingend erforderlich. Dieser sollte stationär sein. Für einen Übergangszeitraum ist auch eine mobile Variante möglich. In einigen Unternehmen sind Dacharbeitsstände für Arbeiten im Dachbereich von konventionellen Bussen bereits vorhanden, die gegebenenfalls auch für HV-Busse angepasst werden können.

Bei der Verwendung von Dacharbeitsständen ist es von zentraler Bedeutung, den Spalt zwischen Fahrzeugdach und Dacharbeitsstand so gering wie möglich zu halten, um ein unbeabsichtigtes Abstürzen der Beschäftigten zu vermeiden. Hierzu sind verschiebbare Bühnen, absenkbare Formkörper oder auch aufblasbare Kissen geeignet. Zusätzlich ist eine umlaufende Absturzsicherung (Geländer) erforderlich, die einen Absturz sicher verhindert.

Auch wenn sich kein Fahrzeug im oder neben dem Dacharbeitsstand befindet, ist eine Absturzsicherung, zum Beispiel durch Sperrung des Aufgangs des Dacharbeitsstands, vorzusehen. Falls Arbeiten außerhalb der Absturzsicherung durchgeführt werden, muss Persönliche Schutzausrüstung (PSA) gegen Absturz verwendet werden. Detaillierte Information zur Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz sind zu finden in der DGUV Regel 112-198 „Benutzung von Schutzkleidung“.

Vor dem Einsatz eines mobilen oder festinstallierten Dacharbeitsstandes ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, um die Sicherheit der Beschäftigten zu gewährleisten.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Gefährdungsbeurteilung

- Arbeiten auf dem Dacharbeitsstand (mobil/stationär)



Abbildung 4/4: Mobiler Dacharbeitsstand



Abbildung 4/5: Der Spalt muss immer kleiner als 0,2 m sein

Auf dem Fahrzeugdach eines Hybrid- und Elektrobusse können sich Teile des Energiespeichers und der Leistungselektronik oder auch die elektrische Klimaanlage befinden. Diese HV-Komponenten besitzen ein hohes Gewicht und sollten mit einer entsprechenden Hebevorrichtung demontiert werden. Hierzu eignet sich ein Lastenkran, wie in Abbildung 4/11 zu sehen.



Abbildung 4/6: Stationärer Dacharbeitsstand



Abbildung 4/7: Umlaufende Absturzsicherung



Abbildung 4/8: Sicherung des Zugangs zur Dacharbeitsebene



Abbildung 4/9: Feststellen der Spannungsfreiheit auf dem Dacharbeitsstand



Abbildung 4/10: Mobil einsetzbarer Aggregatheber



Abbildung 4/11: Prüfen von HV-Komponenten

### Prüfplätze

Für das Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfplätzen sind die DIN EN 50191 (VDE 0104) „Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen“ und die DGUV Information 203-034 „Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfanlagen“ zu berücksichtigen.

Es wird zwischen

- Prüfplätzen mit zwangsläufigem Berührungsschutz
- Prüfplätzen ohne zwangsläufigen Berührungsschutz
- Prüffeldern
- Versuchsfeldern
- Nichtstationäre Prüfanlagen und
- Prüfanlagen ohne ständige Anwesenheit von Prüfpersonal

unterschieden. Wenn Prüfplätze für die Instandhaltung von HV-Bussen eingerichtet werden, wird es sich im Regelfall um Messplätze, also Prüfplätze ohne zwangsläufigen Berührungsschutz handeln. Als Prüfplatz wird eine räumlich begrenzte und gekennzeichnete Prüfanlage, in der in der Regel nur eine Person beschäftigt ist, bezeichnet. Bei einem Prüfplatz ohne zwangsläufigen Berührungsschutz sind Teile des Prüfobjektes oder aktive Teile der Prüfeinrichtung während der Prüfung nicht vollständig gegen direktes Berühren geschützt. Deshalb sind Maßnahmen gegen unbeabsichtigtes Betreten (Zugangssicherung: Beschilderung, Absperrung) vorzusehen.

### Batterielagerung

Batterien müssen getrennt von brennbaren Materialien an einem kühlen, trockenen und gut gelüfteten Ort in brandschutztechnisch abgetrennten Bereichen oder mit einem Sicherheitsabstand von 5 m zu anderen Gütern oder Einrichtungen gelagert werden. Die Herstellervorgaben sind zu beachten. Zur Vermeidung von Kurzschlüssen sind die Batteriepole/ Anschlussklemmen mit isolierenden Abdeckungen zu versehen. Darüber hinaus sollte die zuständige Feuerwehr über die Lagerung informiert werden, den Lagerort besichtigen, in der Feuerwehrlaufkarte berücksichtigen und das Brandschutzkonzept sowie die Brandschutzeinrichtungen begutachten.

Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

Muster-Betriebsanweisung

- Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien



Abbildung 4/12: Fest installierter Kran auf dem Dacharbeitsstand



Abbildung 4/13: Isoliertes Werkzeug nach DIN EN 61477 und DIN EN 60900

## 4.2.2 Arbeitsmittel

Für die Instandhaltung von HV-Bussen werden spezielle Arbeitsmittel benötigt. Sie reichen von Ausbauhilfen für elektrische Maschinen, Batterien, Kondensatoren und andere HV-Komponenten bis hin zu speziellen Elektro-Werkzeugen und Messgeräten.

### Ausbauhilfen

Für den Ausbau von HV-Komponenten sind Einrichtungen zur Lastenhandhabung und zum Lastentransport vorzusehen, wie beispielsweise der in Abbildung 4/10 dargestellte hydraulische Aggregatheber oder ein Kran im Bereich des Dacharbeitsstandes. Vorhandene Ausbauhilfen können gegebenenfalls mit neuen Aufsätzen versehen werden.

### Werkzeuge

Elektrotechnische Arbeiten unter Spannung erfordern den Einsatz von zugelassenen Werkzeugen, die für Spannungen bis 1.000 V freigegeben sind. Für Arbeiten unter Spannung zugelassene Werkzeuge unterscheiden sich durch die rot-orange Farbgebung von herkömmlichem Werkzeug und besitzen zudem einen Aufdruck mit

- dem VDE-Kennzeichen und einem Doppeldreieck
- Angabe der maximal zulässigen Spannung
- Angabe der Prüfnorm

Vor jeder Verwendung ist das Werkzeug auf einwandfreien Zustand zu prüfen und im Falle eines Defekts der weiteren Nutzung zu entziehen.



Abbildung 4/14: Spannungsprüfer    Abbildung 4/15: Vielfachmessinstrument mit Mega- und Milliohmometer

### Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel

Die Auswahl geeigneter ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel beim Einsatz im Werkstattbereich erfolgt nach DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“. In Bereichen mit besonderen Gefährdungen ist zusätzlich die DGUV Information 203-004 „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ zu beachten. In feuer- oder explosionsgefährdeten Bereichen dürfen elektrische Betriebsmittel nur unter Einhaltung der für diese Bereiche geltenden Bestimmungen verwendet werden. Elektrische Betriebsmittel für den „normalen“ Werkstattbereich müssen mindestens die Anforderungen nach Kategorie K1 erfüllen. Sind hohe mechanische, physikalische oder chemische Einwirkungen zu erwarten („rauer Betrieb“), sind Betriebsmittel der Kategorie K2 einzusetzen.

#### Kategorie 1 (K1)

Elektrische Betriebsmittel der Kategorie K1 müssen folgende Mindestanforderungen erfüllen:  
 Schutzart: IP 43, außer handgeführte Elektrowerkzeuge: IP 2X  
 Leitungen: H05RN-F oder H05BQ-F

### Messgeräte

Für die Instandhaltung von HV-Bussen sind in der Regel folgende Messgeräte zur Feststellung der Spannungsfreiheit, Fehlersuche und Isolationsbeziehungsweise Potenzialausgleichsmessung nach ECE-R100 notwendig:

- Zweipoliger Spannungsprüfer, zur Feststellung der Spannungsfreiheit
- Vielfachmessinstrument, zur Fehlersuche und zu Prüfarbeiten
- Megaohmmeter, zur Überprüfung des Isolationswiderstands
- Milliohmometer, zur Überprüfung des Potentialausgleichs

Dabei können auch mehrere Funktionen in einem Messgerät vereint sein, zum Beispiel Vielfachmessinstrument mit Megaohmmeter und Milliohmometer.

### Überspannungskategorien von Messgeräten

Die Stromkreise werden in die Kategorien CAT I bis CAT IV unterteilt, um Messgeräte für die unterschiedlichsten Einsatz- und Verwendungszwecke auszulegen. Die Kategorie gibt Aufschluss, in welchem Anwendungsbereich ein Messgerät gefahrlos eingesetzt werden kann. Der Schutz eines Messgerätes vor einer kurzzeitigen Überspannung wird durch die Messkategorie (Überspannungskategorie) und die Arbeitsspannung (Nennspannung gegen Erde, zum Beispiel CAT IV 600 V, CAT III 1.000 V) angegeben:

- CAT I: Gültig für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Netz verbunden sind (zum Beispiel besonders geschützte Geräte)
- CAT II: Gültig für Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (zum Beispiel Haushaltsgeräte)
- CAT III: Gültig für Messungen in der Gebäudeinstallation (zum Beispiel Verteiler, Verkabelung, Steckdosen, Schalter)
- CAT IV: Gültig für Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (zum Beispiel Zähler, Hauptanschluss, primäre Überstromschutzgeräte)

Auch wenn für die Messungen an HV-Bussen, die vom Wechselstromnetz getrennt sind, Messgeräte der Kategorie CAT I ausreichen, wird die Beschaffung von Geräten mit mindestens CAT II empfohlen.

### Spannungsprüfer

Bevor mit dem Ausbau einer HV-Komponente begonnen werden darf, ist der spannungsfreie Zustand des HV-Systems herzustellen und nachzuweisen. Das Herstellen der Spannungsfreiheit ist durch technische Maßnahmen vom Fahrzeughersteller vorgegeben. Für das Feststellen der Spannungsfreiheit ist ein zweipoliger Spannungsprüfer einzusetzen. Bei der Auswahl des richtigen Spannungsprüfers ist zu berücksichtigen, dass er für die im HV-Fahrzeug vorliegenden Spannungen geeignet ist und den Sicherheitsanforderungen nach EN 61243-3 (VDE 0682-401:2011-02) „Arbeiten unter Spannung – Spannungsprüfer“ entspricht.



Abbildung 4/16: Schutzhandschuhe



Abbildung 4/17: Augen- und Gesichtsschutz

### 4.2.3 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Zum Zwecke des Arbeitsschutzes werden zuerst technische und anschließend organisatorische Maßnahmen präferiert. Wenn beide Maßnahmen das Schutzziel nicht erreichen oder nicht anwendbar sind, ist die Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) als individuelle Schutzmaßnahme erforderlich. Diese schützt den Träger oder die Trägerin bei der Ausübung von Tätigkeiten vor Gesundheitsgefahren.

Zur PSA gehören unter anderem:

- Schutzkleidung
- Augen- und Gesichtsschutz
- Schutzhandschuhe
- Sicherheitsschuhe
- Atemschutz
- Gehörschutz
- PSA gegen Absturz
- Kopfschutz

Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat den Beschäftigten für die zu verrichtenden Tätigkeiten geeignete persönliche Schutzausrüstung bereitzustellen, die dem Stand der Technik entspricht, ergonomisch ist und gegen die zu erwartenden Gefährdungen schützt. Hierbei darf von der PSA kein weiteres Risiko ausgehen. Alle Beschäftigten sind verpflichtet, die zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung zu benutzen.

Allgemeine Informationen zur persönlichen Schutzausrüstung, einschließlich der gesetzlichen Bestimmungen, sind in der DGUV Information 212-515 „Persönliche Schutzausrüstung“ zu finden.

Die nachfolgenden Regelwerke behandeln einzelne Schutzmaßnahmen:

- DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
- DGUV Regel 112-193 „Benutzung von Kopfschutz“
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“
- DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“

Die am häufigsten einzusetzende PSA gegen Körperdurchströmung sind Elektriker-Schutzhandschuhe aus Elastomeren oder Plastomeren. Diese Handschuhe weisen auch bei feuchter Umgebung eine dauerhafte Isolation auf. Handschuhe der Klasse 00 sind für Arbeiten bis 500 V Wechselspannung beziehungsweise 750 V Gleichspannung und Handschuhe der Klasse 0 bis 1.000 V Wechselspannung beziehungsweise 1.500 V Gleichspannung geeignet. Der Augen- und Gesichtsschutz ist bei Gefährdungen durch Störlichtbögen einzusetzen.

## 4.3 Qualifizierung



Eine unfall- und störungsfreie Arbeit ist nur möglich, wenn die Beschäftigten über die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen. Kfz-Handwerker verfügen oft nur über elektrotechnische Grundkenntnisse, die für ein sicheres Arbeiten an Omnibussen mit HV-Systemen nicht ausreichen.

Eine Checkliste zur Festlegung der geforderten Qualifikation der Beschäftigten bei Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen befindet sich im Anhang. Eine Übersicht über den Zusammenhang zwischen der Eingangsqualifikation, den auszuübenden Tätigkeiten, der daraus resultierenden geforderten Qualifikation und der notwendigen Qualifizierungsmaßnahme liefert die Qualifikationsmatrix. Beides ist zu finden im Anhang 1.



Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

- Checkliste zur Festlegung der geforderten Qualifikation der Beschäftigten bei Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen
- Qualifikationsmatrix

Für Arbeiten an HV-Bussen sind nach diesem Leitfaden folgende Qualifikationsstufen festgelegt:

- Stufe HV-Bus-R: Elektrotechnisch unterwiesene Person für Reinigungstätigkeiten.
- Stufe HV-Bus-F: Elektrotechnisch unterwiesene Person für Fahrtätigkeiten.
- Stufe HV-Bus-EuP: Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen (Service, mechanische Arbeiten, ...).
- Stufe HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen.
- Stufe HV-Bus-Efk-AuS: Elektrofachkraft für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen.
- Stufe HV-Bus-vEfk: Verantwortliche Elektrofachkraft für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen.
- Stufe HV-Bus-Ausbilder/in: Ausbilder/in für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen.

Die Dauer der Qualifizierungsmaßnahmen richtet sich nach der Eingangsqualifikation des Beschäftigten.

### Stufe HV-Bus-R: Elektrotechnisch unterwiesene Person für Reinigungstätigkeiten

Die Qualifizierung zur Stufe HV-Bus-R erfolgt durch eine Sensibilisierung „HV-Bus 0a“ im Rahmen der Unterweisungen. Es werden keine elektrotechnischen Vorkenntnisse vorausgesetzt. Das Reinigungspersonal ist vor Aufnahme der Tätigkeit für mögliche Gefährdungen durch den elektrischen Antriebsstrang zu sensibilisieren. Die Fahrzeuge sind berührungsgeschützt aufgebaut. Allerdings ist darauf zu achten, dass alle Serviceklappen geschlossen sind, da sich dahinter HV-Komponenten befinden können.

#### Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

- Muster-Foliensatz
- für die Sensibilisierung zur HV-Bus-R

### Stufe HV-Bus-F: Elektrotechnisch unterwiesene Person für Fahrtätigkeiten

Die Qualifizierung zur Stufe HV-Bus-F erfolgt durch eine Sensibilisierung „HV-Bus 0b“ im Rahmen der Unterweisungen. Es werden keine elektrotechnischen Vorkenntnisse vorausgesetzt. Das Fahrpersonal ist auf die Bedienung und das optimale Betreiben des Fahrzeugs zu schulen. Zusätzlich ist auf das richtige Verhalten bei Pannen und im Gefahrenfall (Unfall) hinzuweisen.

#### Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

- Muster-Foliensatz
- für die Sensibilisierung zur HV-Bus-F

### Stufe HV-Bus-EuP: Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten, die das HV-System nicht betreffen

Die Qualifizierung zur Stufe HV-Bus-EuP erfolgt durch die Unterweisung „HV-Bus 1“. Hier werden ebenfalls keine elektrotechnischen Kenntnisse vorausgesetzt. Personen mit der Stufe HV-Bus-EuP dürfen eigenständig nur mechanische Arbeiten oder Service-Arbeiten beziehungsweise Arbeiten an der konventionellen 24V-Bordelektrik durchführen. Arbeiten am HV-System dürfen nur unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft (HV-Bus-Efk-AisZ) und nur im spannungsfreien Zustand erfolgen.

#### Praxishilfe unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet)

- Muster-Foliensatz
- für die Sensibilisierung zur HV-Bus-EuP

### Stufe HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen

Die Qualifizierung zur Stufe HV-Bus-Efk-AisZ erfolgt unter Berücksichtigung der bereits erworbenen individuellen elektrotechnischen Kenntnisse. Das Ablaufdiagramm aus Anhang 1 gibt eine Hilfestellung für die Ermittlung der notwendigen Qualifizierungsmaßnahme zur Erlangung der Qualifikationsstufe HV-Bus-Efk-AisZ in Abhängigkeit der Vorbildung:

- Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2a: Schulungsumfang: 100 UE  
Für elektrotechnische Laien und Laiinnen mit technischer Ausbildung.
- Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b: Schulungsumfang: 48 UE  
Für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in (Kfz-Gesellenausbildung nach 1973) sowie für Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium und Eingangsprüfung „Elektrotechnische Grundkenntnisse“. Die Inhalte der Eingangsprüfung „Elektrotechnische Grundkenntnisse“ finden Sie unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet).
- Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b-Aufbau, Schulungsumfang: 30 UE  
Für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.
- Qualifizierungsmaßnahme HVBus 2c, Schulungsumfang: 20 UE  
Für Elektrofachkräfte, zum Beispiel Industrie-elektroniker/innen, Elektromonteure/innen, Elektroingenieure/innen.
- Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c-Aufbau, Schulungsumfang: 10 UE  
Für Elektrofachkräfte, zum Beispiel Industrie-elektroniker/innen, Elektromonteure/innen, Elektroingenieure/innen und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.



#### **Stufe HV-Bus-Efk-AuS: Elektrofachkraft für Fehler-suche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen**

Die Qualifizierung zur Stufe HV-Bus-Efk-AuS setzt den Erwerb der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ voraus und erfolgt unter Berücksichtigung der bereits erworbenen individuellen elektrotechnischen Kenntnisse. Das Ablaufdiagramm aus Anhang 1 gibt eine Hilfestellung für die Ermittlung der notwendigen Qualifizierungsmaßnahme zur Erlangung der Qualifikationsstufe HV-Bus-Efk-AuS in Abhängigkeit der Vorbildung:

- Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3a, Schulungsumfang: 10 UE  
Für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in (Kfz-Gesellenausbildung nach 1973), Elektrofachkräfte, zum Beispiel Industrieelektroniker/innen, Elektromonteur/e/innen, Elektroingenieur/e/innen sowie für Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium und Eingangsprüfung „Elektrotechnische Grundkenntnisse“.
- Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3b, Schulungsumfang: 50 UE  
Für Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium.

#### **Stufe HV-Bus-vEfk: Verantwortliche Elektrofachkraft für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen**

Die Qualifizierung zur Stufe HV-Bus-vEfk setzt den Erwerb folgender Qualifikationen voraus:

- Berufsausbildung als staatlich geprüfte/r Meister/in oder Techniker/in, Bachelor, Master, Diplom im Bereich Kfz-Technik, Mechatronik oder Elektrotechnik sowie Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium
- Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS
- Mehrjährige Berufserfahrung

Es wird die Absolvierung einer Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 4, Schulungsumfang: 8 UE empfohlen.



#### **Stufe HV-Bus-Ausbilder/in: Ausbilder/in für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen**

Die Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Ausbilder/in setzt keine Teilnahme an einer speziellen Qualifizierungsmaßnahme voraus. Um einen Mindeststandard bei der Ausbildung zu erreichen, sollten folgende Anforderungen an die Lehrgangsführung gestellt werden:

- Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS
- Berufsausbildung als staatlich geprüfte/r Meister/in oder Techniker/in, Bachelor, Master, Diplom im Bereich Kfz-Technik, Mechatronik oder Elektrotechnik sowie Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium
- Mehrjährige Berufserfahrung bei der Entwicklung oder Instandhaltung von HV-Fahrzeugen
- Erfahrungen in der Erwachsenenbildung
- Personenzertifizierung als AuS-Trainer/in

**Im Anhang 2 dieses Leitfadens befinden sich genaue Beschreibungen der einzelnen Qualifizierungsmaßnahmen. Die Dokumente beschreiben das Qualifizierungsziel, die Eingangsvoraussetzungen, die Zielgruppe, den zeitlichen Umfang sowie die Inhalte der relevanten Lehreinheiten. Eine detaillierte Beschreibung der Inhalte der Lehreinheiten sowie der Eingangsprüfung „Grundlagen der Elektrotechnik“ finden Sie unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet).**

## 4.4 Betriebsanweisungen und Checklisten



Betriebsanweisungen sind Anweisungen der Unternehmerin oder des Unternehmers an seine Beschäftigten mit dem Ziel, Unfälle und Gesundheitsrisiken zu vermeiden. Hilfestellungen für die Erstellung von Betriebsanweisungen befinden sich in der DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“.

Die Gefährdungsanalyse hat gezeigt, dass sich aus den komponentenbezogenen Gefährdungsbeurteilungen immer gleichartige gefährdungsbezogene Tätigkeiten an HV-Bussen ergeben, für die jeweils eine Betriebsanweisung zur Verfügung gestellt werden sollte.

### 4.4.1 Betriebsanweisung

Als Hilfe für die Erstellung eigener Betriebsanweisungen wurden exemplarisch folgende Muster-Betriebsanweisungen erstellt, die Sie unter [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) finden (siehe Anhang 9):

- Arbeiten an HV-Bussen und HV-Komponenten
- Arbeiten an HV-Bussen, die das HV-System nicht betreffen
- Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen

- Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen
- Freischalten des HV-Systems
- Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien
- Arbeiten auf dem Dacharbeitsstand

Diese Betriebsanweisungen müssen an die konkreten betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden.

### 4.4.2 Checklisten

Ebenfalls als Arbeitsanweisung und zur Dokumentation wurden Checklisten für folgende Tätigkeiten erstellt:

- Checkliste zur Erteilung der Berechtigung für Arbeiten unter Spannung (Anhang 3)
- Eigencheck Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung (Anhang 4)
- Checklisten Außerbetriebnahme und Inbetriebnahme eines HV-Systems (Anhang 6)

Diese Arbeitshilfen sind Muster und müssen an die konkreten betrieblichen Gegebenheiten angepasst werden. Die Muster-Checklisten können von der Website der VBG heruntergeladen werden (siehe Anhang 9).

## 4.5 Dokumentation



In der DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ ist die Dokumentationspflicht des Unternehmers oder der Unternehmerin beschrieben:

- Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat entsprechend § 6 Absatz 1 Arbeitsschutzgesetz das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung, die von ihm oder ihr festgelegten Maßnahmen und das Ergebnis ihrer Überprüfung zu dokumentieren. Zu einer ordnungsgemäßen Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung gehört insbesondere die Aufzeichnung
  - der Gegenstände der Gefährdungsbeurteilung,
  - der Beurteilungskriterien und -methoden,
  - der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung,
  - der zugrunde liegenden Rechtsgrundlagen,
  - der abgeleiteten Arbeitsschutzmaßnahmen und
  - der Verantwortlichen und Beteiligten.
 Anlagen wie Protokolle von Betriebsbegehungen, Erhebungsbögen, Gefährdungskataloge, Messprotokolle oder Unterweisungsmaterialien sollten die Dokumentation ergänzen.
- Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat die Beschäftigten mindestens einmal jährlich zu unterweisen und die Unterweisung ist zu dokumentieren.
- Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass jede Erste-Hilfe-Leistung dokumentiert und diese Dokumentation fünf Jahre lang verfügbar gehalten wird. Die Dokumente sind vertraulich zu behandeln.
- Alle Prüfergebnisse (PSA, Arbeitsmittel, ...) sind zu dokumentieren.

## 5 Vorschriften, Regeln und Informationen

### Gesetze und Verordnungen

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Verordnung über die Berufsausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker/in und zur Kraftfahrzeugmechatroniker/in (KfzMechaAusbV)

### Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

- TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und Überwachungsbedürftigen Anlagen“

### DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“, bisher BGV A1 bzw. GUV-V A1
- DGUV Vorschrift 3 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“, bisher BGV A3

### DGUV Regeln

- DGUV Regel 100-001 „Grundsätze der Prävention“, bisher BGR A1
- DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“ bisher BGR 500
- DGUV Regel 103-011 „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“, bisher BGR A3
- DGUV Regel 109-008 „Fahrzeug-Instandhaltung“, bisher BGR 157
- DGUV Regel 112-189 „Benutzung von Schutzkleidung“, bisher BGR 189
- DGUV Regel 112-192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“, bisher BGR 192
- DGUV Regel 112-193 „Benutzung von Kopfschutz“, bisher BGR 193
- DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“, bisher BGR 195
- DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“, bisher BGR/GUV-R 198

### DGUV Informationen

- DGUV Information 200-005 „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen“, bisher BGI/GUV-I 8686
- DGUV Information 203-001 „Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen“, bisher BGI 519
- DGUV Information 203-004 „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“, bisher BGI 594
- DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“, bisher BGI/GUV-I 600
- DGUV Information 203-034 „Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfanlagen“, bisher BGI 891
- DGUV Information 203-049 „Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel – Praxistipps für Betriebe“, bisher BGI/GUV-I 8524
- DGUV Information 203-070 „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Fachwissen für den Prüfer“, bisher BGI 5090
- DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Organisation durch den Unternehmer“, bisher BGI/GUV-I 5190
- DGUV Information 204-022 „Erste Hilfe im Betrieb“, bisher BGI 509
- DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“, bisher BGI 560
- DGUV Information 211-001 „Übertragung von Unternehmerpflichten“, bisher BGI 508
- DGUV Information 211-010 „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“, bisher BGI 578
- DGUV Information 212-515 „Persönliche Schutzausrüstung“, bisher BGI 515
- DGUV Information 250-009 „Empfehlungen zur Gestaltung betrieblicher Vereinbarungen zur Anwendung des DGUV Grundsatzes G 25“, bisher BGI/GUV-I 5137
- DGUV Information 250-010 „Eignungsuntersuchungen in der betrieblichen Praxis“

### Normen/VDE-Bestimmungen

- DIN 14096 „Brandschutzordnung – Regeln für das Erstellen und Aushängen“
- DIN EN 50191 (VDE 0104) Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen
- DIN EN 60900 (VDE 0682-201) „Arbeiten unter Spannung“
- DIN EN 61140 (VDE 0140-1) „Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel“
- DIN EN 61243-3 (VDE 0682-401) „Arbeiten unter Spannung – Spannungsprüfer“
- DIN EN 61477 (VDE 0682-130) „Arbeiten unter Spannung – Mindestanforderungen für die Nutzung von Werkzeugen, Geräten und Ausrüstungen“
- DIN VDE 0100 „Errichten von Niederspannungsanlagen“
- DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“
- DIN VDE 0701-0702 „Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte“
- DIN VDE 1000-10 „Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen“
- DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1) „Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere“
- ECE R 100 „Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge“

### VDV-Schriften und VDV-Mitteilungen

- VDV-Schrift 825 „Auswirkungen alternativer Technologien im Linienbus auf Betriebshöfen und Werkstätten“
- VDV-Mitteilung 8002 „Hinweise zur Einführung von Hybridbussen aus Sicht der Instandhaltung“

### VBG-Schriften

- Sicherheits-Check Omnibusse (inkl. Hybrid- und O-Busse)

### Weitere Medien und Schriften

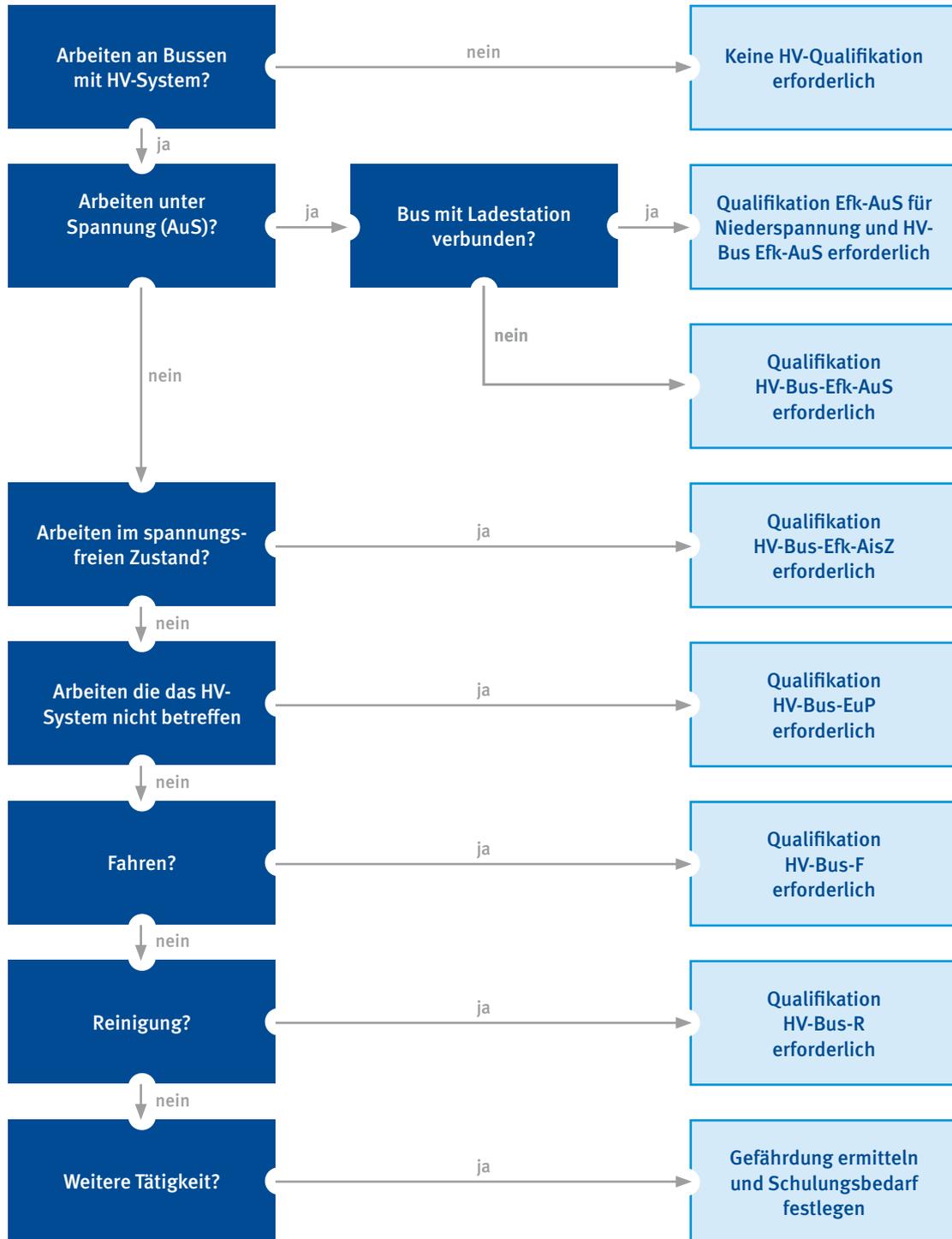
- IVSS, Leitlinie zur Beurteilung der Befähigung von Elektrofachkräften, Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit, Hrsg.
- IVSS, Leitlinie für die Beurteilung der Befähigung von AuS-Personal, Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit, Hrsg.
- Kultusministerkonferenz, RAHMENLEHRPLAN für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin, April 2013.
- H. M. Leonardi, Sicherheit zum Nachschlagen – Elektrotechnik, BG ETEM, Hrsg., Köln, April 2013.
- BAUA, Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., Dortmund, März 2016.
- FAQ Liste der AG, Handlungsrahmen Elektromobilität, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Hrsg., Berlin, Februar 2016.

## 6 Glossar

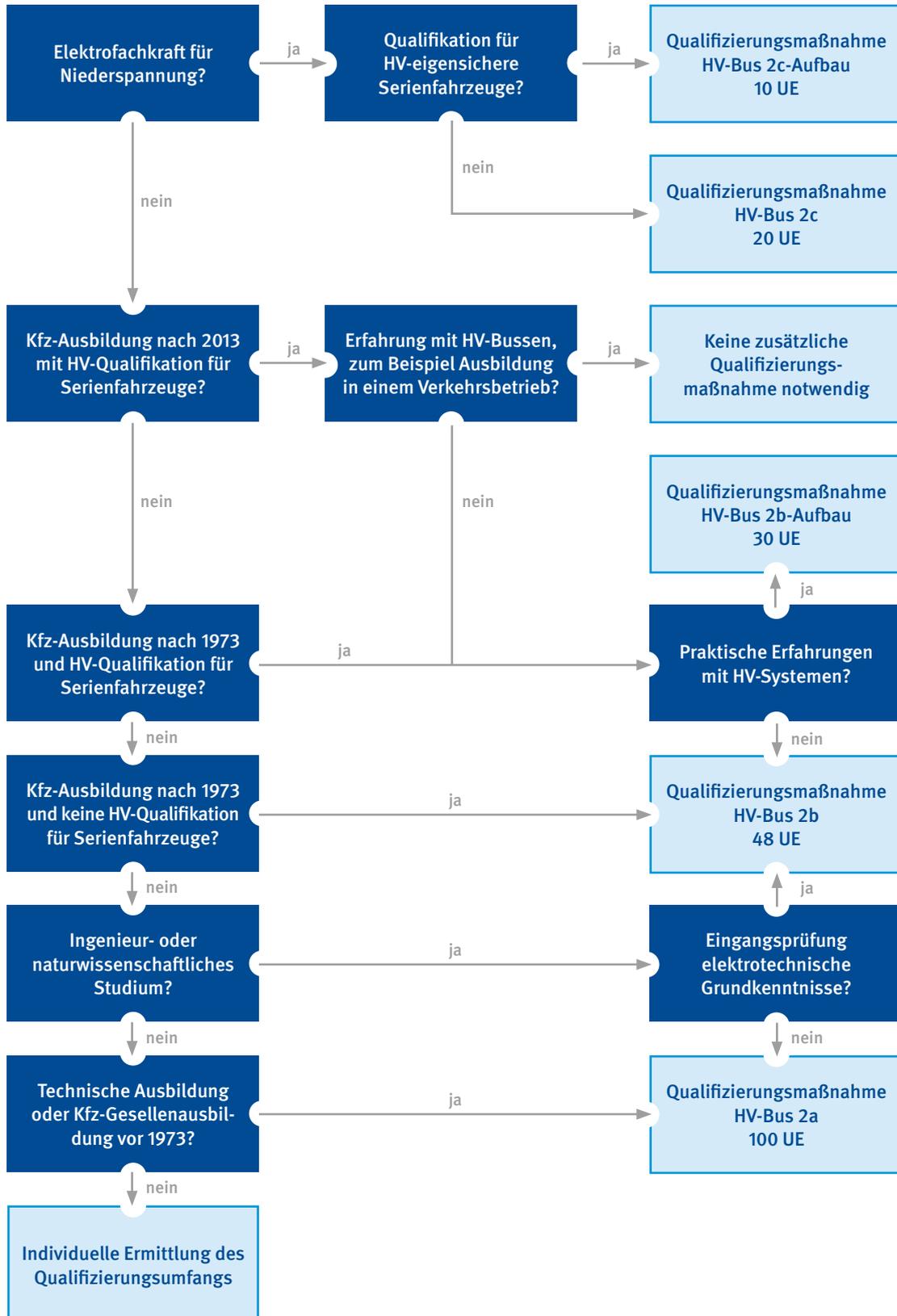
|                 |  |
|-----------------|--|
| AC              | Alternating Current (Wechselspannung)  |
| AuS             | Arbeiten unter Spannung  |
| BG ETEM         | Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse                              |
| DC              | Direct Current (Gleichspannung)  |
| DGUV            | Deutsche gesetzlichen Unfallversicherung   |
| DIN             | Deutsches Institut für Normung   |
| ECE             | Economic Commission for Europe der United Nations. Eigentlich UNECE                        |
| EuP             | Elektrotechnisch unterwiesene Person   |
| Efk             | Elektrofachkraft   |
| HV              | Hochvolt   |
| HV-Bus-R        | Elektrotechnisch unterwiesene Person für Reinigungstätigkeiten                             |
| HV-Bus-F        | Elektrotechnisch unterwiesene Person für Fahrtätigkeiten                                   |
| HV-Bus-EuP      | Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten die das HV-System nicht betreffen        |
| HV-Bus-Efk      | Elektrofachkraft für Arbeiten an Bussen mit Hochvoltssystemen                              |
| HV-Bus-Efk-AisZ | Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen         |
| HV-Bus-Efk-AuS  | Elektrofachkraft für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen |
| HV-Bus-vEfk     | Verantwortliche Elektrofachkraft für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen                    |
| PSA             | Persönliche Schutzausrüstung   |
| UE              | Unterrichtseinheit 45 Minuten  |
| VBG             | Verwaltungs-Berufsgenossenschaft   |
| vEfk            | Verantwortliche Elektrofachkraft   |

Anhang 1

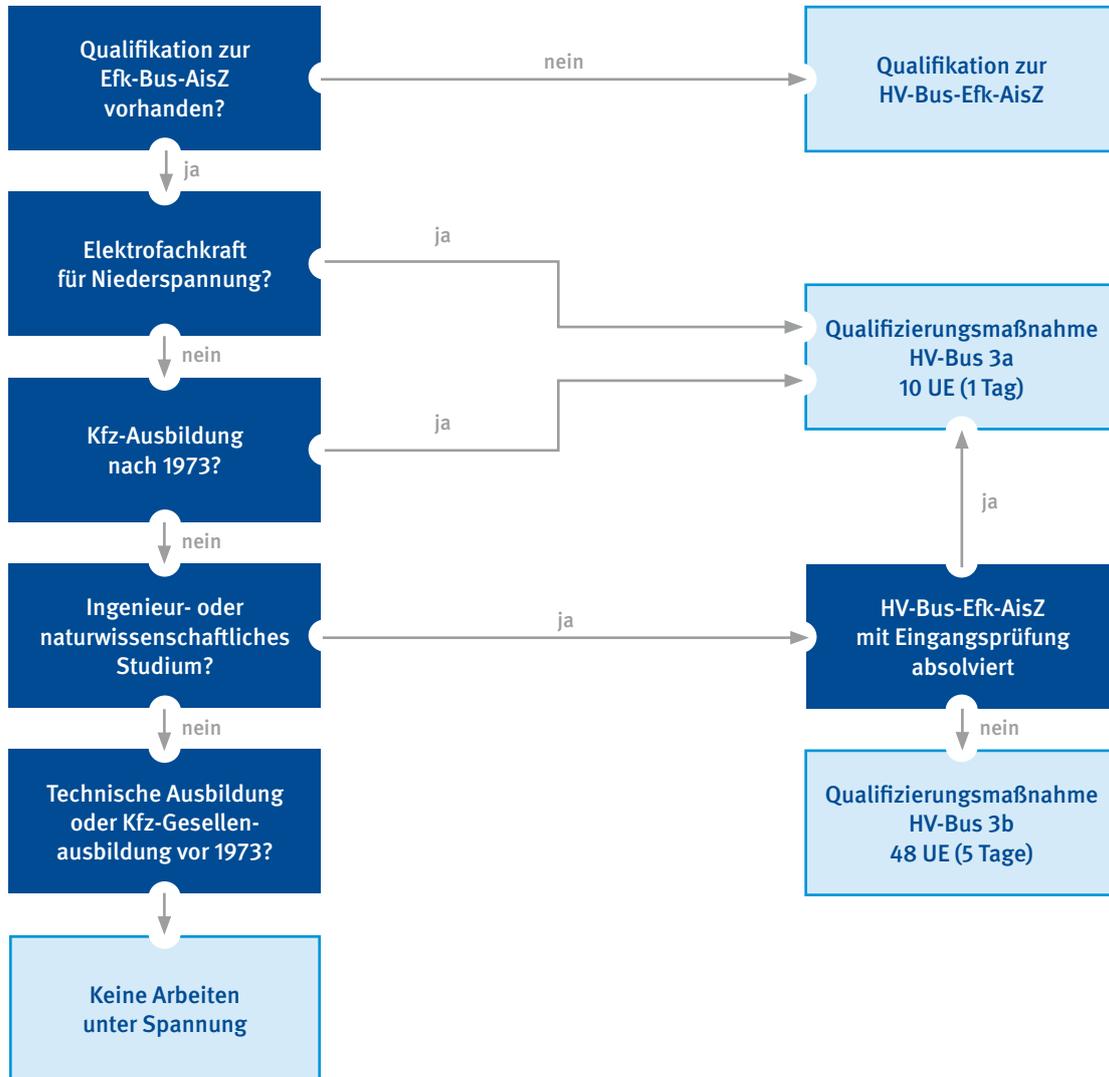
Ermittlung der notwendigen Qualifikation von Beschäftigten für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen



## Ermittlung der Qualifizierungsmaßnahme für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AisZ) in Abhängigkeit der Vorbildung



## Ermittlung der Qualifizierungsmaßnahme für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AuS) in Abhängigkeit der Vorbildung



Qualifikationsmatrix – Zusammenhang zwischen Eingangsqualifikation, auszuübenden Tätigkeiten, der daraus resultierenden geforderten Qualifikation und der notwendigen Qualifizierungsmaßnahme

| Geforderte Qualifikation (Qualifikationsstufen)   |   | HV-Bus-R  | HV-Bus-F   |  |   |   |   |
|---|---|---|--|--|---|---|---|
| Tätigkeiten an nicht HV-eigensicheren Bussen  |   | Busse reinigen  | Busse fahren   |  |   |   |   |
| Vorbildung – Eingangsqualifikation  | Elektrotechnische/r Laie/-in ohne technische Ausbildung   | Sensibilisierung im Rahmen der Unterweisungen HV-Bus 0a                                     | Sensibilisierung im Rahmen der Unterweisungen HV-Bus 0b    |  |   |   |   |
|   | <b>a)</b> Elektrotechnische/r Laie/-in mit technischer Ausbildung <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 50px;"></td> <td><b>(1)</b> Ingenieur- oder naturwissenschaftliches Studium</td> </tr> <tr> <td style="width: 50px;"></td> <td><b>(2)</b> Keine elektrotechnische Ausbildung, zum Beispiel Kfz-Gesellenausbildung vor 1973</td> </tr> </table> |   | <b>(1)</b> Ingenieur- oder naturwissenschaftliches Studium |  | <b>(2)</b> Keine elektrotechnische Ausbildung, zum Beispiel Kfz-Gesellenausbildung vor 1973 | Sensibilisierung im Rahmen der Unterweisungen HV-Bus 0a | Sensibilisierung im Rahmen der Unterweisungen HV-Bus 0b |
|   |   |   | <b>(1)</b> Ingenieur- oder naturwissenschaftliches Studium |  |   |   |   |
|   |   | <b>(2)</b> Keine elektrotechnische Ausbildung, zum Beispiel Kfz-Gesellenausbildung vor 1973 |  |  |   |   |   |
|   | <b>b)</b> Elektrotechnische Vorkenntnisse im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in (Kfz-Gesellenausbildung nach 1973)   |   |  |  |   |   |   |
|   | <b>b-Aufbau)</b> Elektrotechnische Vorkenntnisse im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten   |   |  |  |   |   |   |
|   | <b>c)</b> Elektrofachkräfte, zum Beispiel Industrieelektroniker/in, Elektromonteur/in, Elektroingenieur/in  |   |  |  |   |   |   |
| <b>c-Aufbau)</b> Elektrofachkräfte, zum Beispiel Industrieelektroniker/in, Elektromonteur/in, Elektroingenieur/in und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten |   |   |  |  |   |   |   |

1 UE (Unterrichtseinheit): 45 Minuten

| HV-Bus-EuP   | HV-Bus-Efk-AisZ   | HV-Bus-Efk-AuS   | HV-Bus-vEfk   | HV-Bus Ausbilder/in  |
|--|---|--|---|--|
| Nichtelektrotechnische Arbeiten (Service + mechanische Arbeiten) | Elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand   | Arbeiten unter Spannung bei Fehlersuche und Prüfarbeiten                               | Übernahme der Unternehmerverantwortung  | Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen  |
|  |   |  |   |  |
| Unterweisung HV-Bus 1<br>4 UE                                    | Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2a<br>100 UE   | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AisZ zuzüglich Qualifizierungsmaßnahme 50 UE              | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS zuzüglich<br>1. Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 4<br>8 UE<br>2. mehrjährige Berufserfahrung in dem Bereich  | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS zuzüglich<br>1. mehrjährige Berufserfahrung<br>2. Erfahrungen in der Erwachsenenbildung<br>3. Personenzertifizierung als AuS-Trainer/in   |
|  | oder<br>Eingangsprüfung „Elektrotechnische Grundkenntnisse“ und Qualifizierungsmaßnahme 48 UE | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AisZ zuzüglich Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3a<br>10 UE |   |  |
|  | Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2a<br>100 UE   |  |   |  |
|  | Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b<br>48 UE  | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AisZ zuzüglich Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3a<br>10 UE | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS zuzgl.<br>1. Berufsausbildung als staatlich geprüfte/r Meister/in oder Techniker/in, Bachelor, Master, Diplom im Bereich Kfz-Technik, Mechatronik oder Elektrotechnik<br>2. Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 4<br>8 UE<br>3. mehrjährige Berufserfahrung | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS zuzgl.<br>1. Berufsausbildung als staatlich geprüfte/r Meister/in oder Techniker/in, Bachelor, Master, Diplom im Bereich Kfz-Technik, Mechatronik oder Elektrotechnik<br>2. mehrjährige Berufserfahrung<br>3. Erfahrungen in der Erwachsenenbildung<br>4. Personenzertifizierung als AuS-Trainer/in |
|  | Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b-Aufbau<br>30 UE   |  |   |  |
|  | Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c<br>20 UE  |  |   |  |
| Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c-Aufbau<br>10 UE                |   |  |   |  |

**Notwendige Qualifizierungsmaßnahme**

## Anhang 2

# Qualifizierungsinhalte der Unterweisung HV-Bus 1 zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-EuP

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung für Arbeiten an HV-Bussen, die das HV-System nicht betreffen.   |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Alle Beschäftigten, die Arbeiten an HV-Fahrzeugen ausführen, die das HV-System nicht betreffen, wie zum Beispiel Arbeiten an der 24V Bordelektrik, Testfahrten, Karosseriearbeiten, Öl- und Räderwechsel, ...  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Technische Ausbildung entsprechend Tätigkeitsprofil: Kfz-Mechaniker/in, Karosseriebauer/in, Testfahrer/in, Facharbeiter/in, ...  |
| <b>Umfang:</b>                  | 4 UE (1 UE = 45 Min.).   |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar und Praktika (4 UE).   |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Voraussetzungen für die Ernennung zur Qualifikation Stufe HV-Bus-EuP: Qualifikation für Arbeiten an HV-Fahrzeugen, die das HV-System nicht betreffen.  |
| <b>Inhalt:</b>                  | Durch diese Unterweisung werden die Teilnehmer und Teilnehmerinnen im Umgang mit HV-Bussen sensibilisiert, damit sie sicher an Fahrzeugen arbeiten können. Es soll erreicht werden, dass die Beschäftigten den Aufbau und die Wirkungsweise der HV-Komponenten verstehen und mit den Kennzeichnungen der Komponenten vertraut sind. Inhalt der Unterweisung ist insbesondere, dass elektrotechnische Arbeiten an den HV-Komponenten unzulässig sind. Ein Nichtbeachten dieser Vorgaben kann zu gefährlicher Körperdurchströmung oder Lichtbogenbildung führen. |

- Einleitung
- Fahrzeuge mit HV-System
  - Was bedeutet Hochvolt
  - Antriebskonzepte (Parallel/Seriell, Batterieelektrisches Fahrzeug)
  - Hybridbusse
  - Elektrobusse
- HV-Komponenten
  - Traktionsbatterie
  - Traktionswechselrichter
  - Traktionsantrieb
  - HV-Leitungen
- HV-Nebenaggregate
  - Klimaanlage
  - Heizung
  - Ladetechnik
- Elektrische Gefährdungen
- Schutz vor elektrischer Gefährdung
- Organisation der Arbeitssicherheit
- Tätigkeitsbereiche für Arbeiten an HV-Systemen

- Tätigkeiten, die das HV-System nicht betreffen
  - Voraussetzungen
  - Bedienen von Fahrzeugen und der zugehörigen Einrichtungen
  - Durchführung allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern
  - Durchführung aller mechanischen Tätigkeiten (aber Hände weg von Orange)
  - Unzulässige Arbeiten an Fahrzeugen mit HV-Systemen
  - Freischalten des HV-Systems als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme
  - Arbeiten an der 24V Bordelektrik
- Arbeiten unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft
- Vorgehensweise bei Elektrounfällen
- DGUV Information 200-005 „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen“ und VBG Fachwissen „Elektromobilität – Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen, Leitfaden für ein betriebliches Konzept“

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2a für Personen ohne elektrotechnische Vorbildung mit technischer Ausbildung zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an HV-Bussen und deren Komponenten.  |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Elektrotechnische Laien und Laiinnen mit technischer Ausbildung, zum Beispiel als Facharbeiter/in, Techniker/in, Meister/in oder Ingenieur/in.  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Facharbeiter-, Techniker-, Meister- oder Ingenieurausbildung in einem technischen aber nichtelektrotechnischen Fachgebiet.  |
| <b>Umfang:</b>                  | 100 UE (1 UE = 45 Min.).  |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.  |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen. Die Ernennung zur Elektrofachkraft muss durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen.  |
| <b>Inhalt:</b>                  | <ul style="list-style-type: none"><li>LE 1: Elektrotechnische Grundkenntnisse</li><li>LE 2: Elektrische Gefährdung und Erste Hilfe</li><li>LE 3: Schutzmaßnahmen gegen elektrische Körperdurchströmung und Störlichtbögen</li><li>LE 4: Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei elektrotechnischen Arbeiten</li><li>LE 5: Fach- und Führungsverantwortung, Mitarbeiterqualifikation im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik</li><li>LE 6: Einsatz von HV-Systemen in Fahrzeugen</li></ul> |

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.  |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in.  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in oder nach erfolgreich bestandener Eingangsprüfung „Elektrotechnische Grundkenntnisse für Ingenieure und Naturwissenschaftler“.   |
| <b>Umfang:</b>                  | 48 UE (1 UE = 45 Min.).   |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.  |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten. Die Ernennung zur Elektrofachkraft muss durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen.   |
| <b>Inhalt:</b>                  | <p>LE 1: Elektrotechnische Grundkenntnisse kompakt</p> <p>LE 2: Elektrische Gefährdung und Erste Hilfe</p> <p>LE 3: Schutzmaßnahmen gegen elektrische Körperdurchströmung und Störlichtbögen</p> <p>LE 4: Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei elektrotechnischen Arbeiten</p> <p>LE 5: Fach- und Führungsverantwortung, Mitarbeiterqualifikation im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik</p> <p>LE 6: Einsatz von HV-Systemen in Fahrzeugen</p> |

## Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b-Aufbau für Personen mit elektrotechnische Vorkenntnisse im Kraftfahrzeugbereich und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.   |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich und der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Kfz-Elektriker/-in, Kfz-Mechatroniker/-in, Kfz-Mechaniker/-in mit erfolgreich abgeschlossener Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.   |
| <b>Umfang:</b>                  | 30 UE (1 UE = 45 Min.).  |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.   |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen. Die Ernennung zur Elektrofachkraft muss durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen. |
| <b>Inhalt:</b>                  | Vermittlung der Inhalte aus Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b in verkürzter Form und unter Berücksichtigung der Vorkenntnisse der Teilnehmer mit Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.  |

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c für Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AisZ

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.  |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich, zum Beispiel Industrie-elektroniker/in, Elektromonteur/in, Elektroingenieur/in.  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Elektrofachkraft im Niederspannungsbereich.   |
| <b>Umfang:</b>                  | 20 UE (1 UE = 45 Min.).   |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.  |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten. Die Ernennung zur Elektrofachkraft muss durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen. |
| <b>Inhalt:</b>                  | LE 5: Fach- und Führungsverantwortung, Mitarbeiterqualifikation im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik<br>LE 7: Einsatz von HV-Systemen in Fahrzeugen kompakt   |

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c-Aufbau für Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich mit der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.  |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich mit der Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Elektrofachkraft im Niederspannungsbereich mit erfolgreich abgeschlossener Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.   |
| <b>Umfang:</b>                  | 10 UE (1 UE = 45 Min.).   |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.  |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AisZ: Elektrofachkraft für elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten. Die Ernennung zur Elektrofachkraft muss durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen. |
| <b>Inhalt:</b>                  | Vermittlung der Inhalte aus Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2c in verkürzter Form und unter Berücksichtigung der Vorkenntnisse der Teilnehmer mit Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Servicewerkstätten.   |

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3a für Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich und Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AuS

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung zur Fehlersuche und zu Prüfarbeiten unter Spannung an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.   |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Kfz-Mechaniker/in oder Elektrofachkräfte im Niederspannungsbereich, zum Beispiel Industrie-elektroniker/in, Elektromonteur/in, Elektroingenieur/in oder nach erfolgreich bestandener Eingangsprüfung für elektrotechnische Grundkenntnisse für Ingenieure/innen und Naturwissenschaftler/innen (siehe Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 2b). |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Qualifikation HV-Bus-Efk-AisZ und Elektrofachkraft im Niederspannungsbereich, zum Beispiel Kfz-Elektriker/in, Kfz-Mechatroniker/in oder Kfz-Mechaniker/in und Ingenieure/innen nach erfolgreich bestandener Eingangsprüfung für Elektrotechnische Grundkenntnisse für Ingenieure/innen und Naturwissenschaftler/innen.  |
| <b>Umfang:</b>                  | 10 UE ( 1 UE = 45 Min.).  |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.  |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AuS: Elektrofachkraft für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten. Die Ernennung zur Elektrofachkraft „HV-Bus-Efk-AuS“ muss schriftlich durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen.   |
| <b>Inhalt:</b>                  | LE 9: Arbeiten unter Spannung an HV-Systemen.   |

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 3b für Personen mit Ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-Efk-AuS

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung zur Fehlersuche und zu Prüfarbeiten unter Spannung an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.   |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Ingenieure/innen in nichtelektrotechnischen Fachgebieten oder Naturwissenschaftler/innen.   |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Qualifikation HV-Bus-Efk-AisZ und ingenieurwissenschaftliches Studium in einem nichtelektrotechnischen Fachgebiet oder naturwissenschaftliches Studium.   |
| <b>Umfang:</b>                  | 50 UE ( 1 UE = 45 Min.).  |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar, Übungen und Praktika.  |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen als Voraussetzung für die Ernennung zur HV-Bus-Efk-AuS: Elektrofachkraft für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten. Die Ernennung zur Elektrofachkraft „HV-Bus-Efk-AuS“ muss schriftlich durch den Unternehmer oder die Unternehmerin beziehungsweise in Vertretung durch die vEfk erfolgen. |
| <b>Inhalt:</b>                  | LE 8: Fachpraktikum Elektrotechnik für Ingenieure/innen und Naturwissenschaftler/innen aus nichtelektrotechnischen Fachgebieten<br>LE 9: Arbeiten unter Spannung an HV-Systemen   |

## Qualifizierungsinhalte der Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 4 zur Erlangung der Qualifikation Stufe HV-Bus-vEfk

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Qualifizierungsziel:</b>     | Befähigung zur Übernahme der Unternehmensverantwortung bei elektrotechnischen Arbeiten an nicht HV-eigensicheren Bussen und deren Komponenten.   |
| <b>Zielgruppe:</b>              | Personen mit elektrotechnischen Vorkenntnissen im Kraftfahrzeugbereich, die zur verantwortlichen Elektrofachkraft im Bereich der HV-Technik ernannt werden sollen. Mindestqualifikation ist Meister/in, Techniker/in oder Elektrofachkraft im Niederspannungsbereich.  |
| <b>Eingangsvoraussetzungen:</b> | Qualifikation zur HV-Bus-Efk-AuS, Berufsausbildung als staatlich geprüfte/r Meister/in oder Techniker/in, Bachelor, Master oder Diplom im Bereich Kfz-Technik, Mechatronik oder Elektrotechnik und einschlägige Berufserfahrung auf dem Arbeitsgebiet.   |
| <b>Umfang:</b>                  | 8 UE (1 UE = 45 Min.).   |
| <b>Veranstaltungsart:</b>       | Seminar und Übungen.   |
| <b>Abschlussqualifikation:</b>  | Erlangung der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen, die Voraussetzung für die Ernennung zur verantwortlichen Elektrofachkraft im Bereich HV-Technik, HV-Bus-vEfk, sind. Die Ernennung zur verantwortlichen Elektrofachkraft „HV-Bus-Efk-AuS“ muss schriftlich im Arbeitsvertrag oder durch eine Bestellurkunde erfolgen.  |
| <b>Inhalt:</b>                  | <p>1. Theoretischer Teil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsschutzsystem, Gesetzliche Grundlagen des Arbeitsschutzes</li> <li>• Begriffe nach DIN VDE und BG-Vorschriften</li> <li>• Gefahren und Auswirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen</li> <li>• Erste Hilfe</li> <li>• Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel DIN EN 61140 (VDE 0140-1)</li> <li>• Organisation von Sicherheit und Gesundheitsschutz bei elektrotechnischen Arbeiten</li> <li>• Fach- und Führungsverantwortung</li> <li>• Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen (DGUV I 200-005)</li> <li>• Schutz gegen direktes und indirektes Berühren nach ECE R100</li> <li>• Errichten von Niederspannungsanlagen DIN VDE 0100</li> <li>• Arbeiten unter Spannung DIN VDE 0105-100 und DGUV Regel 103-011</li> <li>• Gefährdungsbeurteilung, Betriebsanweisungen, Arbeitsanweisungen, Unterweisung</li> </ul> <p>2. Praxisteil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen anhand konkreter Beispiele aus der alltäglichen Praxis der Teilnehmer und Teilnehmerinnen</li> <li>• Ausarbeitung einer Unterweisung</li> <li>• Rollenspiel Unterweisung (Durchführung einer Unterweisung)</li> <li>• Übung zur Arbeitsorganisation an einem praktischen Beispiel</li> </ul> |



Anhang 3

Checkliste zur Erteilung der Berechtigung für  
Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung

| Checkliste zur Erteilung der Berechtigung<br>für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung   |   |                          |
|--|---|--------------------------|
| Verantwortliche Elektrofachkraft HV-Bus-vEfk   |   |                          |
| Berechtigte HV-Bus-Efk-AuS   |   |                          |
| Abteilung  |   |                          |
| Arbeitsbereich   |   |                          |
| Datum  |   |                          |
| Uhrzeit  |   |                          |
| Beschreibung der zulässigen Tätigkeiten unter Spannung   |   |                          |
| <p>Herr/Frau erhält die Berechtigung, folgende Arbeiten unter Spannung nach den vorgegebenen Arbeitsverfahren und unter Verwendung der festgelegten persönlichen Schutzausrüstung eigenständig und eigenverantwortlich in dem oben angegebenen Arbeitsbereich durchzuführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an HV-Fahrzeugen und HV-Komponenten</li> </ul> |   |                          |
| Checkliste   | Ja  | Nein                     |
| Ausführende/r hat die Qualifikation zur Elektrofachkraft für Arbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus-Efk-AuS) erfolgreich abgelegt?  | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Ausführende/r ist älter als 18 Jahre?  | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Ausführende/r besitzt eine Erste-Hilfe-Ausbildung?   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Ausführende/r ist gesundheitlich geeignet?   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Betriebsanweisung für Fehlersuche und Prüfarbeiten ist vor Ort vorhanden?  | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Vorgegebene PSA für Arbeiten unter Spannung (AuS) ist vorhanden?   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Geeignetes Werkzeug für Arbeiten unter Spannung (AuS) ist vorhanden?   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Geeignete Messgeräte für Arbeiten unter Spannung (AuS) sind vorhanden?   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Defibrillator ist in der Nähe der Arbeitsstelle vorhanden?   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| <b>Befähigung erteilt (nur wenn alle Punkte mit ja beantwortet wurden)</b>   | <input type="checkbox"/>                  | <input type="checkbox"/> |
| Unternehmer/in oder verantwortliche Elektrofachkraft (HV-Bus-vEfk)   | Elektrofachkraft für AuS (HV-Bus-Efk-AuS) |                          |
| Vorname Nachname   | Vorname Nachname                          |                          |
| Unterschrift   | Unterschrift                              |                          |

## Anhang 4

### Eigencheck für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung

#### Eigencheck für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung



**Erst mit der Arbeit beginnen, wenn auf beiden Seiten alle Punkte mit Ja beantwortet sind.**

- Können Arbeiten nach Arbeitsanweisung durchgeführt werden?
- Vorgegebene PSA auf offensichtliche Mängel geprüft?
- Alle leitfähigen Gegenstände vom Körper und aus der Arbeitskleidung entfernt?
- Werkzeuge für Arbeiten unter Spannung (AuS) in Ordnung?
- Messgeräte für Arbeiten unter Spannung (AuS) in Ordnung (mindestens CAT II)?

#### Eigencheck für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung



- Benachbarte spannungsführende Teile gegen unabsichtliche Berührung abgedeckt?
- Sichtkontrolle der Arbeitsstelle?
- Ausreichende Bewegungsfreiheit, Standsicherheit, Beleuchtung?
- Arbeitsplatz abgesperrt und gekennzeichnet?
- Erste Hilfe sichergestellt?
- Defibrillator in der Nähe der Arbeitsstelle vorhanden?
- Fahrzeug von Ladestation getrennt?

Anhang 5

Muster-AuS-Pass

Musterunternehmen

# AuS-Pass

**Name**

Ausbildungsträger:

Trainer/in:

Befähigung wurde nachgewiesen  
für folgende Arbeiten unter Spannung:

- **Fehlersuche**
- **Prüfarbeiten**

an Bussen mit HV-Systemen

Prüfung am:

Unterschrift Vorgesetzte/r:

Anmerkung:  
Die Befähigung ist durch eine Wiederholungsausbildung  
alle vier Jahre nachzuweisen.

## Anhang 6

## Checklisten für die Außerbetriebnahme und Inbetriebnahme des HV-Systems

| Checkliste für die Außerbetriebnahme des HV-Systems  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Elektrofachkraft (HV-Bus-Efk)<br>(in der Regel auch Arbeitsverantwortliche/r)                    |                          |                          |
| Abteilung  |                          |                          |
| Amtliches Kennzeichen  |                          |                          |
| Arbeitsbereich   |                          |                          |
| Datum  |                          |                          |
| Uhrzeit  |                          |                          |
| <b>Persönliche Schutzausrüstung</b>  |                          |                          |
| Isolierende Schutzhandschuhe   |                          |                          |
| Checkliste   | Ja                       | Nein                     |
| Fahrzeug von Ladestation getrennt und gegen Anschließen gesichert?                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Zündschlüssel abgezogen?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| HV-Schalter (HV-Disconnect) ausgeschaltet?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Niedervolt-Batterie (12V/24V) abgeklemmt?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Gegen Wiedereinschalten gesichert (zum Beispiel Schloss einhängen)?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Entladevorrichtung an Kondensatoren (Supercaps) angeschlossen und eingeschaltet?                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Entladevorrichtung gegen Ausschalten gesichert (zum Beispiel Schloss einhängen)?                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Schaltverbotszeichen mit Namen der verantwortlichen Person angebracht?                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Spannungsprüfer an geeigneter Spannungsquelle geprüft?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Spannungsfreiheit mit zweipoligem Spannungsprüfer DC-seitig und AC-seitig allpolig festgestellt? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Fahrzeug als freigeschaltet gekennzeichnet und für Arbeiten freigegeben</b>                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elektrofachkraft (HV-Bus-Efk)  |                          |                          |
| Vorname Nachname   |                          |                          |
| Unterschrift   |                          |                          |

| Checkliste für die Inbetriebnahme des HV-Systems   |                          |                          |   |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| Inbetriebnahme darf nur durch eine Elektrofachkraft für HV-Systeme (HV-Bus-Efk) erfolgen |                          |                          |   |                          |                          |
| <b>Fahrzeugdaten</b>   |                          |                          |   |                          |                          |
| Amtliches Kennzeichen:   |                          | Kilometerstand:          |   |                          |                          |
| Datum:   |                          | Uhrzeit:                 |   |                          |                          |
| <b>Messgeräte</b>  |                          |                          |   |                          |                          |
| Isolationsmessgerät:   |                          | Typ:                     | Seriennummer:                                   |                          |                          |
| Milliohmmeter für Potenzialausgleichsmessung   |                          | Typ:                     | Seriennummer:                                   |                          |                          |
| <b>Dokumente</b>   |                          |                          | Ja  | Nein                     |                          |
| Prüfprotokoll der neu verbauten Komponente vorhanden?                                    |                          |                          | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> |                          |
| <b>Persönliche Schutzausrüstung</b>  |                          |                          |   |                          |                          |
| Isolierende Schutzhandschuhe   |                          |                          |   |                          |                          |
| <b>Checkliste</b>  |                          |                          | Ja  | Nein                     |                          |
| Fahrzeug ist von Ladestation getrennt und gegen Anschließen gesichert?                   |                          |                          | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> |                          |
| Fahrzeug ist freigeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert?                       |                          |                          | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> |                          |
| Spannungsfreiheit mit zweipoligem Spannungsprüfer allpolig festgestellt?                 |                          |                          | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/> |                          |
| <b>Prüfung des Potenzialausgleichs der Komponenten, an denen gearbeitet wurde</b>        |                          |                          |   |                          |                          |
|  | Sichtprüfung             |                          | Potenzialausgleichsmessung (mit $I \geq 0,2A$ ) |                          |                          |
|  | i.O.                     | n.i.O.                   | Soll  | Ist                      |                          |
| Ladegerät  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| Ladestecker  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| Traktionsbatterie  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| Traktionsmaschine  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| Traktionswechselrichter  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| HV-Klimakompressor   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| HV-Heizung   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| HV-Leitungssatz  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| DC/DC-Wandler  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | < 100 m $\Omega$                                | m $\Omega$               |                          |
| <b>Prüfung des Isolationswiderstands</b>   |                          |                          |   |                          |                          |
|  |                          |                          | Soll  | Ist                      |                          |
| R <sub>ISO</sub> zwischen HV+ und Fahrzeug-Masse, Prüfspannung:                          |                          |                          | *)  | *)                       |                          |
| R <sub>ISO</sub> zwischen HV- und Fahrzeug-Masse, Prüfspannung:                          |                          |                          | *)  | *)                       |                          |
| R <sub>ISO</sub> zwischen DC-Ladestecker und Fahrzeug-Masse und Prüfspannung:            |                          |                          | *)  | > 1 M $\Omega$           |                          |
| <b>Überprüfung Warnmeldungen</b>   |                          |                          |   | i.O.                     | n.i.O.                   |
| Isolationsfehler wird angezeigt?   |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| HV-Interlock/Pilotlinie in Ordnung?  |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Aktive Entladung U < 60 V in t < 5s?   |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Inbetriebnahme</b>  |                          |                          |   | i.O.                     | n.i.O.                   |
| Freischaltkennzeichnung entfernt?  |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Entladevorrichtung von Kondensatoren (Supercaps) getrennt?                               |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| HV-Trennstecker (HV-Disconnect) eingesteckt?   |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Niedervoltbatterie (12V/24V) angeschlossen?  |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Funktionsprüfung Gesamtfahrzeug durchgeführt?  |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Fahrzeug in Betrieb genommen und freigegeben?</b>                                     |                          |                          |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Elektrofachkraft (HV-Bus-Efk)</b>   |                          |                          |   |                          |                          |
| Vorname Nachname   |                          |                          |   |                          |                          |
| Unterschrift   |                          |                          |   |                          |                          |

\*) In Abhängigkeit des Fahrzeugs vorgeben

## Anhang 7

## Muster-Bestellurkunde zur Beauftragung einer verantwortlichen Elektrofachkraft HV-Bus-vEfk

### Bestellung zur verantwortlichen Elektrofachkraft für Arbeiten an Bussen mit HV-Systemen (HV-Bus -vEfk)

**Grundlagen der Bestellung:**

- DIN VDE 1000-10
- DIN VDE 0105-100
- DGUV Regel 103-011
- DGUV Information 200-005
- DGUV Vorschrift 3
- §§ 3, 13 ArbSchG
- BetrSichV
- §§ 15, 209 SGB VII
- § 9 OWiG
- §§ 2, 13 DGUV Vorschrift 1

Herr/Frau

werden in seiner/ihrer Funktion als verantwortliche Elektrofachkraft (vEfk) die der Unternehmensleitung hinsichtlich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes obliegenden Pflichten für elektrotechnische Arbeiten übertragen, in eigener Verantwortung die Aufgaben der vEfk für folgende Betriebsteile/Betriebsbereiche

der Firma

wahrzunehmen.

**Dies beinhaltet folgende Verantwortlichkeiten:**

- Treffen von Anordnungen und Maßnahmen, um das Arbeiten an HV-Komponenten und -Fahrzeugen entsprechend der einschlägigen elektrotechnischen Vorschriften und Normen insbesondere der DGUV Information 200-005, DGUV Vorschrift 3 und der DIN VDE 0105-100 sicherzustellen.
- Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen und Veranlassen der daraus resultierenden Maßnahmen.
- Kontrollieren von Arbeitsabläufen durch Stichproben oder Erfolgskontrollen.

Zu den übertragenen Pflichten für die oben angegebenen Betriebsteile/Betriebsbereiche gehören:

- Auswahl der Elektrofachkräfte für die anstehenden Arbeiten, insbesondere für das Arbeiten unter Spannung nach DGUV Regel 103-011 und DIN VDE 0105-100.
- Organisation und Durchführung notwendiger Unterweisungen.
- Festlegen der zu verwendenden PSA, Werkzeuge und Hilfsmittel.

Bei der Erfüllung ihrer Aufgaben ist die verantwortliche Elektrofachkraft hinsichtlich der fachlichen Aufgaben weisungsfrei. Das Unternehmen stellt die Mittel, die für die Ausübung der oben genannten Verantwortlichkeit benötigt werden, zur Verfügung. Die jeweils fachlich erforderliche Weiterbildung wird ermöglicht.

Ort/Datum

Unterschrift Unternehmensleitung

Unterschrift des/der Verpflichteten

Anhang 8

Musterzertifikat für die Qualifizierung

[Logo der Ausbildungseinrichtung]

# ZERTIFIKAT

|            |     |                 |
|------------|-----|-----------------|
| Herr/Frau  |     |                 |
| geboren am |     |                 |
| hat vom    | bis | an der Schulung |

## Elektrotechnische Arbeiten an HV-Bussen im spannungsfreien Zustand „HV-Bus-AisZ“

**teilgenommen und die Prüfung mit Erfolg abgelegt.**

Durchgeführt wurde die Schulung HV-Bus 2b für Arbeiten an nicht HV-eigensicheren Bussen gemäß umseitig aufgeführter Qualifikationsmatrix. Die Qualifizierungsmaßnahme erfüllt die Anforderungen des VBG Fachwissen „Elektromobilität – Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen“ und der DGUV Information 200-005 an die Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit HV-Systemen sowie der DGUV Vorschrift 1, DGUV Vorschrift 3, DGUV Regel 103-011, DIN VDE 105-100, DIN VDE1000-10 und ECE Regel 100. Die praktischen Übungen umfassten das Freischalten, Überprüfen der Spannungsfreiheit, Isolationswiderstandsmessung und Messung des Potenzialausgleichs an dem Hochvolt-Bus der Marke XY.

| Lehrgangsinhalte   | UE |
|--|----|
| Elektrotechnische Grundlagen mit Messpraktikum                             | 10 |
| Neue Gefährdungen und Erste Hilfe  | 2  |
| Schutzmaßnahmen gegen elektrische Körperdurchströmung und Störlichtbogen   | 4  |
| Organisation von Sicherheit und Gesundheit bei elektrotechnischen Arbeiten | 4  |
| Mitarbeiterqualifikationen, Fach- und Führungsverantwortung                | 2  |
| Einsatz von HV-Systemen im Fahrzeug  | 18 |
| Praktische Übungen an Elektro-/Hybrid-Bussen                               | 8  |
| Gesamtumfang   | 48 |

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Ort/Datum         |                  |
| Fachliche Leitung | Lehrgangsleitung |
| Vorname Name      | Vorname Name     |

## Anhang 9

## Downloads auf [www.vbg.de](http://www.vbg.de)

Die Erläuterungen und die in diesem Leitfaden beschriebenen VBG-Handlungshilfen finden Sie auf der Webseite [www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) > Omnibusbetriebe > Arbeiten an Omnibussen mit Hochvoltssystemen.

**Dort stehen in der Rubrik „Leitfaden und Praxishilfen“ folgende Dokumente zum Download bereit:**

### **VBG-Fachwissen**

**„Elektromobilität – Arbeiten an Omnibussen mit Hochvoltssystemen“**

[www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) > Omnibusbetriebe >

Arbeiten an Omnibussen mit Hochvoltssystemen:

Filter: Praxishilfen „Fachinformation“

### **Arbeitshilfen zur Qualifizierung Beschäftigter**

[www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) > Omnibusbetriebe >

Arbeiten an Omnibussen mit Hochvoltssystemen:

Filter: Praxishilfen „Organisationshilfe“

- Flussdiagramme
  - Flussdiagramm zur Ermittlung der notwendigen Qualifikationen der Mitarbeiter
  - Flussdiagramm zur Ermittlung der Qualifizierungsmaßnahme für Arbeiten im spannungsfreien Zustand (HV-Bus-Efk-AisZ)
  - Flussdiagramm zur Ermittlung der Qualifizierungsmaßnahme für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung (HV-Bus-Efk-AuS)
- Qualifikationsmatrix
- Qualifizierungsmaßnahmen HV-Bus 1 bis HV-Bus 4
- Schulungsinhalte der Lehreinheiten
- Inhalte der Eingangsprüfung „Elektrotechnische Grundkenntnisse“
- Muster-Bestellkunde zur Beauftragung einer verantwortlichen Elektrofachkraft (HV-Bus-vEfk)
- Musterzertifikat für die Qualifizierung

### **Muster-Unterweisungen**

(an die betrieblichen Gegebenheiten anzupassen)

[www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) > Omnibusbetriebe >

Arbeiten an Omnibussen mit Hochvoltssystemen:

Filter: Praxishilfen „Unterweisung“

- Foliensatz Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 0a: Sensibilisierung Reinigungspersonal
- Foliensatz Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 0b: Sensibilisierung Fahrpersonal
- Foliensatz Qualifizierungsmaßnahme HV-Bus 1: Unterweisung zur EuP

### **Muster-Checklisten**

[www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) › Omnibusbetriebe ›

Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen:

Filter: Praxishilfen „Checklisten“

- Checkliste zur Erteilung der Berechtigung für Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung
- Eigencheck Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung und für Arbeiten im spannungsfreien Zustand
- Checkliste zur Außerbetriebnahme eines HV-Systems
- Checkliste zur Inbetriebnahme eines HV-Systems

### **Muster-Gefährdungsbeurteilungen**

(an die betrieblichen Gegebenheiten anzupassen)

[www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) › Omnibusbetriebe ›

Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen:

Filter: Praxishilfen „Gefährdungsbeurteilung“

- Organisation des Werkstattbetriebs
- Arbeiten auf dem Dacharbeitsstand (mobil+stationär)
- Arbeiten am HV-Energiespeicher auf dem Dach
- Arbeiten an HV-Leistungselektronik und HV-Leitungssatz
- Arbeiten am HV-Traktionsantrieb
- Arbeiten an der HV-Heizung
- Arbeiten an der HV-Klimaanlage
- Arbeiten mit der mobilen HV-Ladestation

### **Muster-Betriebsanweisungen**

(an die betrieblichen Gegebenheiten anzupassen)

[www.vbg.de/elektromobilitaet](http://www.vbg.de/elektromobilitaet) › Omnibusbetriebe ›

Arbeiten an Omnibussen mit Hochvolt-Systemen:

Filter: Praxishilfen „Betriebsanweisung“

- Arbeiten dem Dacharbeitsstand
- Arbeiten an HV-Bussen und HV-Komponenten
- Arbeiten an HV-Bussen, die das HV-System nicht betreffen
- Arbeiten im spannungsfreien Zustand an Bussen mit HV-Systemen
- Fehlersuche und Prüfarbeiten unter Spannung an Bussen mit HV-System
- Freischalten von HV-Systemen
- Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien





Herausgeber:

[www.vbg.de](http://www.vbg.de)

Deelbögenkamp 4  
22297 Hamburg  
Postanschrift: 22281 Hamburg  
Artikelnummer: 48-05-5496-5

Realisation:  
Jedermann Verlag  
Mittelgewannweg 15, 69123 Heidelberg  
[www.jedermann.de](http://www.jedermann.de)

Fotos: Bogestra, DVB, FFG Hamburg, Jenaer Verkehrsbetriebe, VBG

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung der VBG

Version 2.0/2016-10  
Druck: 2017-01/Auflage: 1.500

Der Bezug dieser Informationsschrift ist für Mitgliedsunternehmen der VBG im Mitgliedsbeitrag enthalten.

# Wir sind für Sie da!

**Kundendialog der VBG:** 040 5146-2940

**Notfall-Hotline für Beschäftigte im Auslandseinsatz:**

+49 40 5146-7171

**Service-Hotline für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:**

0180 5 8247728 (0,14 €/Min. aus dem Festnetz, Mobilfunk max. 0,42 €/Min.)

## Für Sie vor Ort – die VBG-Bezirksverwaltungen:

### Bergisch Gladbach

Kölner Straße 20  
51429 Bergisch Gladbach  
Tel.: 02204 407-0 • Fax: 02204 1639  
E-Mail: BV.BergischGladbach@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 02204 407-165

### Berlin

Markgrafenstraße 18 • 10969 Berlin  
Tel.: 030 77003-0 • Fax: 030 7741319  
E-Mail: BV.Berlin@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 030 77003-109

### Bielefeld

Nikolaus-Dürkopp-Straße 8  
33602 Bielefeld  
Tel.: 0521 5801-0 • Fax: 0521 61284  
E-Mail: BV.Bielefeld@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0521 5801-165

### Dresden

Wiener Platz 6 • 01069 Dresden  
Tel.: 0351 8145-0 • Fax: 0351 8145-109  
E-Mail: BV.Dresden@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0351 8145-167

### Duisburg

Wintgensstraße 27 • 47058 Duisburg  
Tel.: 0203 3487-0 • Fax: 0203 2809005  
E-Mail: BV.Duisburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0203 3487-106

### Erfurt

Koenbergstraße 1 • 99084 Erfurt  
Tel.: 0361 2236-0 • Fax: 0361 2253466  
E-Mail: BV.Erfurt@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0361 2236-439

### Hamburg

Sachsenstraße 18 • 20097 Hamburg  
Tel.: 040 23656-0 • Fax: 040 2369439  
E-Mail: BV.Hamburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 040 23656-165

### Ludwigsburg

Martin-Luther-Straße 79  
71636 Ludwigsburg  
Tel.: 07141 919-0 • Fax: 07141 902319  
E-Mail: BV.Ludwigsburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 07141 919-354

### Mainz

Isaac-Fulda-Allee 3 • 55124 Mainz  
Tel.: 06131 389-0 • Fax: 06131 371044  
E-Mail: BV.Mainz@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 06131 389-180

### München

Barthstraße 20 • 80339 München  
Tel.: 089 50095-0 • Fax: 089 50095-111  
E-Mail: BV.Muenchen@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 089 50095-165

### Würzburg

Riemenschneiderstraße 2  
97072 Würzburg  
Tel.: 0931 7943-0 • Fax: 0931 7842-200  
E-Mail: BV.Wuerzburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0931 7943-407

## VBG-Akademien für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

### Akademie Dresden

Königsbrücker Landstraße 4c  
01109 Dresden  
Tel.: 0351 88923-0 • Fax: 0351 88349-34  
E-Mail: Akademie.Dresden@vbg.de  
Hotel-Tel.: 0351 457-3000

### Akademie Gevelinghausen

Schloßstraße 1 • 59939 Olsberg  
Tel.: 02904 9716-0 • Fax: 02904 9716-30  
E-Mail: Akademie.Olsberg@vbg.de  
Hotel-Tel.: 02904 803-0

### Akademie Lautrach

Schloßstraße 1 • 87763 Lautrach  
Tel.: 08394 92613 • Fax: 08394 1689  
E-Mail: Akademie.Lautrach@vbg.de  
Hotel-Tel.: 08394 910-0

### Akademie Maiz

Isaac-Fulda-Allee 3 • 55124 Mainz  
Tel.: 06131 389-380 • Fax: 06131 389-389  
E-Mail: Akademie.Mainz@vbg.de

### Akademie Storkau

Im Park 1 • 39590 Tangermünde/OT Storkau  
Tel.: 039321 531-0 • Fax: 039321 531-23  
E-Mail: Akademie.Storkau@vbg.de  
Hotel-Tel.: 039321 521-0

### Akademie Untermerzbach

ca. 32 km nördlich von Bamberg  
Schlossweg 2, 96190 Untermerzbach  
Tel.: 09533 7194-0 • Fax: 09533 7194-499  
E-Mail: Akademie.Untermerzbach@vbg.de  
Hotel-Tel.: 09533 7194-100



## Seminarbuchungen:

online: [www.vbg.de/seminare](http://www.vbg.de/seminare)

telefonisch in Ihrer VBG-Bezirksverwaltung

## Bei Beitragsfragen:

telefonisch: 040 5146-2940

E-Mail: [kundendialog@vbg.de](mailto:kundendialog@vbg.de)

## VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung

Massaquoipassage 1 • 22305 Hamburg

Tel.: 040 5146-0 • Fax: 040 5146-2146

E-Mail: [kundendialog@vbg.de](mailto:kundendialog@vbg.de)

[www.vbg.de](http://www.vbg.de)

So finden Sie Ihre VBG-Bezirksverwaltung:

[www.vbg.de/standorte](http://www.vbg.de/standorte) aufrufen und die Postleitzahl Ihres Unternehmens eingeben.

[www.vbg.de](http://www.vbg.de)