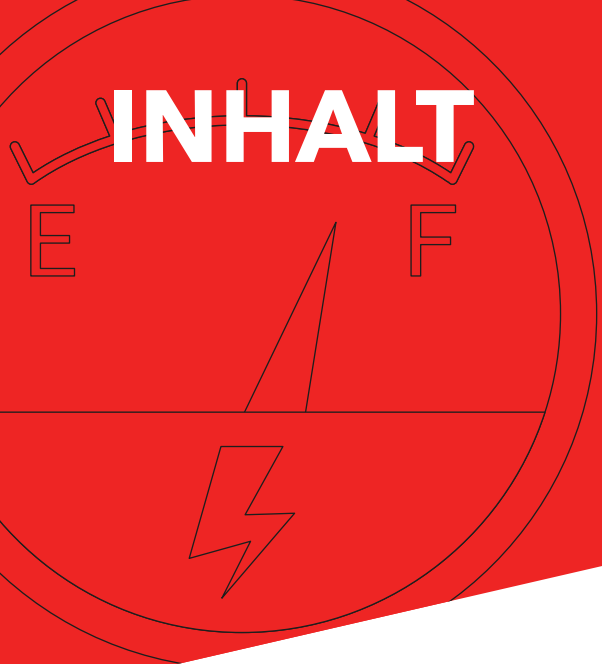




SICHERES ARBEITEN IN DER ELEKTROMOBILITÄT (KFZ-WERKSTATT)

FÜNF SCHRITTE ZUM SICHEREN ARBEITEN AM E-FAHRZEUG

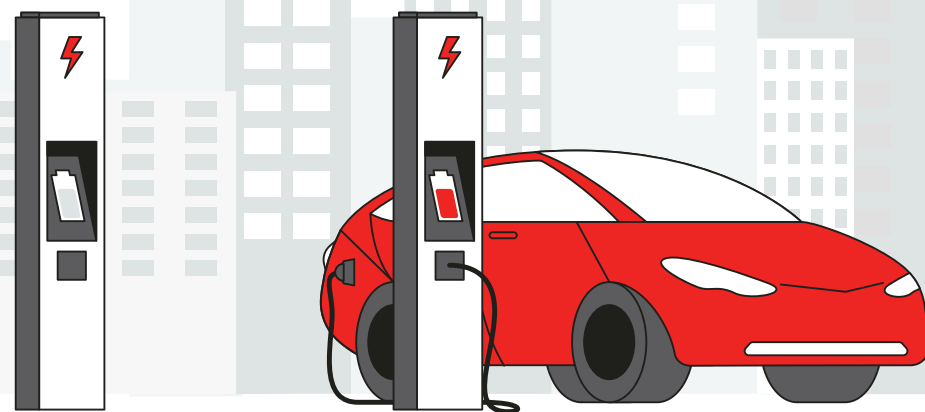


Ausgangslage

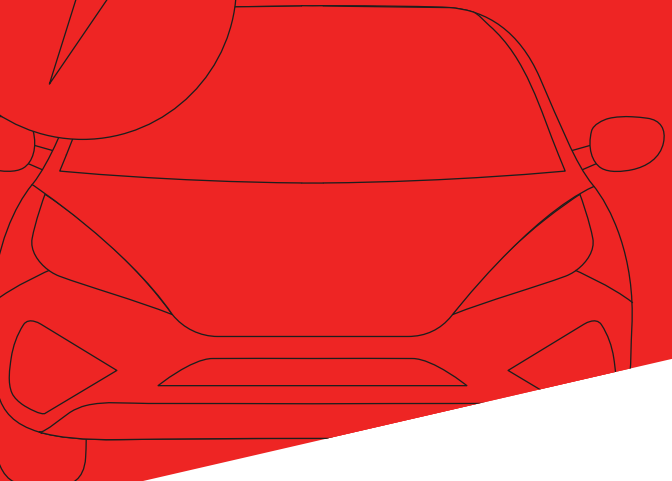
Umsetzung

1. DURCHFÜHRUNG EINER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG
2. IDENTIFIZIERUNG DES ARBEITSVERFAHRENS
3. FESTLEGUNG DES ARBEITSAUFTRAGES
4. BEREITSTELLUNG DER NOTWENDIGEN ARBEITSMITTEL UND SCHUTZAUSRÜSTUNGEN
5. UMSETZUNG DES ARBEITSAUFTRAGES

Fazit



AUSGANGSLAGE



Vollelektrisch oder als plug-in-hybrid betriebene Fahrzeuge werden immer beliebter. Der Bestand an Elektroautos auf deutschen Straßen umfasste Anfang 2022 knapp 2,3 Millionen Fahrzeuge - Tendenz steigend. Fast 50 Prozent der Neuzulassungen im Jahr 2022 waren elektrische oder teilelektrische Fahrzeuge¹.

Dieser Wandel wurde durch einen EU-Beschluss, der ein Verkaufsverbot für neue Benzin- und Dieselfahrzeuge ab 2035 vorsieht, befeuert. Die Folge: weitreichende Konsequenzen für Kfz-Werkstätten. In Deutschland gibt es rund 14.500 Marken- und 22.100 freie Werkstätten.

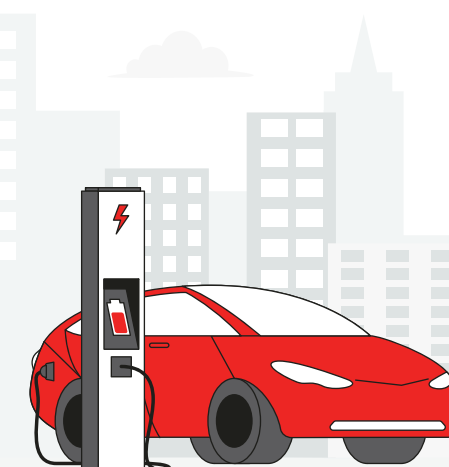
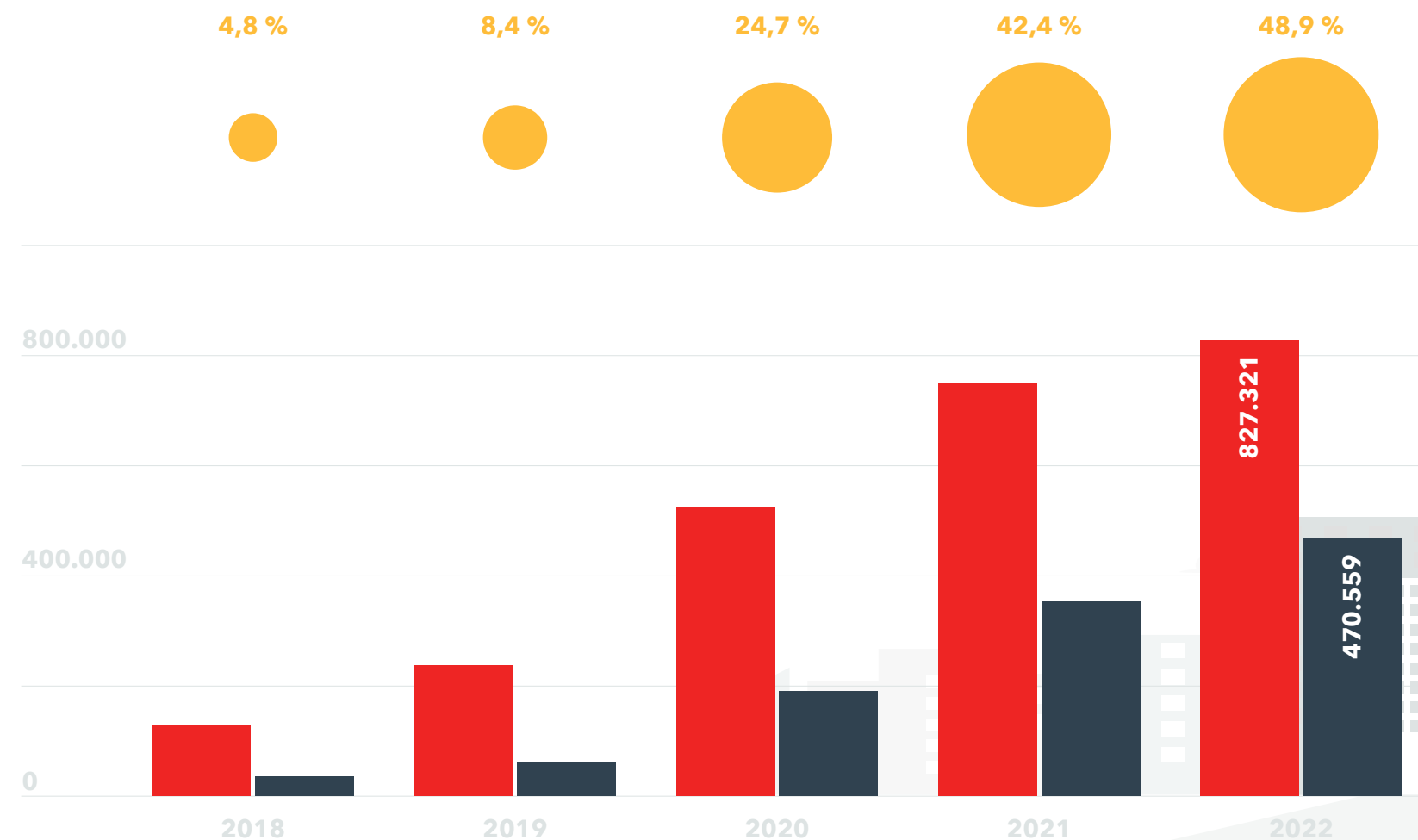
Diese sehen sich bereits heute - und künftig noch stärker - mit der neuen Hochvolttechnologie (HV) konfrontiert. Wer den Anschluss nicht verlieren will, muss umrüsten - sowohl die Qualifikation der Mitarbeiter betreffend als auch hinsichtlich der Werkstattausrüstung. Vielerorts besteht Nachholbedarf. Das ist auch zu erkennen, dass von den circa 211.000 Mitarbeitenden in den Kfz-Werkstätten lediglich rund 15.000 Kolleginnen und Kollegen für HV-Arbeiten fachlich ausgebildet und qualifiziert sind. Eine Umfrage der Initiative „Qualität ist Mehrwert“ zeigt indes, dass die Fachbetriebe dies bereits erkannt haben. Über 60 Prozent² der befragten Kfz-Werkstätten wollen in den kommenden Jahren sowohl in Ausstattung als auch Qualifizierung investieren.

Neuzulassungen von Hybrid- und Elektroautos in Deutschland

■ Hybrid

■ Elektro

● Anteil Hybrid/Elektro an allen Neuzulassungen



UMSETZUNG

1. Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung

Bei Arbeiten an Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, die eine Batteriespannung von 12 V aufweisen, war bislang keine elektrische Gefährdung gegeben. In diesem Kontext spricht die Fachwelt von Schutz- oder Funktionskleinspannung (DIN VDE 0100-410)³. Mit dem Einzug der HV-Technologie hat sich das grundlegend geändert. Kurz zur Erläuterung: HV ist ein Begriff aus der Fahrzeugtechnik. Ab 60 V DC bis 1500 V DC ist von HV die Rede.

Durch das direkte Berühren spannungsführender Teile kann es bei Arbeiten an HV-Technologie, abhängig vom Körperwiderstand, zu gefährlichen Körperdurchströmungen kommen. Als besonders gefährlich gelten bereits Stromstärken von 10 mA⁴.

Neben Körperdurchströmungen kann auch das Überbrücken zweier Potentiale - zum Beispiel durch herabfallendes Werkzeug im HV-Batterieblock - einen Störlichtbogen entstehen lassen. Je nach Energie und Dauer des Störlichtbogenstroms können schwere Verletzungen die Folge sein. Sekundärunfälle durch Stürze nach dem Berühren spannungsführender Teile oder durch das Wegschleudern beweglicher Teile sind ebenfalls potentielle Gefahrenquellen.

Strom riecht nicht, ist geschmacklos, unsichtbar und geräuschlos. Unsere Sinnesorgane nehmen die Gefahren des elektrischen Stroms nicht wahr. Umso wichtiger ist es, die möglichen Gefährdungen zu (er)kennen, zu analysieren und die daraus notwendigen Schlüsse zu ziehen. Bestenfalls sollten die Gefährdungen mithilfe technischer und organisatorischer Maßnahmen ausgeschlossen werden. Auch persönliche Schutzmaßnahmen können die Risiken auf ein Minimum reduzieren.

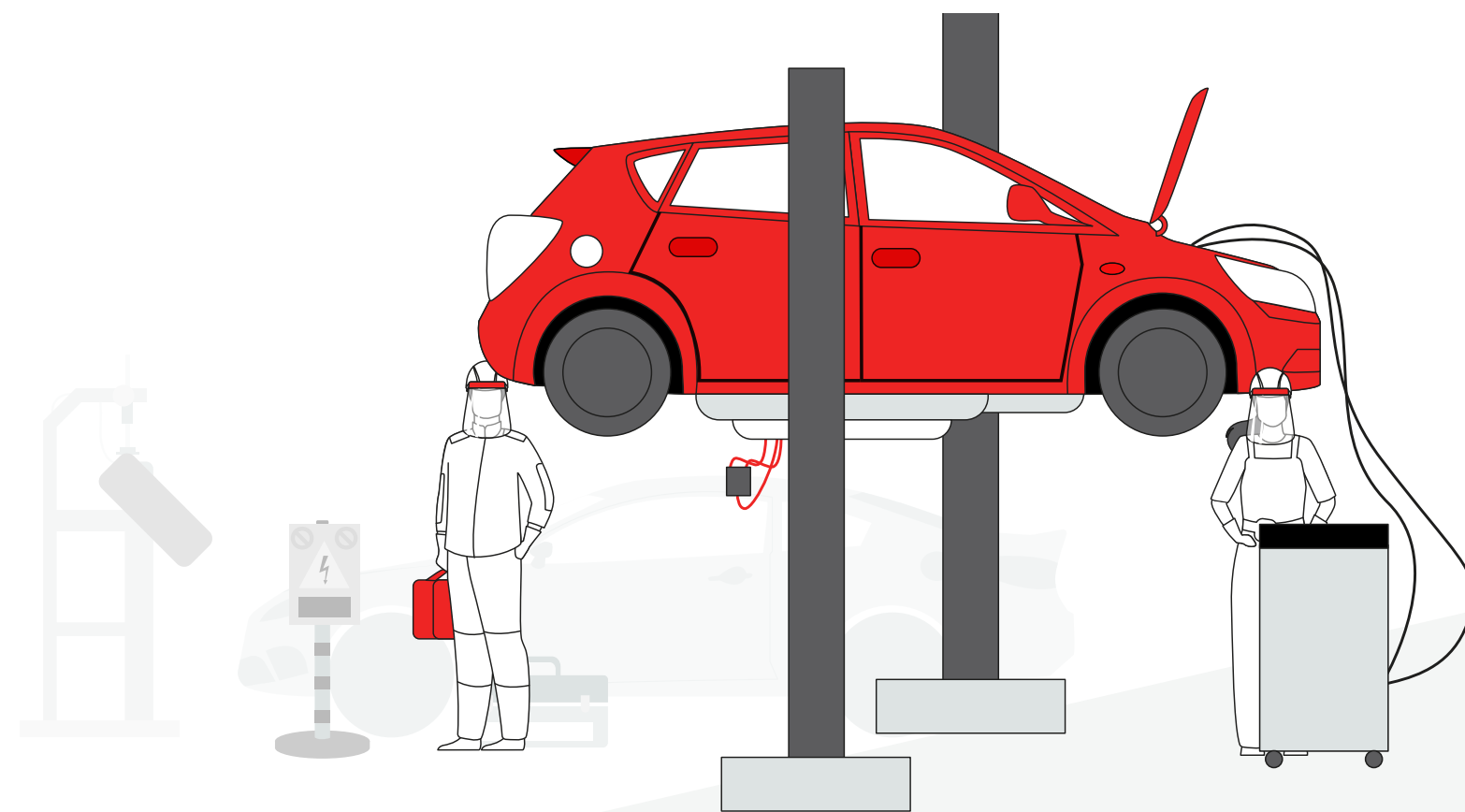
Der erste Schritt hin zum sicheren Arbeiten an HV-Technologie in E-Fahrzeugen ist für Kfz-Werkstätten die qualifizierte Gefährdungsbeurteilung. Laut § 5 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG)⁵ ist der Arbeitgeber dazu verpflichtet, eine Beurteilung durchzuführen. Das Ergebnis und die daraus resultierenden Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten sind zu dokumentieren (§ 6 des ArbSchG). Eine Gefährdungsbeurteilung beinhaltet nach DGUV Information 209-093⁶ die folgenden Punkte:

- die systematische Feststellung und Bewertung von relevanten Gefährdungen,
- das Ableiten entsprechender Maßnahmen, und
- die Kontrolle der Wirksamkeit der festgelegten Maßnahmen.

BEISPIEL:

WARTUNG / REPARATUR EINES E-FAHRZEUGES

Die Gefährdungsbeurteilung bildet den Kern des sicheren Arbeitens am E-Fahrzeug. Dem Auftrag entsprechend wird zuerst das Arbeitsverfahren festgelegt. Dabei gibt es große Unterschiede - zum Beispiel, wenn es um einen Reifenwechsel oder eine Isolationsmessung an der HV-Batterie geht. Die Auswahl der Fachkraft erfolgt dann entsprechend des auszuführenden Arbeitsauftrages. Ebenso muss der Arbeitsplatz in der Kfz-Werkstatt für die auszuführenden Arbeiten ausgestattet sein. Zum Beispiel sind geprüfte Arbeits- und Schutzmittel zwingend erforderlich. All diese Aspekte münden in der erwähnten Gefährdungsbeurteilung, die der Arbeitgeber selbst oder mithilfe eines Fachmanns durchführt.



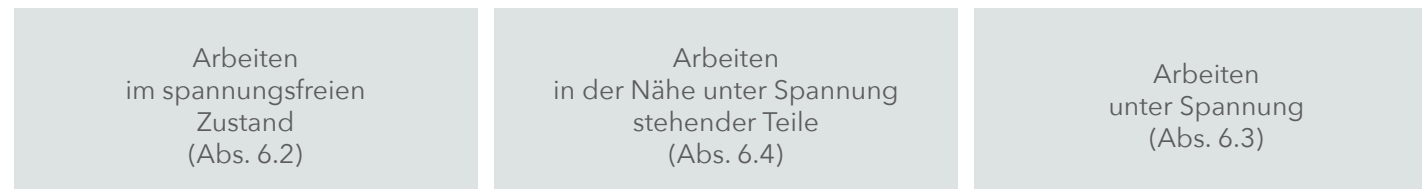
UMSETZUNG

2. Identifizierung des Arbeitsverfahrens

Zum Schutz der Beschäftigten ist es unerlässlich, Körperdurchströmungen und Störlichtbögen zu vermeiden. Im einfachsten Fall ist die Energiequelle (Batterieblock) von der Arbeitsstelle allpolig zu trennen und zu sichern. Das daraus abgeleitete Arbeitsverfahren, „Arbeiten nach den fünf Sicherheitsregeln“, ist bei Arbeiten an elektrischen Anlagen allgemein anerkannt. Es wird in der Norm VDE 01057 beschrieben. Man spricht dabei von Arbeiten im spannungsfreien Zustand oder in der Nähe unter Spannung stehender Teile.

Wenn allerdings direkt am Batterieblock Arbeiten ausgeführt werden müssen, ist es unumgänglich, unter Spannung zu arbeiten. Diese Arbeitsmethode ist mit zusätzlichen Maßnahmen verknüpft.

Grundsätzlich wird also zwischen „Arbeiten im spannungsfreien Zustand“, „Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile“ und „Arbeiten unter Spannung“ unterschieden.



Stehen in der Norm gleichwertig gegenüber

Bieten Schutz vor elektrischem Schlag und Störlichtbogen

3. Festlegung des Arbeitsauftrages

Der Arbeitsauftrag ist wesentlich für das sichere Arbeiten am E-Fahrzeug. Denn von ihm hängt die Wahl des Arbeitsverfahrens, die Qualifikation des oder der Arbeitsausführenden und die dafür benötigten Arbeitsmittel und Schutzausrüstungen ab. Die folgenden Beispiele zeigen, worauf zu achten ist:

BEISPIEL A: WECHSEL DER SCHEIBENWISCHERBLÄTTER

Grundsätzlich sollte jede Person – so auch der Fahrzeugnutzer – wissen, dass beim Bedienen eines E-Fahrzeugs Besonderheiten zu beachten sind. Die Person (auch der Fahrer oder die Fahrerin) muss sensibilisiert sein. Dies wird in der DGUV-I 209-093 mit der Stufe S beschrieben. Zurück zum Wechsel der Scheibenwischerblätter: Der Austausch kann von auf HV-

Technologie in E-Fahrzeugen sensibilisierten Personen vorgenommen werden.

BEISPIEL B: ÖLWECHSEL

Dieser Arbeitsauftrag macht es notwendig, die Motorhaube zu öffnen und unter Umständen Arbeiten in der Nähe von HV-Komponenten durchzuführen. Hier muss der oder die Arbeitsausführende mindestens eine fachkundig unterwiesene Person (FuP) sein. Die DGUV-I 209-093 beschreibt das mit der Qualifikationsstufe 1S. Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung muss gegebenenfalls Schutzkleidung getragen werden. Fachkundig unterwiesene Personen werden von fachkundigen Personen (FHV) zu Gefährdungen, Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln aufgeklärt. Diese Unterweisung muss dokumentiert werden.



BEISPIEL C: MESSEN VON ISOLATIONSWIDERSTÄNDEN

Dieser Arbeitsauftrag wird an spannungsfreien HV-Systemen unter Einhaltung der „Fünf Sicherheitsregeln“ durchgeführt. Dafür ist eine Qualifikation zur FHV notwendig. Je nach Kenntnisstand ist dafür eine zusätzliche Ausbildung



erforderlich. Durch regelmäßige Schulungen werden bleiben alle Informationen für diese Qualifikation aktuell. In der DGUV-I 209-093 wird detailliert auf die Qualifizierungsinhalte sowie auf zeitliche Umfänge zur Erlangung der Qualifizierung eingegangen. FHV sind in der Stufe 2S eingruppiert.

Die FHV führt vor dem eigentlichen Arbeitsauftrag die Maßnahmen entsprechend der „Fünf Sicherheitsregeln“ durch.

ZUERST SCHALTET DIE FHV DAS HV-SYSTEM FREI:

- Zündung ausschalten
- Betriebs-/Wartungsstecker oder Batterieauptschalter ausschalten
- Sicherungen ziehen
- 12V-Bordnetzbatterie abklemmen
- Trennen vom stationären Netz (zum Beispiel Ladestecker)

DANN SICHERT DIE FHV DAS HV-SYSTEM GEGEN WIEDEREINSCHALTEN AB:

- Zündschlüssel abziehen und vor unbefugtem Zugriff sichern
- Service-/Wartungsstecker vor unbefugtem Zugriff sichern oder Batterieauptschalter gegen Wiedereinschalten sichern
- Weitere interne Vorgaben des Herstellers beachten

ES FOLGT DAS FESTSTELLEN DER SPANNUNGSFREIHEIT:

- Prüfen des spannungslosen Zustands mit einem geeigneten Prüfgerät (zum Beispiel zweipoliger Spannungsprüfer)
- Restladungen sind möglich und zu beachten

ERDEN UND KURZSCHLIESSEN IST IN DER REGEL NICHT NOTWENDIG, DA:

- Fahrzeuge in der Regel gegen Erdpotential isoliert sind
- eine Erdung die Gefahr in diesem Fall nicht vermindert
- Energiespeicher nicht kurzgeschlossen werden dürfen
- Dennoch sind die fahrzeugspezifischen Angaben des Herstellers unbedingt zu beachten!

DIE FHV DECKT UND / ODER SCHRANKT BENACHBARTE UNTER SPANNUNG STEHENDE TEILE AB:

- Können spannungsführende Teile im Nahbereich des Arbeitsplatzes nicht abgeschaltet werden (zum Beispiel bei der Fehlersuche), müssen berührbare Teile abgedeckt werden – wie etwas mit Abdeckmaterial nach EN 61112.

UMSETZUNG

BEISPIEL D: HOCHSPANNUNGSPRÜFUNG AM ENERGIESPEICHER (BATTERIEBLOCK)

Eine Qualifikation als FHV allein reicht für diese Arbeit nicht mehr aus. Als fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen, Stufe 3S, sind zusätzliche Voraussetzungen zu erlangen und nachzuweisen. Das beinhaltet auch eine Erste-Hilfe-Ausbildung einschließlich Herz-Lungen-Wiederbelebung. Zusätzliche Qualifizierungsinhalte werden in der DGUV-I 209-093 beschrieben. Besonders wichtig ist der folgende Absatz aus der DGUV-I 209-093:

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

4. Bereitstellung der notwendigen Arbeitsmittel und Schutzausrüstungen

Mit der HV-Technologie müssen Arbeitsplätze in Kfz-Werkstätten modifiziert oder sogar neu eingerichtet werden. Gemäß der DGUV-Vorschrift 1⁸ ist der Unternehmer nach § 12 verpflichtet, einschlägige staatliche Vorschriften und Regeln an geeigneter Stelle zugäng-

lich zu machen. So sollten zum Beispiel in elektrischen Betriebsräumen entsprechende Informationen ausgehängt werden. Das gilt nun ebenfalls für Kfz-Werkstätten.

Bevor der vorgesehene Arbeitsauftrag umgesetzt werden kann, müssen die erforderlichen Arbeitsmittel und Schutzausrüstungen gemäß den potenziellen Gefährdungen und dem festgelegten Arbeitsverfahren bereitgestellt werden. HV-Fahrzeuge, an denen Arbeiten durchgeführt werden, müssen vor unbefugtem Betreten geschützt werden. Zu diesem Zweck werden solche Bereiche beispielsweise durch Absperrketten abgegrenzt und mit Warnschildern versehen. Der Zutritt zu diesem Bereich und die Ausführung des Arbeitsauftrags sind ausschließlich qualifiziertem Personal gestattet. Die Bereitstellung von Arbeitsmitteln wie isolierendem Werkzeug, Isoliermatten, Spannungsprüfern sowie zusätzlichen Warnschildern und Absperrvorrichtungen erfolgt entsprechend der Gefährdungsbewertung, der angewendeten Arbeitsmethode und dem spezifischen Arbeitsauftrag.

Wird darüber hinaus nach den „Fünf Sicherheitsregeln“ oder sogar unter Spannung gearbeitet, so ist eine persönliche Schutzausrüstung erforderlich (Sicherheitsschuhe, spezifische Handschuhe und Arbeitskleidung, Schutzvisier). Werden spannungsführende Teile direkt berührt, sollten isolierende Schutzhandschuhe getragen werden. In der Regel reicht ein „einfacher Blaumann“ dafür nicht mehr aus. Nach dem neuesten Stand der Technik wird heute störlichtbogengeprüfte Schutzkleidung getragen.



5. Umsetzung des Arbeitsauftrages

Die Gefährdungen wurden beurteilt, das Arbeitsverfahren in Abhängigkeit des Arbeitsauftrages gewählt, das Arbeitsteam ist qualifiziert und Arbeitsmittel wie Schutzausrüstungen liegen bereit: Nun geht es an die Umsetzung des Arbeitsauftrags.

Aber noch eines vorab: Wichtig ist, dass sowohl Arbeitsmittel als auch Schutzausrüstung vorher geprüft sind. Arbeitsmittel unterliegen dabei einer wiederkehrenden Prüfung (Betriebssicherheitsverordnung § 14⁹: Werkzeuge und Schutzausrüstungen sind vor jeder Benutzung auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel sowie auf einwandfreie Funktion zu prüfen. Bei isolierender Schutzkleidung gibt es darüber hinaus Prüf Fristen zur Einhaltung der in den elektrotechnischen Regeln vorgege-

benen Grenzwerten. Die Prüf Fristen sind in §5 der DGUV Vorschrift 3 aufgelistet¹⁰. Der beschriebene Prozess unterliegt der Dokumentation und muss immer wieder hinterfragt und angepasst werden.

Neben dem Arbeitgeber müssen bei der Umsetzung des Arbeitsauftrages auch die Beschäftigten ihren Pflichten nachkommen. Verankert ist das in § 15 des Arbeitsschutzgesetzes. Entsprechend den Anweisungen aus der vorangegangenen Einweisung liegt es in der Verantwortung der ausführenden Mitarbeitenden, während ihrer Tätigkeit für ihre Sicherheit und Gesundheit zu sorgen. Hierbei ist von entscheidender Bedeutung, dass die eingesetzten Arbeitsmittel sowie die bereitgestellte Schutzausrüstung in Übereinstimmung mit ihrer vorgesehenen Verwendung genutzt werden.

Der Anteil an E-Fahrzeugen im HV-Bereich nimmt auf Deutschlands Straßen stetig zu. Die E-Mobilität und die dazugehörige Ladeinfrastruktur bringen für das Arbeiten an Elektrofahrzeugen eine Reihe von Neuerungen mit sich. Von Forschung und Entwicklung über Fertigung und Ladeinfrastruktur bis hin zum Service, der Pannenhilfe, Bergung und zu guter Letzt dem Recyceln, sind wir in allen Bereichen damit konfrontiert. Besonders das Arbeiten an „den rollenden elektrotechnischen Anlagen“ verlangt neben der fachlichen Qualifikation den Einsatz der richtig ausgewählten Schutzkleidung und die dafür geeigneten Arbeitsmittel (Werkzeuge, Absperrungen, Warnschilder, etc.).

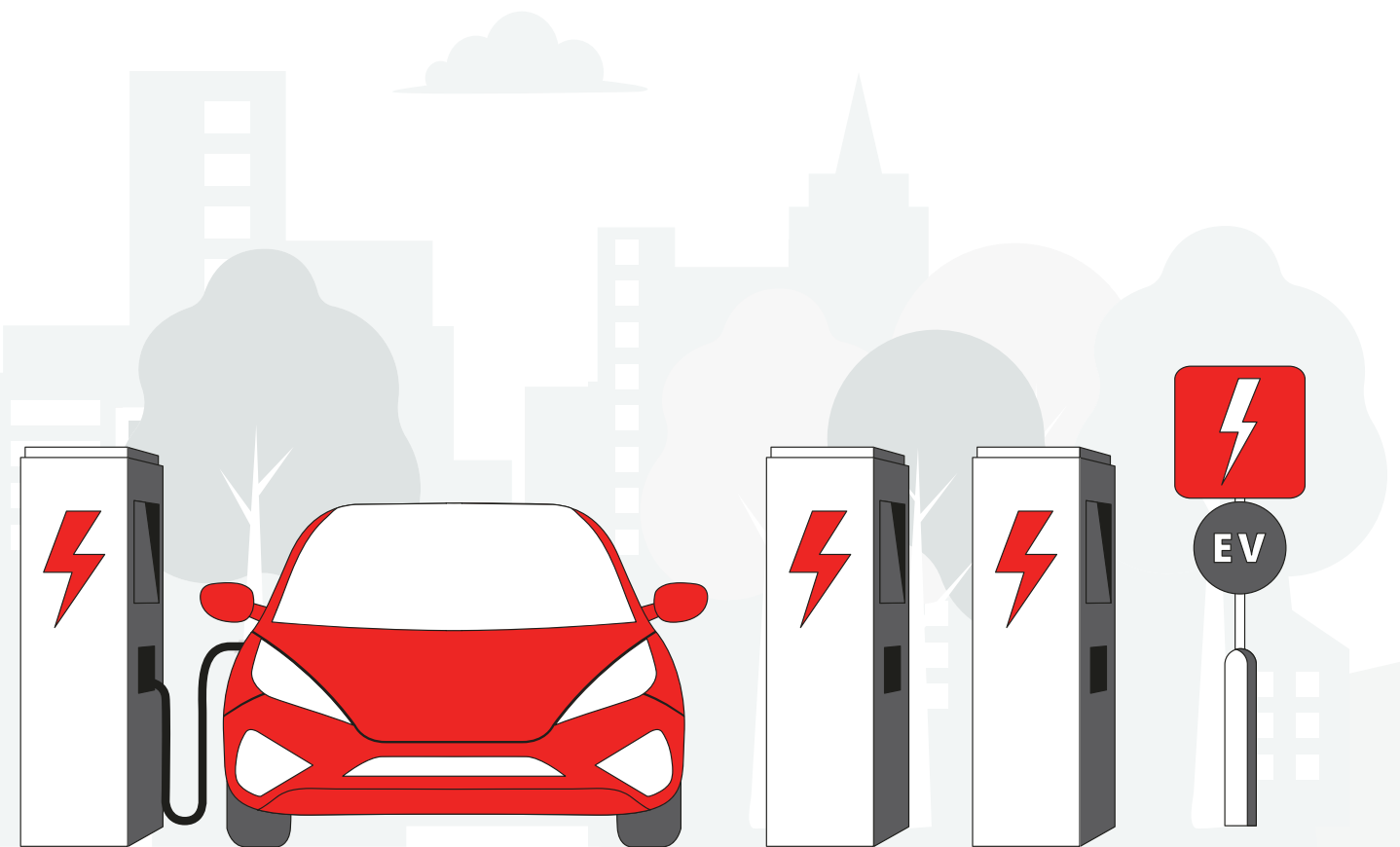
Die HV-Technologie in Elektrofahrzeugen setzt hohe Sicherheitsstandards voraus. Dies betrifft die Arbeitsorganisation im gleichen Maße, wie die Anwendung von zertifizierten Sicherheitsprodukten. Während im Regelfall eine elektrische Schaltanlage einen festen Standort hat, wechselt der „Arbeitsplatz“ für das Elektroauto ständig. Der „HV-Arbeitsplatz“ ist daher bei Wartungs- oder Servicearbeiten vor Betreten von nicht qualifiziertem Personal immer durch Absperrmaßnahmen und Warnhinweisen zu schützen.

Beim Umgang mit Elektrofahrzeugen dienen neben den normativen Vorgaben zum Betrieb von elektrischen Anlagen, die Informationen DGUV-I 203-077 und DGUV-I 209-093 der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung als Vorlagen für die Gefährdungsbeurteilung, die Umsetzung der fachlichen Qualifikationen und zur Auswahl der geeigneten Schutzausrüstung.

Das Unternehmen DEHN begleitet mit jahrzehntelanger Erfahrung Kunden und Partner aus Industrie und Handwerk sowie normative Arbeitskreise, um das sichere Arbeiten an elektrischen Anlagen sicherzustellen und weiterzuentwickeln. Aus den vielen neuen Erkenntnissen sind im Austausch mit Praktikerinnen und Praktikern Seminare und Produkte entstanden, die das Wissen und das Sicherheitsbewusstsein während der Planung und Umsetzung von Arbeiten im elektrischen Umfeld vertiefen und steigern.

Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung werden zum Schutz des qualifizierten und mit der Arbeit am E-Fahrzeug beschäftigten Fachpersonals die dafür notwendigen Arbeitsmittel, Schutzausrüstungen definiert und verwendet. Das reicht von der individuellen Schutzausrüstung, über Werkzeuge, Abdeck-, Absperrmaterial bis hin zu Warnschildern und Prüfgeräten.

Das zentrale Ziel ist dabei klar: die Gesundheit und Unversehrtheit aller Personen im Umfeld der Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen zu garantieren. Als kompetenter Partner begleitet DEHN Sie bei der Gefährdungsbeurteilung bis hin zur richtigen Auswahl und Bereitstellung der sicherheitstechnischen Ausrüstung im elektrotechnischen Umfeld.



QUELLENANGABEN



- 1 <https://de.statista.com/infografik/2870/neuzulassungen-von-hybrid--und-elektroautos-in-deutschland/>
- 2 Umfrage der Initiative „Qualität ist Mehrwert : Ergebnisse zur Umfrage „Elektromobilität“: Die Branche ist geteilt - Qualität ist Mehrwert (qualitaet-ist-mehrwert.de)
- 3 DIN VDE 0100-410: 2018-10; Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag
- 4 VDE Schriftenreihe Band 48 E Arbeitsschutz in elektrischen Anlagen; Auflage 4; Kapitel 1.4 Gefahren und Wirkungen des elektrischen
- 5 Arbeitsschutzgesetz - Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG)
- 6 DGUV-I 209-093: DGUV-Information 209-093 Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV Information 209-093 zu Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen)
- 7 DIN VDE 0105-100 VDE 0105-100:2015-10 Betrieb von elektrischen Anlagen, Teil 100: Allgemeine Festlegungen
- 8 DGUV Vorschrift 1 - Grundsätze der Prävention
- 9 Betriebssicherheitsverordnung - Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV)
- 10 DGUV Vorschrift 1 - Grundsätze der Prävention



Überspannungsschutz
Blitzschutz/Erdung
Arbeitsschutz
DEHN protects.

DEHN SE
Hans-Dehn-Str.1
Postfach 1640
92306 Neumarkt, Germany
Tel +49 9181 906-0

Fax +49 9181 906-1100
info@dehn.de
www.dehn.de

Ihr Ansprechpartner:

Tobias Schuster
+49 9181 906-8045
+49 151 11792615
tobias.schuster@dehn.de