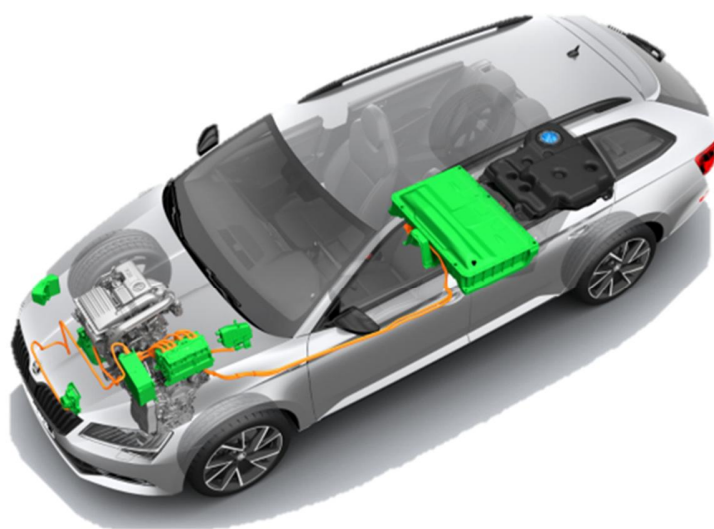




Grundlegende Informationen über Risiken und Massnahmen bei Hochspannungsfahrzeugen und – Systemen aus der Sicht des Arbeitsschutzes – allgemeiner, zum Kennenlernen der Risiken und Massnahmen durch die Mitarbeiter ŠKODA AUTO a.s., Mitarbeiter der Personalagenturen sowie durch die auf Werksgeländen ŠKODA AUTO Dienst leistenden Geschäftspartner bestimmter Teil.





ŠKODA

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Wirkungsbereich..... | 3 |
| 2 | Begriffe..... | 3 |
| 3 | Risikofaktoren | 5 |
| 3.1 | Elektrische Bedrohung | 5 |
| 3.1.1 | Fluss von Strom durch den menschlichen Körper..... | 5 |
| 3.1.2 | Risiko aus einem elektrischen Bogen..... | 6 |
| 3.2 | Chemische Bedrohung..... | 6 |
| 3.3 | Physikal – chemische Bedrohung (Brand- und Explosionsgefahr)..... | 6 |
| 3.4 | Bedrohung durch Temperatur..... | 7 |
| 3.5 | Magnetische Bedrohungen | 7 |
| 4 | Qualifikation..... | 7 |
| 5 | Schutzmassnahmen..... | 8 |
| 5.1 | Allgemeine technische Schutzmassnahmen..... | 8 |
| 5.2 | Organisatorische Schutzmassnahmen..... | 8 |
| 6 | Batteriensysteme | 9 |
| 7 | Verhalten im Fall einer Bedrohung | 9 |
| 7.1 | Unfall durch elektrischen Strom..... | 9 |
| 7.2 | Identifizierung eines beschädigten Hochspannungsbatteriensystems.. | 9 |
| 7.3 | Schutzmassnahmen im Falle eines beschädigten HS - Batteriensystem..... | 10 |
| 7.4 | Beschädigung von Hochspannungskomponenten..... | 10 |



ŠKODA

1 Wirkungsbereich

Die Informationen zum Arbeitsschutz beziehen sich auf alle Tätigkeiten mit verschiedenen Hochspannungssystemen (HS – Systemen). Darunter gehören unter anderem HS – Batteriensysteme, -Antriebe und Fahrzeuge. Die Tätigkeiten beziehen ausser der direkten Arbeiten an HS – Systemen auch „Nebentätigkeiten“, wie z.B. Montage und Wechsel von HS – Komponenten im Rahmen der Fertigung, Lagerung, Transport und Logistiktätigkeiten im Rahmen des Werkes ein.

2 Begriffe

Elektrisches Fahrzeug

Ein von Traktionselektromotor getriebenes Fahrzeug. Die Energiequelle ist gewöhnlich ein Batteriesystem. Hat das Fahrzeug eine zusätzliche Antriebsmöglichkeit, etwa ein Verbrennungsmotor, sprechen wir von einem Hybrid – Fahrzeug.

Hochspannung (HS)

Hochspannung (HS) ist eine Spannung höher als 30V beim Wechselstrom oder 60V beim Gleichstrom im Fahrzeug, welche insbesondere zum Antrieb genutzt wird.

HS-sicheres Fahrzeug

Ein HS-sicheres Fahrzeug ist dank technischen Massnahmen am Fahrzeug für die Mitarbeiter vollwertig abgesichert gegen eine Berührung sowie gegen einen elektrischen Bogen gegenüber dem HS- System des Fahrzeuges.

Nichtelektrische Arbeiten

Nichtelektrische Arbeiten sind Tätigkeiten an HS – Fahrzeugen und Systemen, die nicht direkt an HS-Komponenten oder in deren unmittelbarer Nähe durchgeführt werden (z.B. Arbeiten an der Karosserie, Montagearbeiten an Verkleidungen, Bedienung des Fahrzeuges).

Elektrische Arbeiten an HS - Systemen

Elektrische Arbeiten an HS – Systemen sind Tätigkeiten, die an, mit oder in innerhalb von einem Risikobereich des HS – Systems ausgeführt werden, z.B. Testen und Messen, Reparaturen, Wechseln, Installierungen oder Kontrollen.

Arbeiten an den HS – Systemen unter Spannung

Unter dem Begriff Arbeit unter Spannung an HS – Systemen wird jegliche Tätigkeit am HS – System des Fahrzeuges, bei der der Mitarbeiter entweder mit seinen Körperteilen oder mit Gegenständen (Werkzeugen, Geräten, der Ausrüstung oder Einrichtung) die Teile unter Spannung berührt, verstanden, oder sich um Tätigkeiten handelt, bei denen kein Spannungsfreier Stand des Fahrzeuges sichergestellt ist. Eine Arbeit unter Spannung ist auch Tätigkeit am Batteriesystem, bei dessen Anfertigung, Diagnostik und Reparaturen sein Schutzdeckel abgenommen ist.

Elektrisches Risiko

Um ein elektrisches Risiko bei der Arbeit mit HS-Systemen handelt es sich dann, wenn die Spannung zwischen den aktiven Teilen höher als 30 V beim Wechselstrom oder 60 V beim Gleichstrom ist und falls der Kurzschlussstrom im Arbeitspunkt den Wert 3 mA beim Wechselstrom oder 12 mA beim Gleichstrom überschreitet oder falls die Ladungsenergie höher als 350 mJ ist.

Informierte Mitarbeiter (gemäss § 3 Verordnung Nr. 50/1978 Sb.)

Informierte Mitarbeiter sind diejenigen, die durch die Organisation im Umfang deren Tätigkeit über Vorschriften und Handhabung der elektrischen Einrichtungen informiert worden und auf die mögliche Bedrohung durch diese Einrichtungen hingewiesen worden sind. Die Mitarbeiter kennen ihre Aufgaben und die erforderlichen Schutzmassnahmen sowie die erforderlichen Personenschutzmittel und Arbeitshilfen.

Unterwiesene Mitarbeiter (gemäss § 4 Verordnung Nr. 50/1978 Sb.)

Unterwiesene Mitarbeiter sind diejenigen, die durch die Organisation im Umfang ihrer Tätigkeit mit den Vorschriften für Tätigkeit an elektrischen Einrichtungen bekannt gemacht wurden, in dieser Tätigkeit geschult, auf die mögliche Bedrohung durch elektrische Einrichtungen hingewiesen und mit der Erste Hilfe – Leistung bei Verletzung durch den elektrischen Strom bekannt gemacht wurden. Diese Mitarbeiter dürfen wiederholte Tätigkeiten an Betriebseinrichtungen, die in der Betriebsanleitung beschrieben sind, ausüben.

Fachkundige Mitarbeiter, Mitarbeiter für eine selbstständige Tätigkeit, Mitarbeiter für Tätigkeitsleitung und Mitarbeiter für Leitung einer auf Auftragnehmerbasis geleisteten Tätigkeit sowie Mitarbeiter für Leitung des Betriebes (gemäss § 5, 6, 7 und 8 der Verordnung Nr. 50/1978 Sb.)

Die Mitarbeiter haben eine Fachbildung und sie haben eine Prüfung im durch diese Verordnung benötigten Umfang abgelegt. Diese Mitarbeiter sind aufgrund ihrer Qualifikation, Erfahrungen und Kenntnisse der jeweiligen Normen und Vorschriften in der Lage, die ihnen erteilten Aufgaben zu beurteilen sowie die möglichen Risiken zu beurteilen.

Qualifikation in Sonderfällen (gemäss § 11 Verordnung. 50/1978 Sb.)

Mitarbeiter von wissenschaftlichen, Forschungs- und Entwicklungsanstalten, die eine Hochschulbildung haben, im Rahmen des Studiums Prüfungen aus Elektrotechnik, Elektronik oder Physik oder eine Abschlussprüfung aus Elektrotechnik oder Atomphysik an einer Fachschule mit Abitur abgelegt haben und welche eine experimentale Arbeit an ausgegrenzten wissenschaftlichen, Forschungs- oder Entwicklungstätten ausüben, werden als Mitarbeiter für Sondertätigkeit betrachtet, falls sie nach der Unterweisung die von dieser Verordnung benötigte Prüfung abgelegt haben.

3 Risikofaktoren

3.1 Elektrische Bedrohung:

Kein Sinnesorgan warnt us, wenn wir in die Nähe der leitenden Teile unter Spannung kommen.

Die durch Elektrischen **Strom** verursachte Gefahr ist nicht der Mensch imstande wahrnehmen.



Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung

Der Mensch ist nicht in der Lage, den elektrischen Strom:

- spüren
- kosten
- tasten
- hören
- sehen

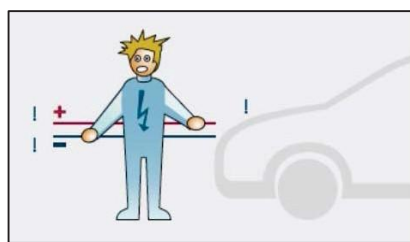
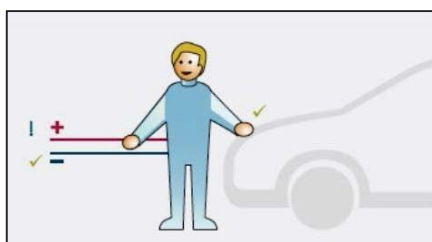
Bei den Fahrzeugen mit HS – Systemen sind Komponenten installiert, die mit einer höher als 30 V Wechselspannung oder 60V Gleichspannung betrieben werden. Komponenten in diesen Fahrzeugen brauchen eine grosse elektrische Leistung. Deshalb arbeiten die HS – Netze in Elektrofahrzeugen mit einer Lebensbedrohlichen Spannung.

Im Falle einer Berührung der sich unter Spannung befindenden HS – Komponenten kann zu einem Fluss des elektrischen Strom durch den menschlichen Körper kommen. Bereits beim Gleichstrom von ca. 30 mA kann es in Abhängigkeit von der Flusszeitlänge zu reversiblen Herzpulsstörungen kommen. Bei noch höheren Strömen, die durch den Körper fließen, kommt es auch zu schweren inneren Verbrennungen und es besteht die Gefahr einer Fibrillation der Herzkammern.

Ausser dem besteht im Falle eines Kurzschlusses beider Polen des Hochspannungssystems das Risiko der Entstehung eines elektrischen Bogens. Der kann an Körperteilen ernsthaften Verbrennungen und Augenbeschädigungen verursachen. Einatmen der Verbrennungsabgase kann auch ernsthafte innere Verletzungen verursachen.

3.1.1 Fluss des Stroms durch den menschlichen Körper

Das HS-System ist galvanisch von der Fahrzeugkarosserie getrennt. Zum Durchfluss durch den menschlichen Körper kann nur dann kommen, wenn die Person im Rahmen des HS – Systems beide Punkte mit unterschiedlichem Potenzial berührt, wodurch sich der Stromkreis schliesst.



In Abhängigkeit von Intensität und Wirkungsdauer des elektrischen Stroms hat der Durchfluss durch den menschlichen Körper verschiedene schädliche Wirkungen.

Folgen einer Verletzung durch den elektrischen Strom können wie folgt sein:

- Bereizung des Nerven- und Muskelatmungssystems,
- Entstehung von Muskelkrämpfen,
- Hervorrufen von Herzrhythmusstörungen, die bis zur Fibrillation von Herzkammern führen kann,
- Verbrennungen in den Eintritt- und Austrittstellen des elektrischen Stroms aus dem Körper,
- Gewebezersetzung bei einer längeren Wirkungsdauer,
- Sekundäre Folgen: Fehlerreaktionen, Verletzungen, verursacht durch einen Schock.

3.1.2 Risiken aus einem elektrischen Bogen

Leitende Materialien (z.B. Werkzeuge, Uhren, Juwelen) können einen Kurzschluss zwischen zwei Polen des HS-Systems und somit einen elektrischen Bogen herforrufen. Im Zentrum des elektrischen Bogens entstehen Temperaturen über 1000 °C und eine intensive Helle. Es besteht somit das Risiko von ernsthaften Verbrennungen, Sehensbeschädigungen sowie Brandgefahr.

3.2 Chemische Bedrohung

Das Elektrolyt bei Batteriegliedern enthält gefährliche chemische Stoffe. Es sind die jeweiligen Sicherheitsanweisungen des Herstellers oder die Bedienungsanleitung einzuhalten.

Im Prinzip gelten bei Elektrolyten aller Gliedtypen folgende Regeln:

- Hautkontakt vermeiden,
- Augenkontakt vermeiden,
- Einatmen vermeiden,
- Verschlucken vermeiden.

3.3 Physikalisch-chemische Bedrohung (Brand-und Explosionsgefahr)

Aufgrund einer Beschädigung, übermässiger Ladung oder eines Kurzschlusses kann es im Inneren des Glieds zu einer starken Erwärmung kommen, was zu einer Druckerhöhung und folgend zum Entlaufen vom Elektrolyt inkl. Elektrolyt – Zersetzungsprodukte kommen kann. Es ist mit Entlaufen von giftigen Zersetzungsprodukten zu rechnen. Ausserdem kann Wasserstoff entstehen, der gemeinsam mit dem hochentzündlichen Kohlemonoxyd eine hochexplosive Mischung bilden kann.

Nach Freisetzung der Zersetzungsprodukte dürfen die Arbeiten erst nach einer Kontrollvermessung des Bereiches durch die Feuerwehr fortgesetzt werden.

3.4 Temperaturbedrohungen - Hitzebedrohungen

In der Umgebung von HS – Systemen entsteht eine Gefahr aufgrund der Erwärmung der Oberflächen, z.B.:

- Erwärmung des Elektromotors im Laufe der Fahrt auf ca. 60°C,
- Wegen Beheizung des Innenraums kann im Heizsystem eine Temperatur bis 90°C entstehen.

3.5 Magnetische Bedrohungen

Beim Öffnen eines Elektromotors kann bei Personen mit aktiven Implantaten (zum Beispiel mit einem Herzstimulator) zur Bedrohung durch ein starkes magnetisches Feld, verursacht von permanenten Magneten, kommen. Ein starkes magnetisches Feld kann auch bei einem Kurzschluss in einem Hochspannungskreis entstehen.



Personen mit
Betreten verboten

4. Qualifikation

Personen dürfen im Bereich eines HS – Systems lediglich die Tätigkeiten ausüben, für die sie ausreichend qualifiziert sind. Umfang der Qualifikation hängt unter anderem auch von der Stufe elektrischer Risiken, die bei der Arbeit vorkommen sowie von Vorkenntnissen ab. Mitarbeiter mit Fachkenntnissen für Arbeit an HS – Systemen dürfen elektrotechnische Tätigkeiten nur an den Fahrzeugen ausüben, für welche sie die Typ-, ggf. Konzeptunterweisung haben.

Die Anforderungen auf den erforderlichen Umfang der Qualifikation in Theorie und Praxis hängt von dem jeweiligen Arbeitsinhalt sowie vom Ergebnis der Risikenbeurteilung ab. Das System der Pflichtschulungen für die Elektromobilität in der Gesellschaft ist von den internen Vorschriften festgelegt.

Umfang der erforderlichen Anweisungen richtet sich nach der Spezifikation des Fahrzeuges oder des Systems.




5. Schutzmassnahmen

5.1 Allgemeine technische Schutzmassnahmen

- Das HS – System ist elektrisch von der Fahrzeugmasse sowie von allen weiteren elektrischen Systemen isoliert,
- Klemmleisten gegen Berührung gesichert,
 - Verbindung aller HS – Komponenten durch eine Pilotleitung (schaltet die Batterischützen ab batterie),
 - Isolierungsdeckel die man nur mittels eines Werkzeuges öffnen kann,
- Steuereinheit des HS – Batteriensystems (BMS) Mit Hardwareabteilung der Kraftkreise,
- Schutzverklebung (Potentialausgleich) Der Deckeln von Komponenten und der Karosserie,
- Orangefarbene HS – Kabele,
- Gezieltes Ausladen der Restenergie aus den Kondensatoren,
- Beim Laden des HS – Batteriensystems ist es notwendig, auf die Sicherheitsanweisungen sowie Bedienungsanleitungen zu achten.

Farbmarkierung und Warnungen:

- Eingebaute HS – Komponenten sind mit Warnschildern bezeichnet,
- Alle HS – Kabele im elektrischen System des Fahrzeuges haben die **Orangene** Farbe, **Finger weg von orangefarbenen Kabeln!**

| Warnsymbole auf HS – Komponenten | Warnsymbol im Motorraum | W Warnsymbol auf einer HS – Batterie |
|---|--|---|
|  |  |  |

5.2 Organisatorische Schutzmassnahmen

- Bei den verschiedenen Arbeitstätigkeiten und Fahrzeugen müssen Arbeitsanleitungen, Bedienungsanleitungen und Sicherheitshinweise eingehalten werden,



ŠKODA

- Es müssen die Anforderungen für eine Arbeit unter Spannung erfüllt werden (z.B. Mitarbeiterauswahl, Nutzung von den notwendigen Personenschutzarbeitsmitteln, Verwendung von geeigneten Werkzeugen oder Hilfsmitteln).
- Nach Abschaltung des HS – Systems sowie falls keine HS – Sicherheit garantiert werden kann, wird das Fahrzeug mit einem Informationsschild gekennzeichnet.
- Bei einer Arbeit unter Spannung oder bei einer Arbeit in der Nähe der Komponenten unter Spannung ist:
 - Ist verboten elektrisch leitende Gegenstände zu tragen (z.B. Ringe, Uhren, Ketten),
 - Ist Arbeit den Personen mit elektronischen Lebens- und Gesundheitserhaltenden, im Körper oder auf dem Körper installierten Gegenständen verboten,
 - Müssen isolierte Werkzeuge verwendet werden,
 - Geeignete Werkzeuge oder Hilfsmittel verwendet werden,
- Im Falle einer HS – Gefahr müssen die Arbeitsräumlichkeiten gekennzeichnet oder mit mobilen Sperren abgetrennt werden.

6. Tätigkeit mit Batteriensystemen

Einzelne Glieder und HS – Batteriensysteme dürfen nur in festgelegten Stellen aufbewahrt, manipuliert oder gelagert werden. Es sind die einzelnen Vorschriften über Gebinde, Verpackungen und Lagerung einzuhalten.

7. Verhalten im Falle einer Bedrohung

7.1 Unfall durch elektrischen Strom

- Eigene Sicherheit sicherstellen!
- Erste Hilfe herbeirufen,
- Den elektrischen Kreis unterbrechen und die verunglückte Person mittels nicht leitender Hilfsmittel weg von der Stromquelle bergen,
- Erste Hilfe - Leistung fortsetzen bis der Arzt kommt.



Warnung vor der Gefährlichen elektrischen Spannung

7.2 Identifizierung eines beschädigten HS - Batteriensystems

- Penetranter Geruch,
- Entlaufen von Flüssigkeit/Dampf/Rauch,
- Entstehen von Funken,
- Erhöhte Oberflächentemperatur.



Warnung vor durch Batterien verursachter Gefahr



ŠKODA

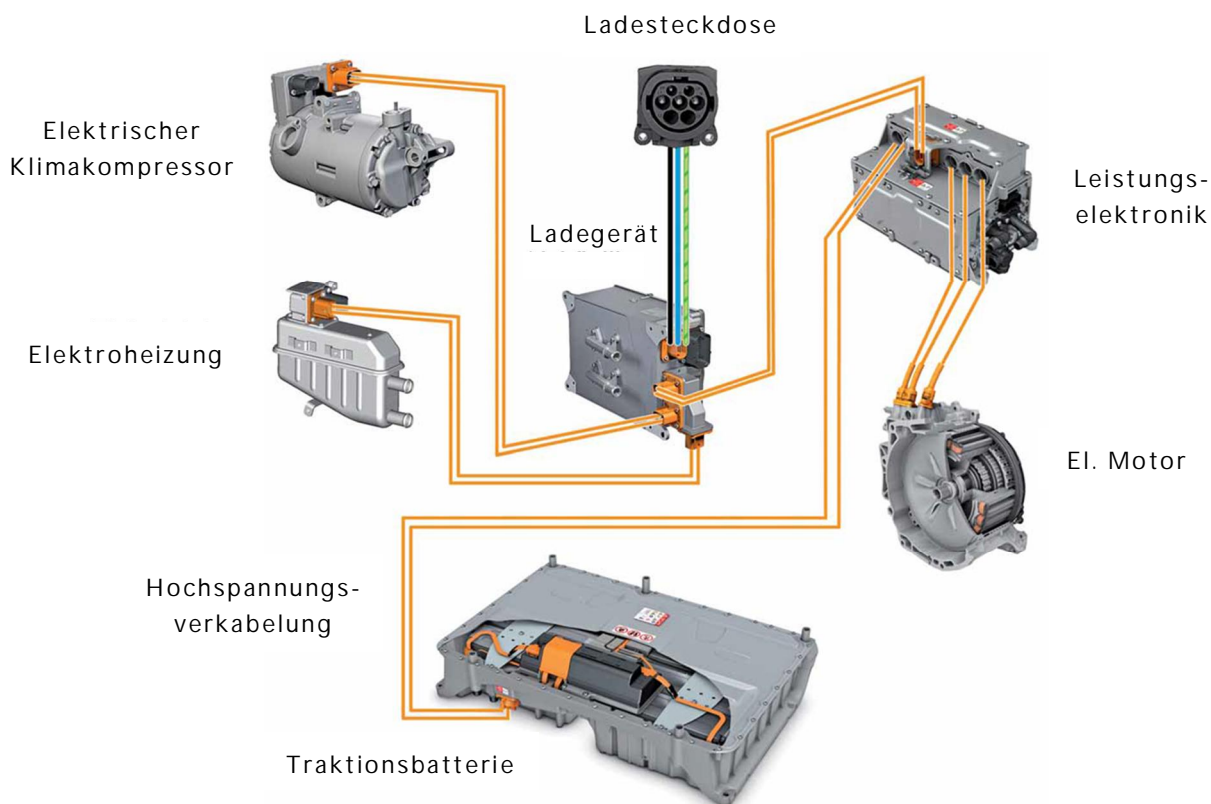
7.3 Schutzmassnahmen im Falle eines beschädigten HS - Batteriensystems

- Keine Dämpfe einatmen,
- Hautkontakt vermeiden,
- Den Bereich evakuieren und sperren,
- Feuerwehr alarmieren,
- Erste Hilfe leisten,
- Den qualifizierten Mitarbeiter und die Vorgesetzten informieren.

7.4 Beschädigung der HS - Komponenten

Im Falle einer Beschädigung (Beule oder Risse auf dem Deckel oder auf einer Steckverbindung, Beschädigung der Isolierung, Beschädigung einer Kabelbiegung) der HS – Komponenten ist das System abzuschalten, das Fahrzeug oder den Bereich zu kennzeichnen und einen Qualifizierten Mitarbeiter oder die Vorgesetzten zu informieren.

Schema der Komponenten.



PSU Umwelt – und Arbeitsschutz - Version: Nr. 1/2018
Erarbeitet in Zusammenarbeit mit Bereichen: PFS-M, SE.
Ausgabe vom: 03.04.2018