

## Allgemeines

Aus Sicherheitsgründen muss bei Arbeiten an HV-Komponenten das HV-System freigeschaltet werden. Das Freischalten bezeichnet das allpolige und allseitige Trennen der elektrischen Anlage von spannungsführenden Komponenten. Am Fahrzeug bedeutet dies, dass an allen vorhandenen HV-Kontakten keine Spannung mehr anliegen darf. Erst im Anschluss daran kann gefahrlos an dem HV-System gearbeitet werden.

Dieser Vorgang wird in der Schweiz korrekt als Spannungsfreischaltung bezeichnet. In Deutschland und Österreich spricht man eher nur vom Freischalten. Das Spannungsfreischalten und Wiedereinschalten der Hochspannungseinrichtung darf nur von entsprechend ausgebildeten und berechtigten (sachverständigen) Personen ausgeführt werden. Von einer unsachgemässen Spannungsfreischaltung können grosse Gefährdungen wie Stromstösse oder Störlichtbögen ausgehen.

Aus den Herstellerangaben kann entnommen werden, für welche Arbeiten ein Fahrzeug freigeschaltet werden muss. Nachfolgend sind mögliche Tätigkeiten aufgeführt, bei welchen das Fahrzeug freigeschaltet sein muss.

- Arbeiten am HV-System
- Arbeiten im Bereich der HV-Einrichtung, welche Schäden hervorrufen könnten wie z.B. Schweißen.

Bei einigen Fahrzeugen kann die Spannungsfreischaltung allein durch das Ziehen des Interlock-Steckers erreicht werden.

Damit ein sicheres Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen gegeben ist, müssen die nachfolgenden fünf Sicherheitsregeln eingehalten werden. Diese Regeln müssen unabhängig von der Art der Spannungsfreischaltung umgesetzt werden.

1. Spannungsfrei schalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit prüfen
4. Erden und kurzschliessen
5. Teile, die unter Spannung geraten könnten, abdecken

Bevor Punkt 1 ausgeführt wird, muss immer die angeschlossene Ladevorrichtung (Ladestecker) vom stationären Netz getrennt werden.

Bei Spannungen von 50 bis 1000 V AC bzw. 120 bis 1500 V DC (Niederspannungsbereich gemäss EN 50110-1) bestehen mögliche Erleichterungen. Dabei müssen die Sicherheitsregeln 4 und 5 nicht immer umgesetzt werden. Unter dem Punkt 4 muss das «Erden» nicht vorgenommen werden, da das Fahrzeug gegenüber der Erde ausreichend isoliert ist. Durch das Kurzschliessen wird der Potenzialunterschied zweier Kontakte auf null gesetzt. Energiespeicher dürfen nicht kurzgeschlossen werden, da durch den Kurzschlussstrom ein grosses Unfallrisiko besteht.

Ergeben sich durch Arbeiten an der Hochvoltanlage blanke und ungesicherte Kontakte, müssen diese (Bild 1)

abgedeckt werden, um keine Rückspannungen, wie z.B. durch den Radantrieb zu ermöglichen. Abschliessend bestimmt jedoch der Hersteller die Sicherheitsregeln.



Bild 1

## Messgerät

Um die allpolige Spannungsfreiheit zu bestätigen, müssen geeignete Spannungsprüfer (Bild 2) oder vom Hersteller vorgegebene Prüfmittel eingesetzt werden. Herkömmliche Multimeter sind dafür nicht geeignet.

Folgende Anforderungen muss der Spannungsprüfer erfüllen:

- EN 61243-3 entsprechen
- Sicherheitskategorie Cat. III EN 50110 / 6.2.4.1 aufweisen
- vor Kurzschluss geschützt sein
- eine vorhandene Spannung ohne eingesetzte Batterie anzeigen
- niederohmig sein (ca. 300 kΩ)



Bild 2

## Direkte Spannungsfreischaltung

Zuerst muss für das gekennzeichnete HV-Fahrzeug ein abgesperrter Arbeitsplatz eingerichtet werden.

Anschliessend werden die notwendigen Hilfsmittel (Bild 3) bereitgestellt.

Die nachfolgende Vorgehensweise der Spannungsfreischaltung bezieht sich auf einen Toyota Prius 2.



Bild 3

Vor dem offiziellen Start der Arbeiten muss das Hinweisschild (Bild 4) angebracht werden.

Nach dem Ausschalten der Zündung soll der Schlüssel an einem sicheren Ort aufbewahrt werden. Damit sich die Kondensatoren im Airbag-Steuergerät entladen



Bild 4



Bild 5

können, muss bis zum Abklemmen der 12-V-Batterie mindestens eine Minute gewartet werden. Danach sollen mindestens fünf Minuten verstreichen, damit sich die Hochvoltkondensatoren entladen können. Für die nächsten Arbeiten ist das Tragen der kompletten Schutzausrüstung ein Muss. Jetzt wird der Service-Disconnect-Stecker (Bild 6) entfernt und an einem verschliessbaren Ort aufbewahrt. Für die Messung der Spannungsfreiheit müssen die Messpunkte (Bild 7) am Hochvoltsystem bestimmt und freigelegt werden. Dabei sind die technischen Unterlagen des Fahrzeugherstellers sehr hilfreich.

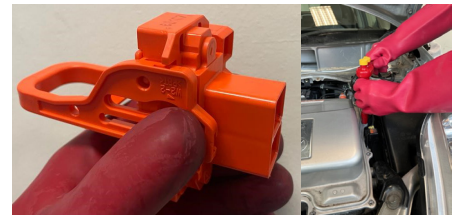


Bild 6

Bild 7

Bei der folgenden offiziellen Prüfung der Spannungsfreiheit wird die 3-Punkte-Regel angewendet.

1. Funktionsprüfung des Spannungsprüfers an einer bekannten Spannungsquelle, z.B. 12-V-Batterie
2. allpolige DC-Spannungsmessung an den vorgesehenen HV-Messpunkten
3. erneute Funktionsprüfung des Spannungsprüfers

Für die allpolige DC-Spannungsmessung müssen die nachfolgenden Messungen durchgeführt werden:

- Spannungsmessung HV-Plus gegen HV-Minus (Bild 8)
- Spannungsmessung HV-Plus gegen die Karosserie
- Spannungsmessung HV-Minus gegen die Karosserie



Bild 8

Erst mit dem letzten Punkt der 3-Punkte-Regel wird die Spannungsfreiheit bestätigt. Jetzt kann das Hinweisschild (Bild 5) angebracht werden.