



Hochvolt-Fahrzeuge: Neue Herausforderungen für Reparaturwerkstätten

Fahrzeuge mit alternativen Antrieben verbreiten sich rasant, sei es bei Kommunalmaschinen, kleinen Baumaschinen oder auch Traktoren mit einer Leistung bis 100kW. Bei alternativen Antrieben denken wir in erster Linie an Elektrofahrzeuge, aber auch an Erdgas- oder Wasserstofffahrzeuge (Brennstoffzellen oder Verbrennungsmotoren). Diese Neukömmlinge stellen in den Werkstätten Arbeitsgewohnheiten auf den Kopf und bringen neue Herausforderungen betreffend der Arbeitssicherheit. Neben der Schulung des Teams ist es wichtig, die Hilfsmittel und Abläufe in der Werkstatt richtig zu organisieren, etwa die Annahme solcher Fahrzeuge oder die personellen Abläufe und Zuständigkeiten. In diesem Artikel beschäftigen wir uns mit Elektro- bzw. Hochvolt-Fahrzeugen.

Es gilt zuerst, einige Begriffe zu klären. Wenn von Hochvolt-Fahrzeugen gesprochen wird, dann sind Fahrzeuge mit Komponenten gemeint, die mit mehr als 60 V Gleichstrom oder mehr als 30V Wechselstrom arbeiten. Daher sind nicht alle Maschinen von den nachfolgenden Ausführungen betroffen. Es existieren verschiedene Kategorien von Arbeiten, welche an diesen Fahrzeugen durchgeführt werden können, z. B. routinemässige Wartungsarbeiten, die nicht das Hochvoltsystem betreffen, das Vorbereiten der Fahrzeuge, bevor am Hochvoltsystem gearbeitet wird, sowie das Arbeiten unter Spannung. Diese verschiedenen Arbeiten er-

fordern spezielle Ausbildungen und Ausrüstungen, welche sich je nach dem Grad der Gefährdung unterscheiden. Die Schulungen und benötigten Ausrüstungen werden im Folgenden genauer beschrieben.

Zusätzliche Ausrüstung für die Werkstatt

Die Werkstätten müssen mit der Elektrifizierung des Maschinenparks in verschiedenen Bereichen zusätzlich ausgestattet werden, um die Arbeitssicherheit sicherzustellen sowie den Schutz vor Bränden und weiteren Risiken zu gewährleisten.

Es wird zwischen drei Hauptkategorien von Arbeiten unterschieden, welche unterschiedliche Ausbildungen und Ausrüstungen erfordern:

• Arbeiten an einem Hochvolt-Fahrzeug ohne Arbeiten am HV-System:

- Mindestausbildung: «HV1 – Sensibilisierung für Hochvolt»
- Sicherheitsschuhe S1/2/3
- Arbeitskleidung
- Erste-Hilfe-Ausrüstung
- Ausrüstung zur Brandbekämpfung
- Ausrüstung für das Aufladen der Fahrzeuge
- Empfohlen: Defibrillator und BLS-AED-Schulung

• Arbeiten zur Spannungsfreischaltung/ Wiederinbetriebnahme eines Hochvolt-Fahrzeuges:

- Mindestausbildung: «HV2 – Arbeiten am HV-System»
- Material zur Abgrenzung des Gefahrenbereichs

(Bänder, Schilder, Warnhinweise etc.)

- Spannungsfreiheitsprüfer gemäss Norm EN 61243-1, -2, -3 oder -5
- Isolationsprüfer 500V und 1000V, mindestens gemäss EN 61557-2
- Durchgangsprüfer (mindestens 200 mA) gemäss EN 61557-4
- Zur Kontrolle der Spannungsfreiheit, falls bei der Prüfung potentiell spannungsführende Teile berührt werden:
 - Elektrikerhandschuhe Klasse 0, RC nach EN- oder IEC-Norm 60903
 - Lichtbogenschutzvisier Kat.1 gem. GS-ET-29
 - Kleidung der Kategorie G
 - Sonstiges Material nach Herstellerangaben

• Arbeiten unter Spannung:

- Ausbildung: «HV3 – Arbeiten an unter Spannung stehenden Systemen»
- Multinorm-Kleidung nach IEC oder EN 61482-1 mind.
- Unter- und Überhandschuhe
- Isolierte Werkzeuge gem. EN 60900
- Sicherer Arbeitsplatz und Konformität mit EN 50110-1, Ziff. 6.3

Arbeitsorganisation muss angepasst werden

Die Betreuung der Hochvolt-Fahrzeuge erfordert eine besondere Organisation in der Werkstatt, um den Sicherheitsanforderungen gerecht zu werden. Diese Verantwortung liegt beim Geschäftsinhaber oder seinem Delegierten (Betriebsleiter/-leiterin der Werkstatt).

Vor der Vereinbarung eines Termins oder der Zuweisung einer Arbeit (auch Pannenhilfe!) muss der Werkstattleiter die folgenden Punkte bedenken und sicherstellen:

1. Nach einem klaren Auftrag arbeiten → Risikoanalyse: Welche Gefahr/en stellt das Fahrzeug dar? Warum muss/ist das Fahrzeug in der Werkstatt (Reparatur, Wartung, Unfall)?
2. Mit qualifiziertem Personal arbeiten → Welches Ausbildungsniveau (HV1, HV2 oder HV3) ist erforderlich, um die Arbeiten durchzuführen?

- 3. Mit geeignetem Werkzeug arbeiten, das sich in einwandfreiem Zustand befindet
- 4. Persönliche Schutzausrüstung tragen
- 5. HV-System vor der Wiederinbetriebnahme überprüfen (Sicherheitskaskade)

Darüber hinaus ist es die Pflicht des Arbeitgebers, die Fähigkeiten seines Personals entsprechend der Art der Arbeiten auf dem neuesten Stand zu halten und die geforderten Sicherheitsmassnahmen anzuwenden. Verantwortliche müssen auch den zusätzlichen Platzbedarf für die Sicherung des Arbeitsbereichs berücksichtigen und darauf achten, dass die Werkstatt nicht mit Fahrzeugen zugestellt ist. Die Lagerung, der Transport und besonders die Rücksendung von Komponenten wie z.B. Lithiumbatterien erfordern ebenfalls spezielle Vorkehrungen. Alle diese Besonderheiten zeigen, dass von den neuen Fahrzeugen neue Risiken ausgehen und wie wichtig entsprechende Aus- und Weiterbildungen sind.

Die Ausbildung ist von zentraler Bedeutung

Personen, die an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen arbeiten, lassen sich in vier Gruppen unterteilen:

- **Laien**
Diese Personen verfügen über keine besondere Ausbildung für Hochvoltssysteme. Es handelt sich beispielsweise um Kunden oder

Mechaniker, die nicht für HV-Systeme geschult sind. Sie dürfen alltägliche Arbeiten ausführen, die im Benutzerhandbuch beschrieben sind, wie z. B. die Scheibenwaschanlage auffüllen, Räder wechseln oder das Fahrzeug reinigen. Es ist diesen Personen jedoch untersagt, selber komplexere Arbeiten am Fahrzeug durchzuführen, unabhängig davon, ob diese mit dem Hochvoltssystem in Verbindung stehen oder nicht.

▪ **Sensibilisierte/instruierte**

Personen HV1 734.2 *Starkstromverordnung, Ziff. 20 und Direktive ESTI 407, Kap. 7.2*

Diese Personen haben einen Grundausbildungskurs über Hochvoltssysteme absolviert und wissen, wie sie sich bei Unfällen und Bränden verhalten müssen. Sie haben auch einen umfassenden Überblick über Hochvoltssysteme und AC- und DC-Ladesysteme. Sie sind daher berechtigt, an Fahrzeugen zu arbeiten und die laufende Wartung des nicht-elektrischen Teils des Fahrzeugs sowie den Austausch von Hochvolt-Komponenten wie z.B. Klimakompressoren durchzuführen, sofern das Fahrzeug zuvor spannungsfrei geschaltet wurde, d.h., ein Hochvoltspezialist (HV2) hat das Fahrzeug in einen sicheren Zustand versetzt und beaufsichtigt die Arbeiten. Mitarbeitende mit HV1-Ausbildung sind nicht befugt, selbständig Arbeiten wie die Stilllegung und Wiederinbetriebnahme des HV-Systems durchzuführen! Diese Schulung wird üblicherweise

als HV1 bezeichnet und wird derzeit in Verbindung mit der HV2-Schulung angeboten.

▪ **Personen mit der Qualifikation HV2** 734.2 *Starkstromverordnung, Ziff. 19 und Direktive ESTI 407, Kap. 7.1*

Diese Personen haben eine umfangreichere Ausbildung absolviert. Sie kennen die mit Hochvoltssystemen verbundenen Risiken und können ein Fahrzeug fachgerecht stilllegen (sichere Trennung der Hochvoltbatterie vom Rest des Fahrzeugs) und die Spannungsfreiheit des Fahrzeugs unter Einhaltung der geltenden Sicherheitsnormen überprüfen. Personen mit der Qualifikation HV2 sind auch in der Lage, ein Fahrzeug nach dem Eingriff in der Werkstatt wieder in einen betriebsbereiten Zustand zu versetzen. Diese Personen sind daher unverzichtbar für Werkstätten, die an Hochvoltfahrzeugen arbeiten. Die erforderliche Ausbildung wird auch im Bildungszentrum in Aarberg unter dem Namen Hochvolt-Techniker oder unter der Bezeichnung HV2 angeboten und bringt den Techniker auf ein optimales Wissensniveau für die Arbeit in der Werkstatt. Personen der Stufe HV2 ist es untersagt, Arbeiten unter Spannung durchzuführen.

▪ **Experten Hochspannung HV3** 734.2 *Starkstromverordnung – Abschnitt 3, SN EN 50110-1 Kap. 6.3*

Diese Personen verfügen über eine umfassende Ausbildung auf dem Gebiet der Hochvolt-Fahrzeuge und sind in der Lage, an Hochvoltssystemen unter Spannung zu arbeiten. Sie sind besonders dann unabdingbar, wenn die Stilllegung des Elektro-Fahrzeuges fehlgeschlagen ist oder wenn das Fahrzeug einen Unfall hatte, bei dem die Batterie betroffen ist. Diese Schulungen werden hauptsächlich von den Herstellern und einigen spezialisierten Unternehmen durchgeführt, die sich auf die Schulung im Hochvoltbereich spezialisiert haben. Diese Ausbildungsstufe wird manchmal auch als HV3 bezeichnet.

Weitere spezielle Schulungen existieren für Personen, die mit Hochvoltbatterien umgehen und diese lagern oder Kunden zur Ladeinfrastruktur beraten müssen. ■

*Damien Jaquet
mit Unterstützung von D. Fiaux*

Arten der Arbeiten nach Qualifikationsniveau

Sensibilisierte Personen HV1 Wartung des nicht-elektrischen Teils	Personen mit der Qualifikation HV2 Arbeit auf dem Hochvoltssystem	Experten Hochspannung HV3
Arbeiten an Anlagen mit Spannungen: <30 VAC <60 VDC Beispiele ▪ Ersetzen der Bremsen ▪ Ersetzen der Batterie 12V	Arbeit auf dem Hochvoltssystem Spannungen >30 VAC >60 VDC Beispiele ▪ Risikoanalyse ▪ Spannungsfreiheit ▪ Kontrollmessungen ▪ Wiederinbetriebnahme des Hochvoltsystems	Arbeiten an Hochvoltssystemen unter Spannung. Beispiele ▪ Revision der HV-Batterie ▪ Eingriffe wenn das HV-System nicht spannungsfrei geschaltet werden kann. ▪ Unfall, bei dem die HV-Batterie betroffen ist.