



Elektromobilität im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik

Gefördert durch:



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie



STAATSMINISTERIUM
FÜR WIRTSCHAFT
ARBEIT UND VERKEHR



Koordiniert durch:



Inhalte

1. Qualifizierungsstufen DGUV 200-005
2. Gefahren und Wirkung des elektrischen Stromes
3. Allgemeine Schutzmaßnahmen und Erste-Hilfe-Maßnahmen
4. Sicherheitskonzept und Gefährdungsbeurteilung
5. Hybridsysteme und Hybridfahrzeuge
6. Elektrofahrzeuge
7. Bauteile im HV-System
8. Zulässige Mess-und Prüfgeräte
9. Spannungsfreischaltung und Wiedereinbetriebnahme des HV-Systems
10. Ladesysteme und Lademöglichkeit
11. Starthilfe, Pannenhilfe und Abschleppen
12. Hochvolt-Akku-Batterie

1. Qualifizierungsstufen DGUV 200-005 (früher BGI/GUV-I 8686)

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

1. Bedienen von Fahrzeugen
2. Nichtelektrotechnische Arbeiten
3. Elektrotechnische Arbeiten
 - 3.1 Fachkraft für HV-eigensichere Fahrzeuge – (besonders PKW)
 - 3.2 Fachkraft für nicht HV-eigensichere Fahrzeuge – (besonders LKW)
 - 3.3 Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeicher und an Prüfplätzen

Begriffsdefinition Hochvolt (HV)

Hochvolt (HV)

Umfasst Spannungen größer 60 Volt und kleiner 1500 Volt Gleichspannung (DC) oder größer 30 Volt und kleiner 1000 Volt Wechselspannung (AC) in der Fahrzeugtechnik, insbesondere bei Hybrid- und Brennstoffzellentechnologie sowie Elektrofahrzeugen.

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

1. Bedienen von Fahrzeugen

- Fahren mit Elektro-Hybridfahrzeug
- Benutzen von Bedienelementen mit neuen Symbolen und Gefahrenkennzeichnung
- Ungewohnte Fahreigenschaften (Rekuperation bei Gaswegnahme)

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

2. Nichtelektrotechnische Arbeiten (Elektrotechnisch unterwiesene Person EUP)

- Normale Wartungsarbeiten ohne Berührung mit Hochvoltkomponenten
- Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten die das HV-System nicht betreffen

Achtung:

Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten am HV-System, wenn das Fahrzeug vorher von einem Fachkundigen für HV-eigensicheren Fahrzeug spannungsfrei geschaltet wurde, die Spannungsfreiheit überprüft wurde und gegen Wiedereinschaltung gesichert wurde.

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

2. Nichtelektrotechnische Arbeiten (Elektrotechnisch unterwiesene Person EUP)

- Unterweisungsdauer 1-2 Unterrichtseinheiten (45 bis 90 Minuten)
- Fachkraft für HV-eigensichere Fahrzeuge ist unterweisungsberechtigt

Unterweisungsinhalte:

- Unzulässige Arbeiten
- Festlegen der ansprechenden Personen bei Unklarheiten
- Lage und Kennzeichnung der HV-Komponenten / Leitungen
- Durchführung allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern

Achtung:

Die Unterweisung muss schriftlich dokumentiert werden! (siehe BGI 8686 Anhang 10)

http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/r- publikationen.dguv.de

70 (70 von 80) 55,5%

Werkzeuge Au

Lesezeichen

- Titel
- Inhaltsverzeichnis
- Vorwort
- I. Anwendungsbereich
- II. Begriffsbestimmungen
- III. • Elektrische Gefährdungen durch Hochvolt im Fahrzeug
 - 1. Elektrotechnische Arbeiten an Hochvolt-Systemen von
 - 2. Verantwortung
 - 3. Gefährdungsbe

Anhang 9

Flussdiagramm Qualifizierungsbedarf für Servicearbeiten nicht HV-eigensichere Fahrzeuge

Personen, die bereits für HV-eigensichere Systeme qualifiziert sind, werden im nachfolgenden Ablaufdiagramm nicht berücksichtigt.

70

Anhang 10

Musterteilnahmebescheinigung für elektrotechnisch unterwiesene Personen für HV-eigensichere Systeme in Fahrzeugen

Herr Martin Mustermann
Autohaus für E-Mobilität, Mustergasse 17, 77777 Musterstadt

hat am _____ an folgender Schulung mit einem Umfang von _____ UE* teilgenommen:

Elektrotechnisch unterwiesene Person für Hochvolt-eigensichere Systeme in Fahrzeugen

Der Teilnehmer wurde durch einen „Fachkundigen für Arbeiten an Hochvolt-eigensicheren Systemen in Kfz-Servicewerkstätten“ über die übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten sensibilisiert sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen unterwiesen.

Schulungsinhalte nach Informationsschrift: BGI/GUV-I 606:

- Definition eigensicherer Fahrzeug
- Kennzeichnung von Hochvolt-Komponenten
- Bedienen von Fahrzeugen und der zugehörigen Einrichtungen (z. B. Prüfstände)
- Durchführen allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern
- Durchführen aller mechanischen Tätigkeiten am Fahrzeug (oben „Händeweg von orange“)
- Unzulässige Arbeiten am Fahrzeug
- Freischalten als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme
- Festlegen der anzusprechenden Person bei Unklarheiten
- Organisation von Arbeitsabläufen bei elektrotechnischen Arbeiten, die von elektrotechnisch unterwiesenen Personen unter Leitung und Aufsicht eines Fachkundigen für Arbeiten an HV-Systemen durchgeführt werden.

Der Teilnehmer hat die Inhalte verstanden: _____
Ausbildungsträger: _____

_____, den _____ Lehrgangsleitung

*Übersichtswert (entspricht 60 Minuten)

71

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

3. Elektrotechnische Arbeiten

3.1 Fachkraft für HV-eigensichere Fahrzeuge – (besonders PKW)

Qualifizierungsinhalte:

- Elektrotechnische Grundkenntnisse
- Elektrotechnische Gefährdungen und Erste Hilfe
- Schutzmaßnahmen gegen elektrische Körperdurchströmung
- Elektrotechn. Arbeiten nach UVV BGV/GUV-V A3 und Din VDE 0105-100
- Organisation von Sicherheit/Gesundheit bei elektrotechnischen Arbeiten
- Fach- und Führungsverantwortung
- Mitarbeiterqualifikationen im Tätigkeitsfeld der Elektrotechnik

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

Qualifikation

- Die erfolgreiche Qualifizierung befähigt die Mitarbeiter an HV-eigensicheren Fahrzeugen selbstständig und sicher zu arbeiten.
- Zu diesen Arbeiten zählen die Anwendung der fünf Sicherheitsregeln.
- Wechseln von HV-Komponenten im spannungslosen Zustand.
- Fehlersuche an berührungssicher ausgeführten HV-Komponenten.
- Die Mitarbeiter müssen in der Lage sein, die übertragenen Arbeiten zu beurteilen, mögliche Gefahren zu erkennen und die für das HV-System notwendigen Schutzmaßnahmen ableiten und umsetzen zu können.
- HV-System spannungsfrei zu schalten, die Spannungsfreiheit zu überprüfen und gegen Wiedereinschaltung des HV-System zu sichern.

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

3. Elektrotechnische Arbeiten

3.2 Fachkraft für nicht HV-eigensichere Fahrzeuge – (besonders LKW)

Vorbildung: erfolgreich abgeschlossene Qualifikation 3.1 nach DGUV 200-005

Qualifizierungsinhalte:

- Fach- und Führungsverantwortung
- Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe
- Schutzmaßnahmen gegen elektr. Körperdurchströmung /Störlichtbögen
- Elektrotechn. Arbeiten nach UVV BGV/GUV-V A3 u. DIN VDE 0105-100
- HV-Konzept und Fahrzeugtechnik, sicherheitstechnische Anforderungen gemäß Federal ECE Regel 100

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

3. Elektrotechnische Arbeiten

3.3 Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeicher und an Prüfplätzen

Qualifizierungsinhalte:

- Sichere Arbeitsverfahren
- Befähigung der Mitarbeiter
- Organisation der Arbeiten
- Werkzeuge u. einzusetzende Schutz-, Prüf- und Hilfsmittel
- Kennzeichnung der Fahrzeuge, an denen unter Spannung stehende Teile erreichbar sind
- Prüfmittel
- Spezifische nichtelektrische Gefährdungen z.B. chemische Gefährdung, Brand- und Explosionsgefahr

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

3. Elektrotechnische Arbeiten

3.3 Arbeiten an unter Spannung stehenden Energiespeicher und an Prüfplätzen

Wichtige Voraussetzungen:

- Erfolgreich abgeschlossene Qualifikation 3.2 nach DGUV 200-005
- Gesundheitliche Eignung durch Nachweis über eine arbeitsmedizinische Untersuchung DGUV Grundsatz G25
- Mindestalter 18 Jahre
- Erste-Hilfe-Ausbildung inkl. Herz-Lungen-Wiederbelebung
- Technische Literatur und Vorgaben des Herstellers vorhanden
- Prüfplatz nach DIN EN 50191 und Info-Schrift BGI 891 beachten

Qualifizierung für Arbeiten an Serienfahrzeugen in Servicewerkstätten

- Nach erfolgreichem Abschluss der Ausbildung zum Kfz-Mechatroniker nach der neuen Ausbildungsverordnung (ab 01.09.2013 Ausbildungsbeginn) ist die Qualifikation 3.1 bereits integriert.
- Nach erfolgreichem Abschluss der Ausbildung zum Kfz-Mechatroniker mit Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“ nach der neuen Ausbildungsverordnung (ab 01.09.2013 Ausbildungsbeginn) ist die Qualifikation 3.2 und 3.3 bereits integriert.

Stand: 05/2016

Gefahren und Wirkung des elektrischen Stromes

Elektrische Gefährdung bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Eine Elektrische Gefährdung bei Arbeiten am HV-System liegt vor, wenn eine Spannung zwischen den aktiven Teilen ab 60 Volt Gleichspannung (DC) oder 30 Volt Wechselspannung (AC) besteht und der Kurzschlussstrom an der Arbeitsstelle den Wert von 3 mA Wechselstrom (AC) oder 12 mA Gleichstrom (DC) übersteigt oder die Energie mehr als 350 mJ beträgt.

Gefahren und Wirkung des elektrischen Stromes

Elektrische Gefährdung bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Arten von Stromunfällen:

- Lichtbogeneinwirkung
Bei Hochspannungen kann es bereits vor Berührung zum einem Überschlag kommen und der Stromkreis wird über den Lichtbogen geschlossen.
- Elektrische Körperdurchströmung
Dabei wird der Körper Teil des Stromkreises.
- Sekundärunfälle
Darunter versteht man Verletzungen durch Stürze etc. die aufgrund von Stromeinwirkung passiert sind.

Gefahren und Wirkung des elektrischen Stromes

Elektrische Gefährdung bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Einflussgrößen bei elektrischer Körperdurchströmung:

- die Stromstärke,
- die Frequenz (bei Wechselstrom),
- die Einwirkdauer auf den Körper und
- der Weg, den der Strom durch den Körper nimmt.

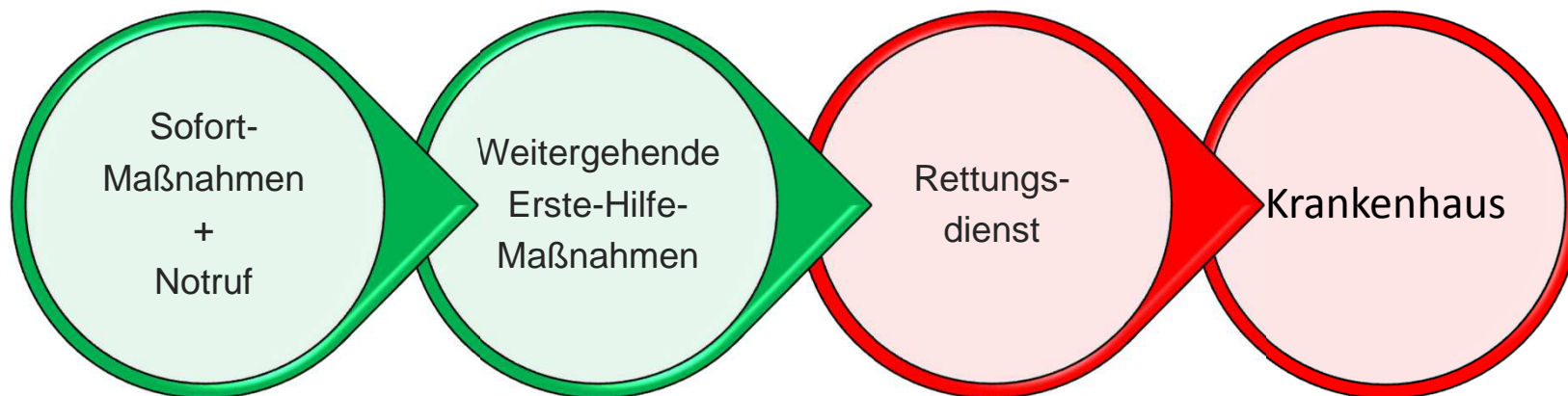
Auswirkungen der elektrischen Körperdurchströmung:

1. Herzrhythmusstörungen, Herzstillstand (bis zu 24 Stunden nach dem Stromunfall)
2. Verbrennungen
3. Muskelverkrampfungen
4. Nierenversagen > Vergiftung (bis zu 24 Stunden nach dem Stromunfall)

Gefahren und Wirkung des elektrischen Stromes

Elektrische Gefährdung bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Bei Stromunfällen immer ärztliche Hilfe anfordern!



Gefahren des elektrischen Stromes Körperwiderstand

Der Widerstand R des menschlichen Körpers beträgt zwischen Hand und Fuß ca. **1000 Ohm (1000 Ω)**.

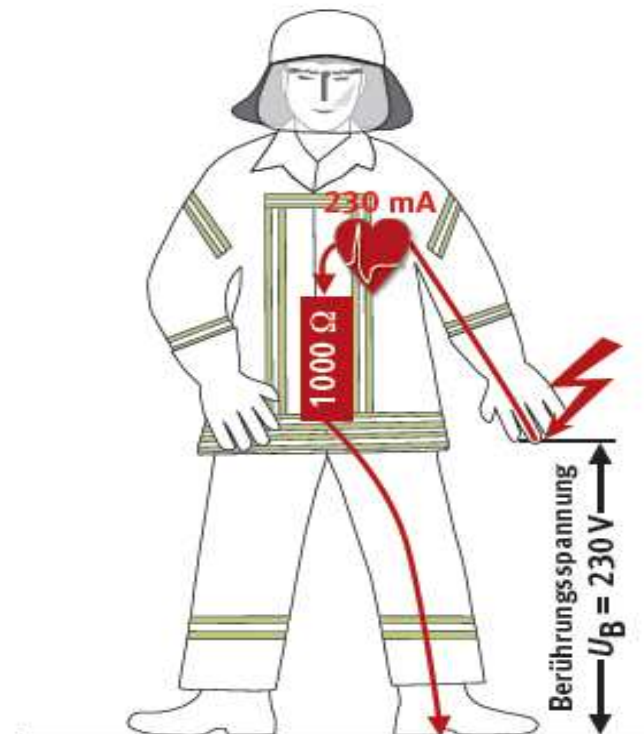
Bei einer Spannung U von **230 Volt** beträgt der Strom I durch den Körper nach dem Ohmschen Gesetz

$$I = U/R$$

$$I = 230 \text{ V}/1000 \text{ Ohm}$$

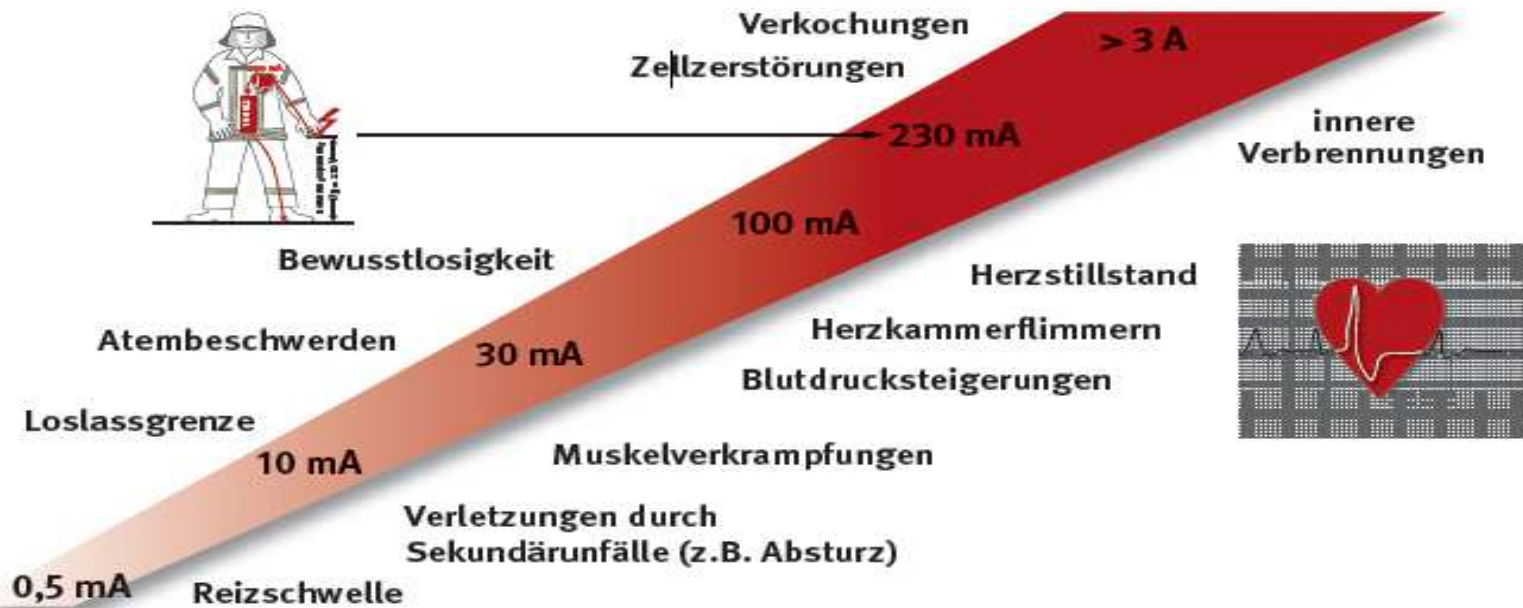
$$I = 230 \text{ mA}$$

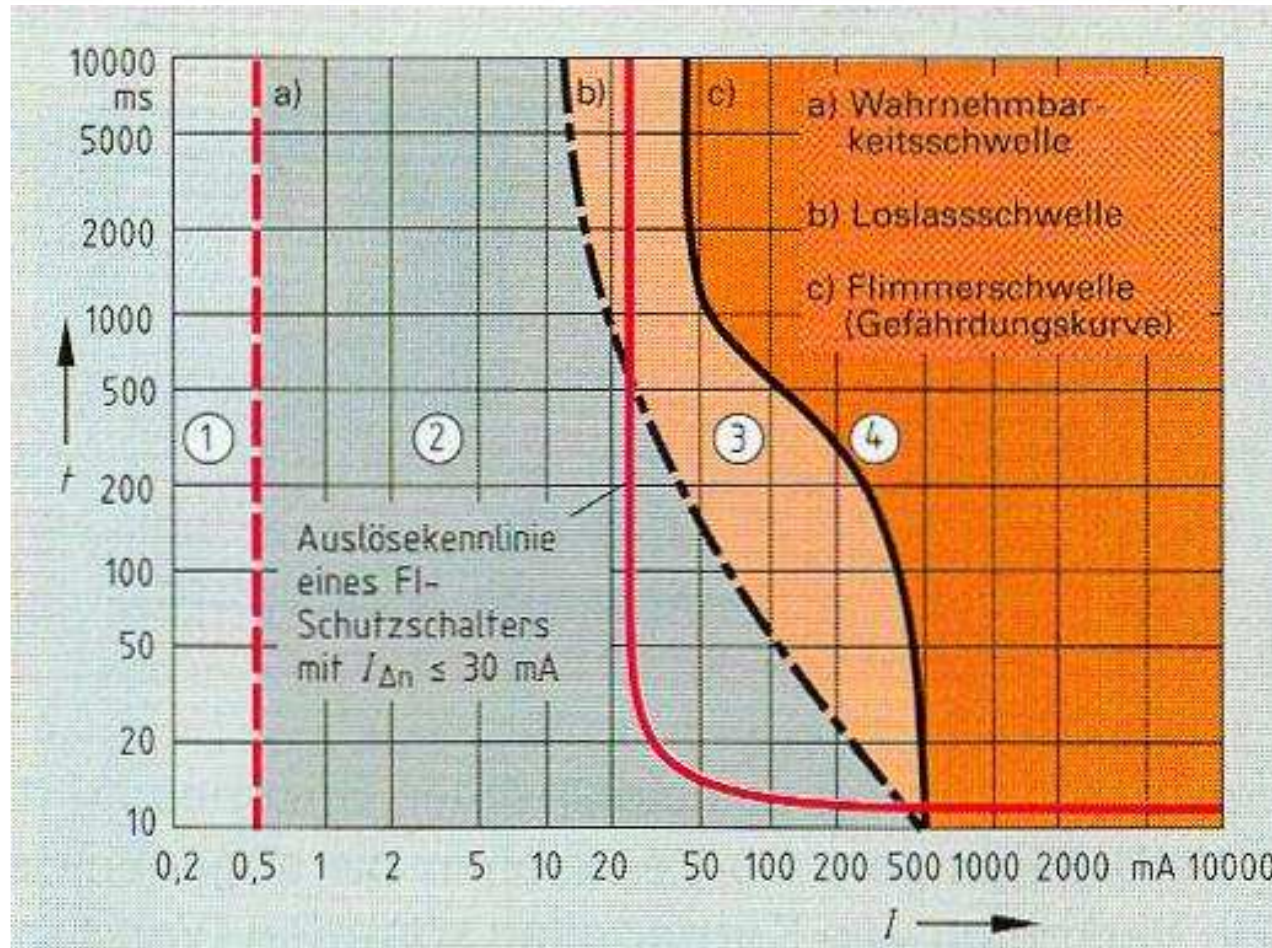
→ Lebensgefahr!





Auswirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper





Quelle: Fachkunde Elektrotechnik; 22.Auflage 1999; Europa Verlag

Körperreaktion:

- 1 Keine Reaktion des Körpers
- 2 Keine gefährliche Wirkung auf den Körper
- 3 Muskelverkrampfung, Gefahr des Herzkammerflimmerns
- 4 Herzkammerflimmern möglich (tödliche Stromwirkung wahrscheinlich)

Allgemeine Schutzmaßnahmen und Erste-Hilfe-Maßnahmen

Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

- Schutzhandschuhe
- Kennzeichnungstafeln HV-Fahrzeug
- Geeignete, zulässige Prüfgeräte



Allgemeine Schutzmaßnahmen und Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Rettungsstab (isoliert) zum Entfernen des Verletzten aus dem Gefahrenbereich
- Feuerlöscher (empfehlenswert CO2-Löscher)
- Erste-Hilfe-Kasten (sollte alle 4 Wochen überprüft werden)
- Defibrillator
- Der Rettungsstab und Defibrillator ist nicht zwingend erforderlich. Empfehlenswert wenn an Energiespeicher unter Spannung gearbeitet wird.



Allgemeine Schutzmaßnahmen und Erste-Hilfe-Maßnahmen

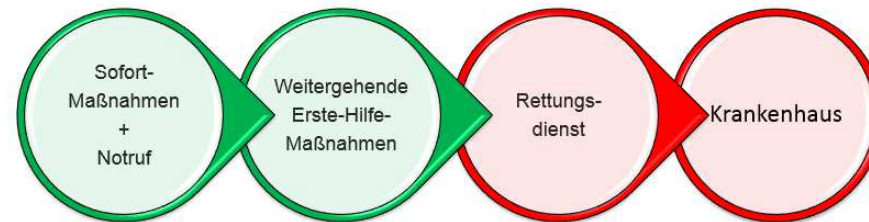
Weitere Schutzmaßnahmen:

- Gesichtsschutz
- Isolierte Abdeckfolien mit Fixierklammern
- Isolierte, absperrbare Kunststoffboxen
- Isolierte Schutzhandschuhe Klasse 0
- Messadapter
- Absperrdeckel zur Absicherung gegen ungewollte Inbetriebnahme



Erste-Hilfe-Maßnahmen

Bei Stromunfällen immer ärztliche Hilfe anfordern!

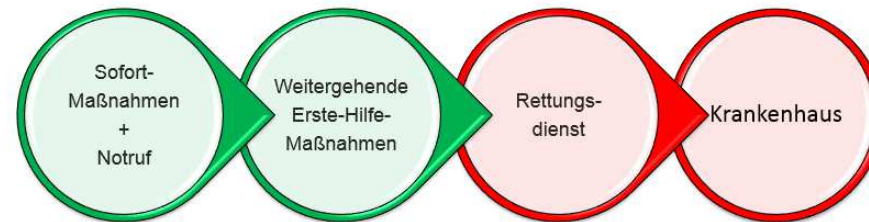


Die oberste Priorität besitzt der Eigenschutz und Eigensicherheit des Ersthelfers!!

- Bei Stromunfällen mit der Gefahr, dass der Verletzte immer noch Verbindung mit spannungsführenden Komponenten hat, Eigenschutz beachten!
- Verletzten nicht berühren!!
- Stecker ziehen.
- Sicherung oder Hauptsicherung ausschalten
- Verletzten mit isolierten Gegenstand (Rettungsstab) von der Stromquelle trennen

Erste-Hilfe-Maßnahmen

Bei Stromunfällen immer ärztliche Hilfe anfordern!



Wichtige Vorgehensweise bei der Notfallmeldung ! (jede Sekunde ist wichtig)

1. Wo ist der Notfallort ?

2. Was ist passiert ?

Informationsmöglichkeit: Berufsgenossenschaft BGI 510-1

3. Wie viele Verletzte gibt es ?

4. Welche Art von Verletzung liegt vor ?

5. Warten auf Rückfragen > **nicht** auflegen >> das Telefongespräch **nicht** beenden !

Erste-Hilfe-Maßnahmen

+ Erste Hilfe

Auffinden einer Person

Grundsätze

- Ruhe bewahren
- Unfallstelle sichern
- Eigene Sicherheit beachten



Person ggf. aus dem Gefahrenbereich retten.

Notruf

- Wo geschah es?
- Was geschah?
- Wie viele Verletzte?
- Welche Art von Verletzungen?
- Warten auf Rückfragen!



Bewusstsein prüfen
laut ansprechen, anfassen, rütteln

nicht vorhanden

um Hilfe rufen



Atmung prüfen
Atemwege freimachen, Kopf nuckenwärts beugen, Kinn anheben, sehen/hören/fühlen

vorhanden



Situationsgerecht helfen
z.B. Wunde versorgen

keine normale Atmung

Notruf
AED* holen lassen



30 x Herzdruckmassage
Hände in Brustmitte, Drucktiefe 5 – 6 cm, Arbeitstempo 100 – 120/min

im Wechsel mit **2 x Beatmung**
1 s lang Luft in Mund oder Nase einblasen

normale Atmung



Stabile Seitenlage

Atmungswerte (Notruf):

Ersthelfer:

Betriebsarzt:

Erste-Hilfe-Maßstab bei:

Erste-Hilfe-Raum:

Ärzte für Erste Hilfe:

Berufsgenossenschaftliche Druckgasgeräte:
Info: www.dguv.de/landesverbände

Berufsgenossenschaftlich zugelassene Kompressoren:

Notruf

Bewusstsein und Atmung überwachen

* Sofern verfügbar – den Anweisungen des „Automatisierten Externen Defibrillators“ (AED) folgen.

© DGLW Information 204-001 „Erste Hilfe“ (BG/IGUV 1130-1), Ausgabe April 2011 • Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Glöckstraße 40, 10117 Berlin, www.dguv.de

Sicherheitskonzept und Gefährdungsbeurteilung

Unternehmerverantwortung:

- Der Unternehmer hat die erste und oberste Pflicht die Unfallverhütungsvorschriften im Betrieb einzuhalten.
- Der Unternehmer hat in erster Linie die Verpflichtung, dass die Beschäftigten von Schäden an Leib und Leben bewahrt werden.

Dieser ist verantwortlich für:

- Auswahl der leitenden Mitarbeiter
- Bereitstellung der Finanzmittel
- Entscheidungsträger für Sicherheitspolitik und Sicherheitsorganisation im Betrieb

Sicherheitskonzept und Gefährdungsbeurteilung

Unternehmerverantwortung:

- Bestimmte Bereiche der Unternehmerverantwortung können auf betriebliche Vorgesetzte / Fachkräfte durch Einzelaufträge oder arbeitsplatzbezogene Stellenbeschreibungen übertragen werden.
- Dies sollte immer schriftlich und exakt dokumentiert werden.

Gefährdungsbeurteilung

Eine Elektrische Gefährdung bei Arbeiten am HV-System liegt vor, wenn eine Spannung zwischen den aktiven Teilen ab 60 Volt Gleichspannung (DC) oder 30 Volt Wechselspannung (AC) besteht und der Kurzschlussstrom an der Arbeitsstelle den Wert von 3 mA Wechselstrom (AC) oder 12 mA Gleichstrom (DC) übersteigt oder die Energie mehr als 350 mJ beträgt.



Sicherheitskonzept

Elektrotechnischer Laie (sensibilisierte Person).

Dies sind alle Personen die im Kfz-Betrieb tätig sind (z.B. Autowäscher, Reinigungspersonal, Servicepersonal, Lagermitarbeiter).

- Der elektrotechnische Laie im Sinne des HV-Bereiches ist jede Person, die im Umgang mit HV-Fahrzeugen durch eine Sicherheitsunterweisung ausreichend sensibilisiert wurde.
- Sensibilisiert heißt, es wurde auf die Besonderheiten eines HV-Fahrzeuges hingewiesen, die zur sicheren Bedienung notwendig sind. Zudem muss über die Gefahren aufgeklärt werden.
- Das Sicherheitskonzept und Richtlinien des Sicherheitsbeauftragten übermittelt werden.
- Bedeutung und Richtlinien von Warnschildern und Absperrungen vermitteln.
- Die Unterweisung muss dokumentiert werden und gilt nur für den Ort der Durchführung.
- Wurde die Person unterwiesen, so darf diese trotzdem **keine** Tätigkeiten am Fahrzeug durchführen!

Sicherheitskonzept

Haben alle Mitarbeiter die richtige Qualifikation ?

1. Elektrotechnischer Laie (sensibilisierte Person).
2. Elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP).
3. Fachkundiger für Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen in Servicewerkstätten.
4. Fachkundiger für Arbeiten an nicht HV-eigensicheren Fahrzeugen in Servicewerkstätten.
5. Fachkundiger für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten in Servicewerkstätten.

Sicherheitskonzept

Haben die Mitarbeiter die richtige Schutzausrüstung und die vorgeschriebene Werkzeugausrüstung?



Sicherheitskonzept

Kennzeichnung von HV-Fahrzeugen und Arbeitsplatzabsicherung festlegen?
Erste-Hilfe-Einrichtung im Betrieb für jedermann erreichbar und umsetzbar?



Sicherheitskonzept

Wer ist Ansprechpartner / Sicherheitsbeauftragter bei Unklarheiten oder Fragen?

Ist sicher gestellt, dass die entsprechenden Mitarbeiter die Mess- und Prüfgeräte sowie die Messmethodik sicher anwenden können?

Regelwerk aufstellen, umsetzen und überprüfen.

(Beispiel für Werkstattbereich der Kfz-Innung für Hochvolt)

Sicherheitskonzept

Wichtige Hinweise für den Werkstattbereich!

- Absperrungen von HV-Arbeitsplätzen unbedingt beachten.
- Warnschilder an HV-Fahrzeugen und HV-Komponenten sind zu beachten.
- Unbefugte Personen dürfen sich im Werkstattbereich nicht aufhalten.
- Bei Arbeiten an HV-Fahrzeugen persönliche Schutzausrüstung beachten.
- Den Anweisungen des Sicherheitsbeauftragten (Ausbilder) sind Folge zu leisten.
- Den HV-Arbeitsplatz nicht im ungesicherten Zustand von HV-Fahrzeugen und HV-Komponenten verlassen.
- Es muss immer eine zweite Person für die Absicherung der ersten Person einsatzbereit zur Verfügung stehen.

Wichtige Hinweise für den Werkstattbereich!

- Absperrungen von HV-Arbeitsplätzen unbedingt beachten.
- Warnschilder an HV-Fahrzeugen und HV-Komponenten sind zu beachten.
- Unbefugte Personen dürfen sich im Werkstattbereich nicht aufhalten.
- Bei Arbeiten an HV-Fahrzeugen persönliche Schutzausrüstung beachten.
- Den Anweisungen des Sicherheitsbeauftragten (Ausbilder) sind Folge zu leisten.
- Den HV-Arbeitsplatz nicht im ungesicherten Zustand von HV-Fahrzeugen und HV-Komponenten verlassen.
- Es muss immer eine zweite Person für die Absicherung der ersten Person einsatzbereit zur Verfügung stehen.

Druckvorlage für Werkstattbereich

Sicherheitskonzepte und Unterschiede bei Elektrofahrzeugen

1. Eigensichere Elektrofahrzeuge
2. Nicht eigensichere Elektrofahrzeuge
3. Fahrzeuge mit Bordnetzspannung DC kleiner 60 Volt und AC kleiner 30 Volt

HV-eigensicher und HV-nicht eigensichere Fahrzeuge

Was bedeutet der Begriff „Hochvolt (HV) eigensicheres Elektro-Kraftfahrzeug“?

HV-eigensicheres Fahrzeug bedeutet, dass durch technische Maßnahmen am Fahrzeug ein vollständiger Berührungs- und Lichtbogenschutz gegenüber dem HV-System gewährleistet ist.

Dies wird durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Technisch sichere Abschaltung des HV-Systems und automatische Entladung möglicher Energiespeicher vor Erreichen unter Spannung stehender Teile.
- Kabelverbindungen über Stecker in lichtbogensicherer Ausführung und nicht über Schraubverbindungen.
- Sichere Abschaltung bei Entfernen von Abdeckungen des HV-Systems.

Unterschiedliche Sicherheitskonzepte von Elektrofahrzeuge

Frage:

Ist dieser Fahrzeug HV-eigensicher
oder nicht?



Unterschied HV - eigensicher und HV - nicht eigensichere Fahrzeuge



Bild: J. Riedl

HV-eigensicher



Bild: J. Riedl

HV - nicht eigensicher < 60 Volt
Gleichspannung

Unterschied HV - eigensicher und HV - nicht eigensichere Fahrzeuge



HV-Eigensicher



HV - nicht eigensicher < 60 Volt
Gleichspannung

Welche Einrichtungen am HV-Fahrzeug werden benötigt, um einen sicheren Berührungs- und Lichtbogenschutz zu erreichen?

Fahrzeug spannungsfrei Schalten durch Trennen des Wartungssteckers.
(Servicestecker, Disconnecter)



BMW: Roller C-Evolution



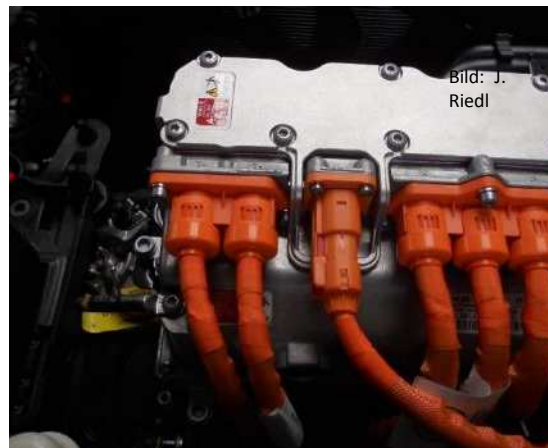
Renault Zoe



VW E-Golf

Welche Einrichtungen am HV-Fahrzeug werden benötigt, um einen sicheren Berührungs- und Lichtbogenschutz zu erreichen?

Kompaktstecksysteme und Verriegelungen die nicht vertauscht werden können.



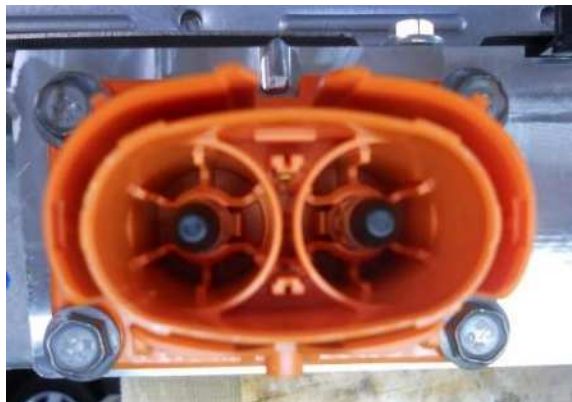
Leistungselektronik VW E-up

PTC-Heizung VW E-Golf

HV-Klimakompressor

Welche Einrichtungen am HV-Fahrzeug werden benötigt, um einen sicheren Berührungs- und Lichtbogenschutz zu erreichen?

Sicheres Abschalten des HV-Systems beim Abstecken von HV-Steckverbindungen, abbauen von Abdeckungen an HV-Komponenten durch ein Pilot-Leitungssystem (Interlock, Sicherheitsschaltung).



Bilder: J.
Riedl



Wartungsstecker Renault Kangoo

Inverter Renault Kangoo

Mikroschalter Pilotleitung

Welche Einrichtungen am HV-Fahrzeug werden benötigt, um einen sicheren Berührungs- und Lichtbogenschutz zu erreichen?

Sicheres Abschalten des HV-Systems beim Abstecken von HV-Steckverbindungen, Abbauen von Abdeckungen in HV-Komponenten durch ein Pilot-Leitungssystem (Interlock, Sicherheitsschaltung).



Bild: J. Riedl

HV-Steckverbindung BMW-Roller

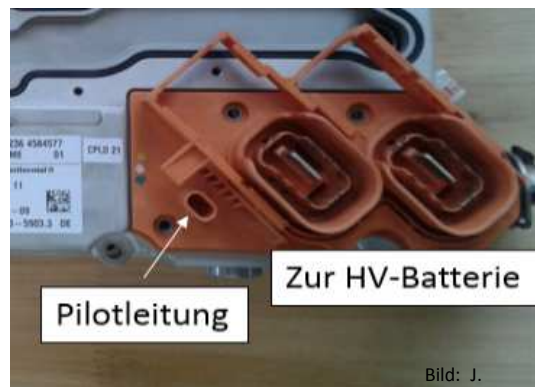


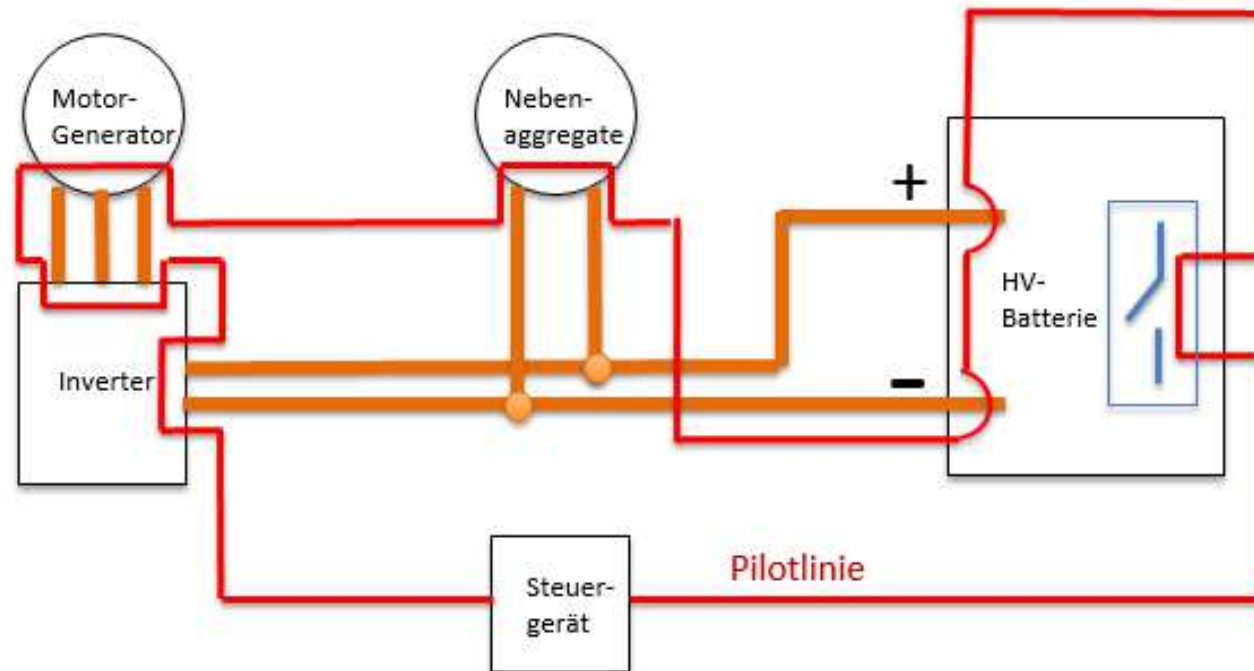
Bild: J. Riedl

Inverter

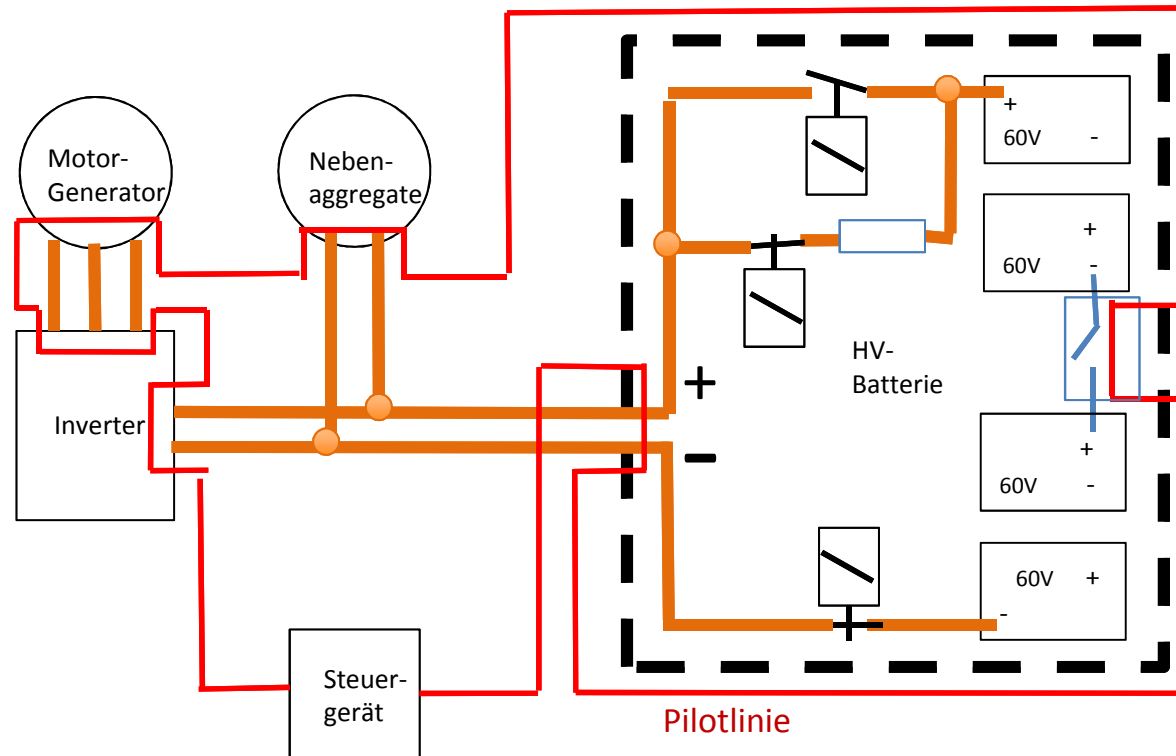


HV-Stecker mit 3-fach-Entriegelung

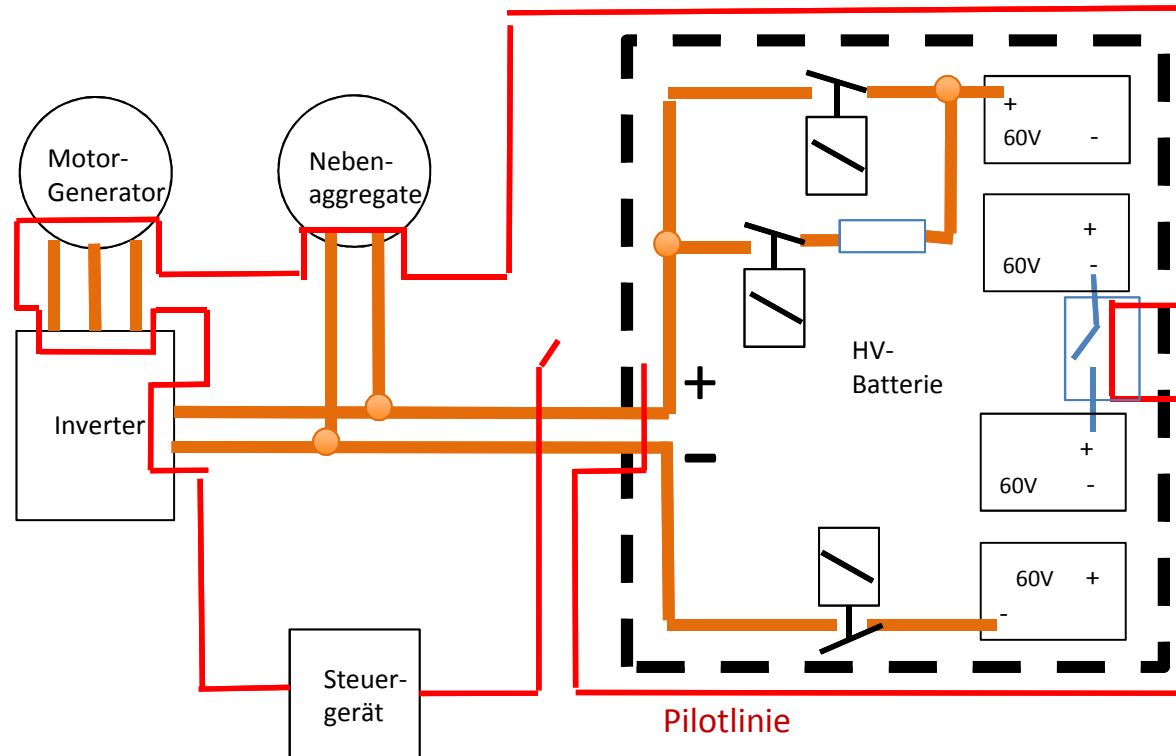
Aufbau einer Pilotlinie



Inbetriebnahme des HV-System über Vorwiderstand > Selbsttest



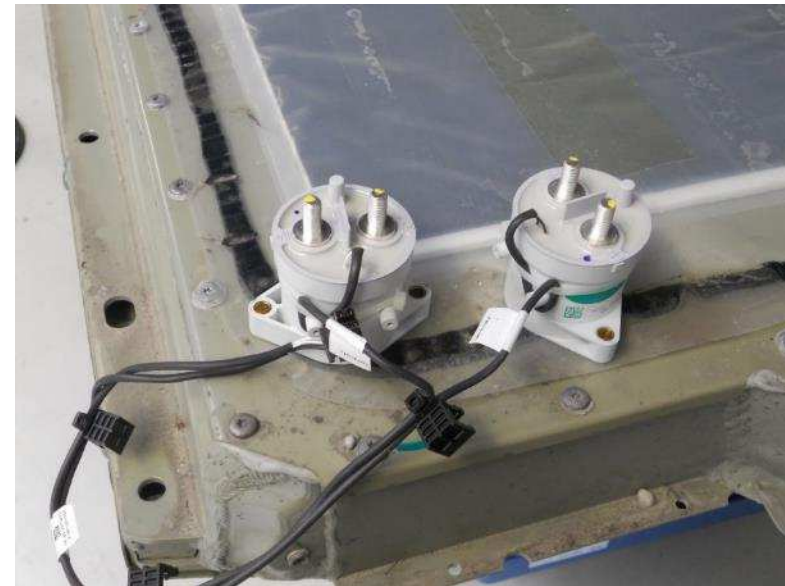
Pilotleitung unterbrochen = HV - System schaltet sich ab



Schütze (Relais) HV+ und HV-



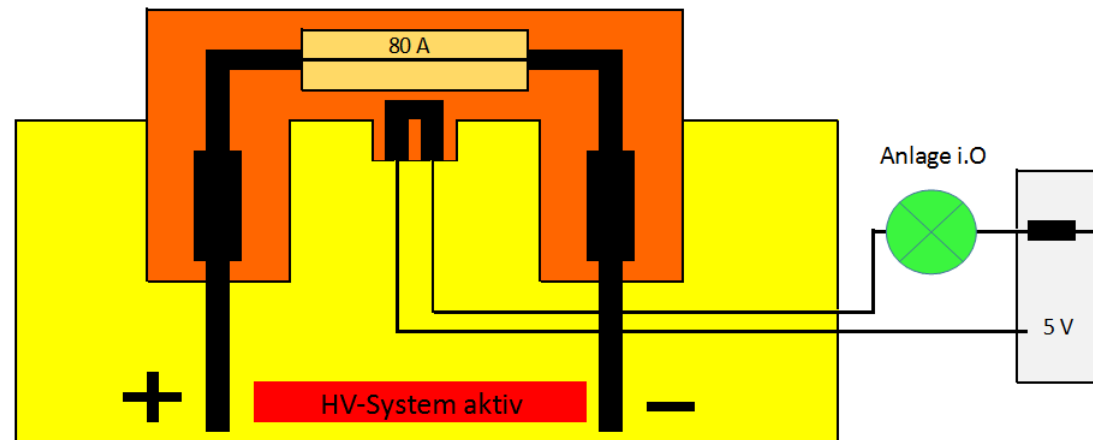
Beispiel: Tesla Model S



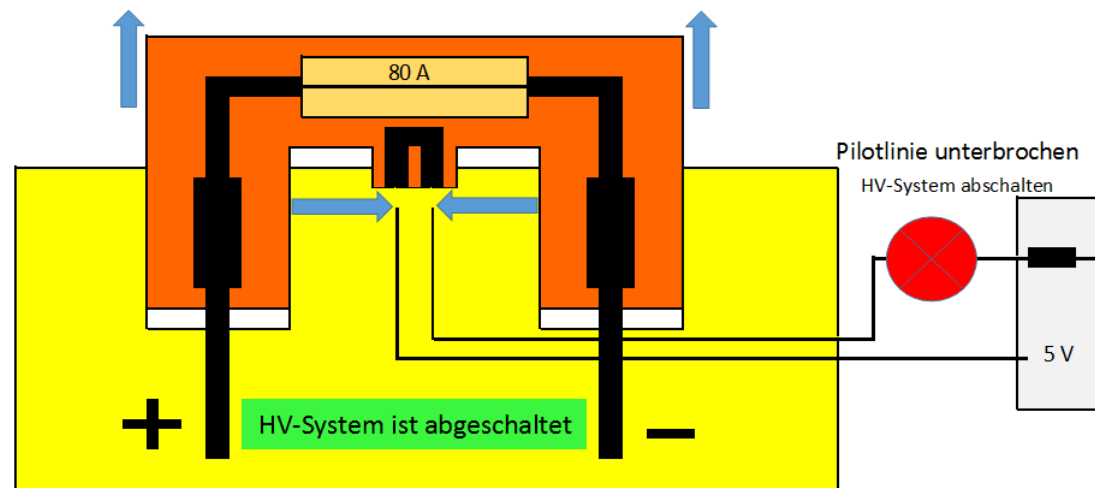
Zusammenfassung:

- Wird die Pilotlinie unterbrochen, so werden die Schütze in der HV-Batterie geöffnet.
- Die Hochvolt-Spannung wird somit sicher abgeschaltet.
- Sehr oft sind HV-Steckverbindung mit 2-fach oder 3-fach Entriegelungsmechanismus ausgestattet.
- Diese Entriegelungssysteme gewähren, dass beim unsachgemäßen abziehen einer HV-Steckverbindung die Pilotleitung sofort unterbrochen wird und dadurch das HV-System noch vor dem trennen des Steckers bereits abgeschaltet ist.
- Dadurch wird vermieden das beim abstecken ein Lichtbogen entstehen kann und keine Gefahr durch spannungsführende Teile besteht.

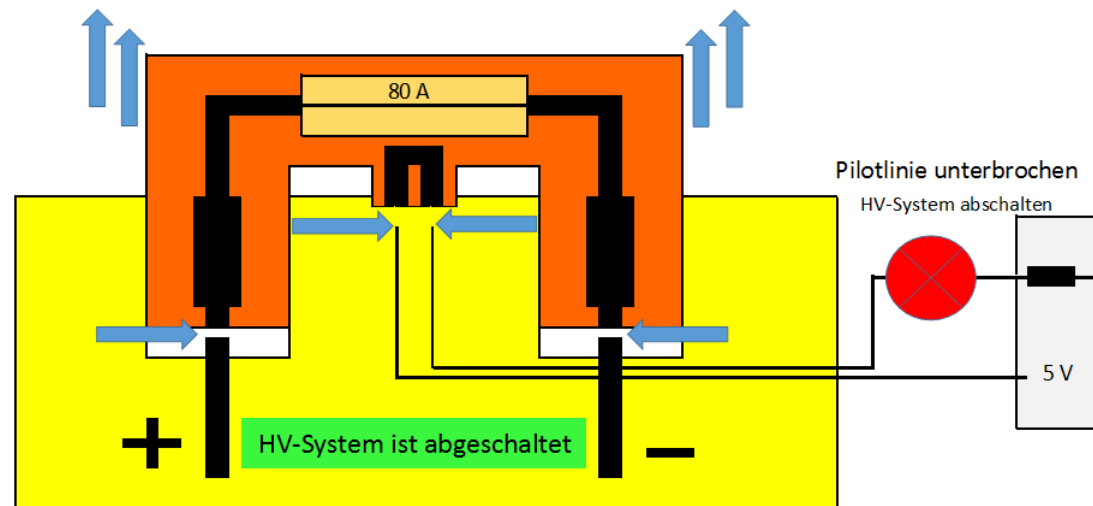
Beispiel: Wartungsstecker mit Pilotleitung



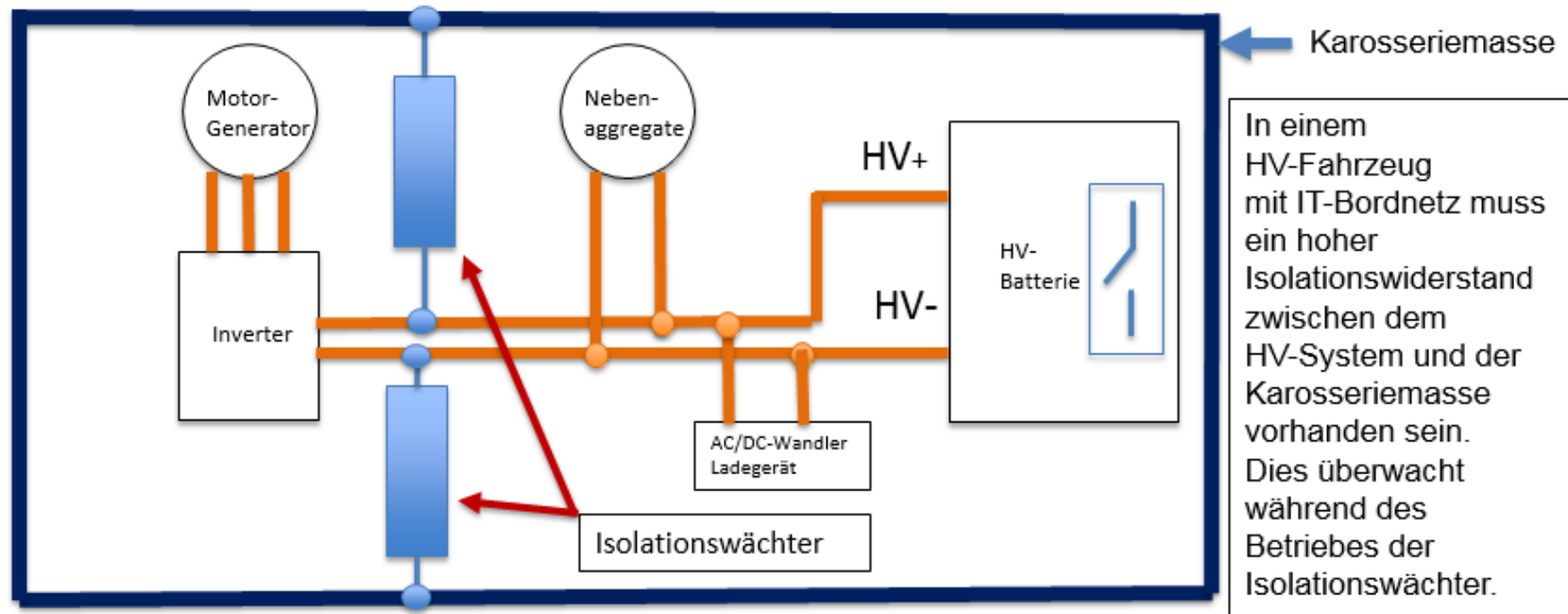
Beim abstecken wird zunächst nur die Pilotleitung unterbrochen.
Das System ist bereits abgeschaltet!



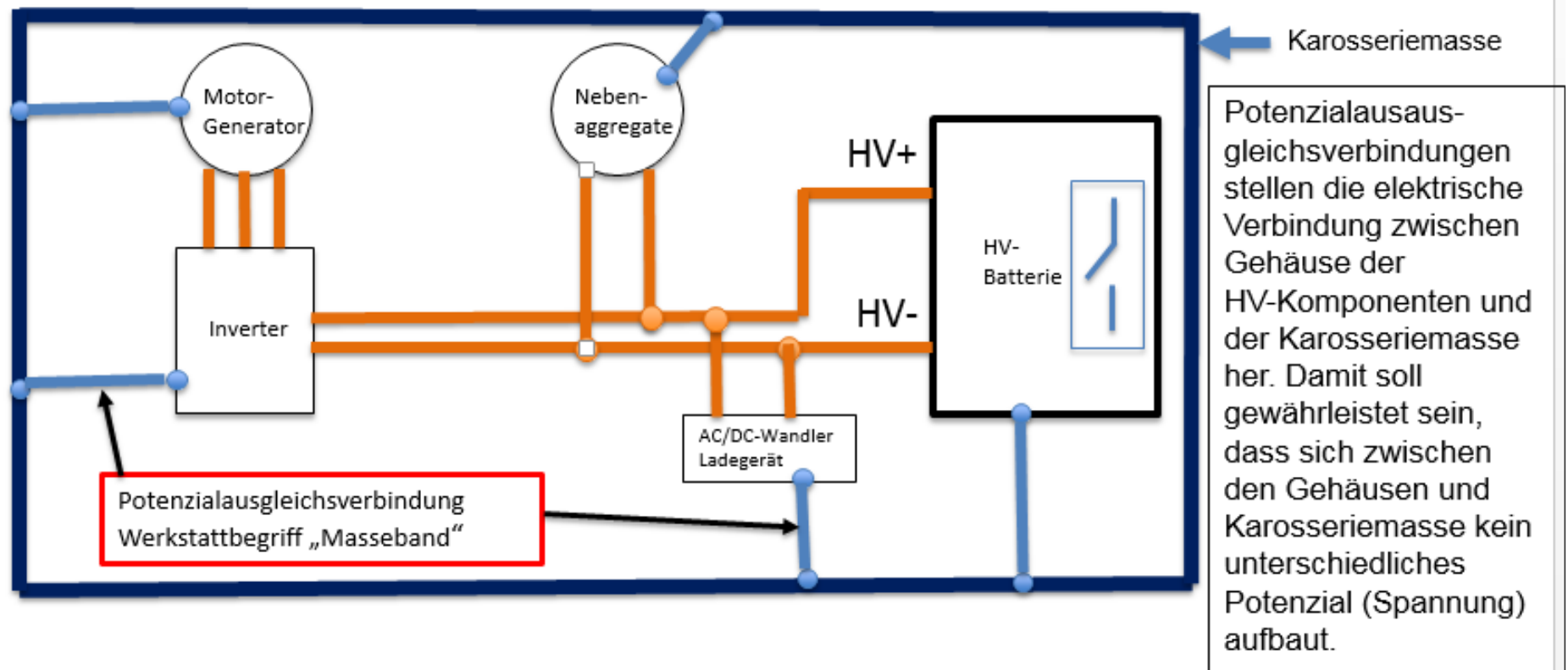
Erst im 2. Schritt werden die HV-Steckkontakte ebenfalls unterbrochen.



Isolationsschutz zwischen HV+ und HV-



Potenzialausgleichsverbindungen



Bilder Potenzialausgleichsverbindungen



Bilder: J. Riedl

Hybridsysteme und Hybridfahrzeuge

Definition:

Ein Hybridfahrzeug ist nach UNO-Definition ein Fahrzeug, in dem mindestens zwei Energiewandler und zwei im Fahrzeug eingebaute Energiespeichersysteme vorhanden sind, um das Fahrzeug anzutreiben.

Energiewandler sind beispielweise Elektro-, Otto- und Dieselmotoren.

Energiespeicher sind beispielweise Akkumulator, Kraftstofftank oder Gastank.

Hybridsysteme und Hybridfahrzeuge

- 1.1 Micro – Hybrid (Start/Stop -Anlage)
- 1.2 Mild – Hybrid (Rekuperieren / Unterstützen beim Anfahren)
- 1.3 Voll – Hybrid (Elektrisch fahren möglich)
 - 1.3.1 Paralleles Hybridkonzept (Elektrisch und konventioneller Antrieb)
 - 1.3.2 Paralleles Hybridkonzept mit Leistungsverzweigung
 - 1.3.3 Plug-In-Hybridkonzept (PHEV) mit Lademöglichkeit von Ladesäule
 - 1.3.4 Serielles Hybridkonzept (Elektrischer Antrieb)

Bezeichnungen Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Kurzbezeichnungen :

BEV = Battery Electric Vehicle

REEV = Range Extended Electric Vehicle

HEV = Hybrid Electric Vehicle

PHEV = Plug in Hybrid Electric Vehicle

Micro-Hybrid

Grundsätzlich kennzeichnet ein Hybridfahrzeug das vorhanden sein zweier unterschiedlicher für den Fahrzeugantrieb eingesetzter Energiewandler, was beim sogenannten Mikrohybrid nicht der Fall ist.



Quelle: Kfz-Tech

Mikrohybridfahrzeuge verfügen über eine Start-Stopp-Automatik und zusätzlich über eine Bremsenergieerückgewinnung zum Laden der Starterbatterie.

Die Elektro-Maschine (Startergenerator) wird aber nicht zum Antrieb des Fahrzeugs genutzt.

Vorteil ist eine Kraftstoffeinsparung durch Motorabschaltung im Stillstand

Kraftstoffeinsparung bis zu 10% sind nach NEFZ-Fahrzyklus möglich.

Mildhybrid

Der Elektroantriebsteil unterstützt den Verbrennungsmotor zur Leistungssteigerung. Die Bremsenergie kann in einer Nutzbremse teilweise wiedergewonnen werden. Als elektromotorische Leistungen werden etwa 6 –14 kW/t angegeben.

Beispiel:

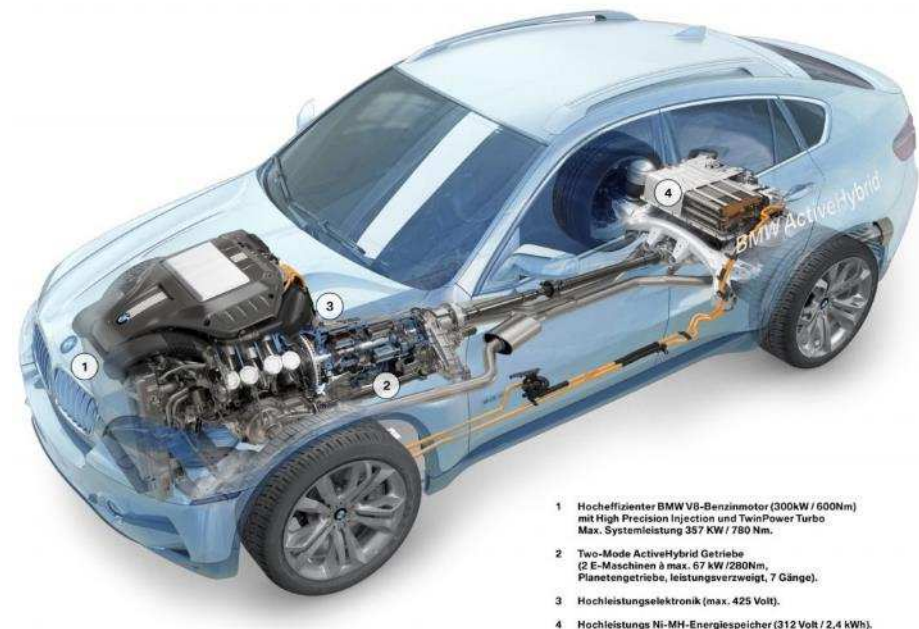
Der Honda Civic Hybrid, der seit Modelljahr 2006 nahezu Vollhybridmerkmale aufweist, sowie der Honda Insight (ab 2009).



Quelle: Kfz-Tech

Vollhybrid

Vollhybridfahrzeuge sind mit ihrer elektromotorischen Leistung von mehr als 20 kW/t in der Lage, auch rein elektromotorisch zu fahren (einschließlich anfahren und beschleunigen) und stellen daher die Grundlage für einen Seriellen-Hybrid dar.



Quelle: Home/Baureihen/BMW X6/Offizielle Bilder & Infos zum BMW X6 Active Hybrid

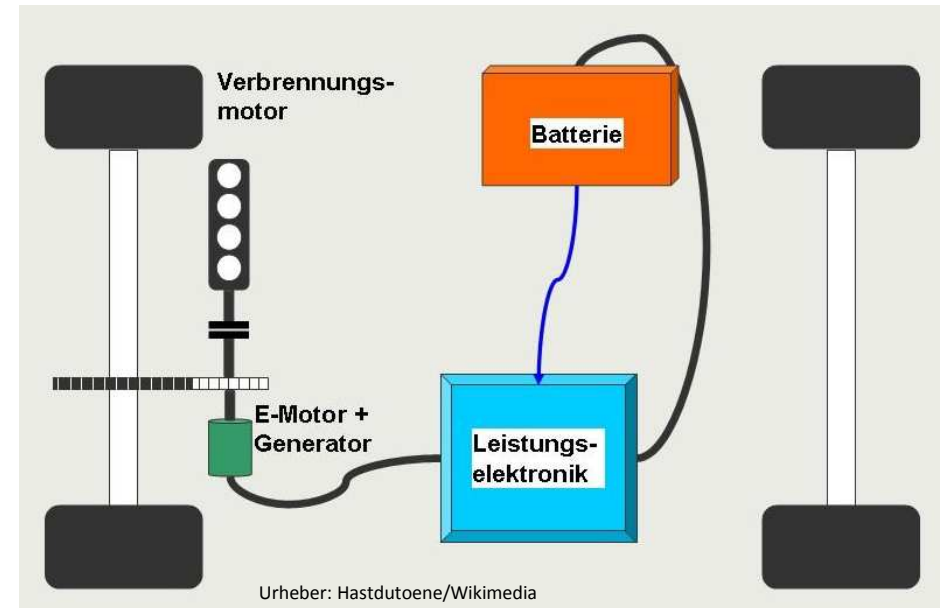
Übersicht der Funktionen bei verschiedenen Hybridarten

	Micro-Hybrid	Mild-Hybrid	Voll-Hybrid
Start-Stop-Funktion	Ja	Ja	Ja
Bremsenrückgewinnung (Rekuperieren)	Bedingt möglich	Ja	Ja
Antriebsunterstützung (Boosten)	Ausnahmen bedingt möglich	Ja	Ja
Rein elektrisches Fahren	nein	Bedingt möglich (Abhängig von der Größe des Elektromotors)	Ja

Paralleler Hybrid

Anders als beim seriellen Hybridantrieb wirken beim parallelen Hybridantrieb der oder die Elektromotor(en) gemeinsam mit dem Verbrennungsmotor auf den Antriebsstrang. In mindestens einem Betriebszustand sind die Kräfte oder Drehmomente der einzelnen Antriebe gleichzeitig verfügbar.

Das ermöglicht eine schwächere Auslegung des Elektromotors und des Verbrennungsmotors, was Kosten, Gewicht und Bauraum spart, im Falle des Verbrennungsmotors auch Kraftstoff (downsizing).



Zusammenfassung - Parallele Hybridsysteme

- Der Verbrennungsmotor und der Elektromotor sind mechanisch mit den Antriebsrädern gekoppelt.
- Neben den beiden Antriebsmotoren und Speicher werden ein oder mehrere Getriebe, Kupplungen oder Freiläufe benötigt. Es muss nicht zwingend eine Kupplung zwischen Elektro- und Verbrennungsmotor sein.
- Beide Antriebssysteme können sowohl jeweils einzeln als auch gleichzeitig zum Vortrieb des Fahrzeugs benutzt werden.
- Aufgrund der Leistungsaddition können beide Motoren relativ klein ausgelegt werden, ohne dass Leistungseinbußen vorhanden sind.
- Meist wird der elektrische Antriebszweig für den Stadtverkehr ausgelegt (begrenzter, emissionsfreier Fahrbetrieb), während der leistungsstärkere Verbrennungsmotor für Überland- und Autobahnfahrten benutzt wird.

Plug in Hybrid-System (PHEV)

Eine Erweiterung der Hybrid-Technik stellen die Plug-in-Hybride (PHEV) dar, diese versuchen den Kraftstoffverbrauch weiter zu senken, indem die Akkus nicht mehr ausschließlich durch den Verbrennungsmotor, sondern zusätzlich auch am Stromnetz aufgeladen werden können. Bei diesem Konzept wird gesteigerter Wert auf eine Vergrößerung der Akkukapazität gelegt, um auch größere Strecken ohne lokale Emissionen zurücklegen zu können. Bei ausreichender Kapazität (etwa 60 bis 80 Kilometer) können Kurzstrecken so ausschließlich im Elektrobetrieb zurückgelegt werden, während der Verbrennungsmotor lediglich als Generator zum Nachladen der Batterien verwendet wird, um auch größere Strecken zu ermöglichen. Dieser Technologie wird im Rahmen der Diskussion um die Elektromobilität eine große Zukunft vorhergesagt, da über 80 % aller im Alltag gefahrenen Strecken innerhalb dieser Batterien-Reichweite liegen.



Elektro- Fahrzeuge (BEV)

„Batteriebetriebenes Elektro-Straßenfahrzeug“

Ein Fahrzeug mit Aufbau, das für die Benutzung im Straßenverkehr bestimmt ist und ausschließlich von einem Elektromotor angetrieben wird, dessen Antriebsenergie ausschließlich von einer in das Fahrzeug eingebauten Antriebsbatterie geliefert wird.

Da das Elektroauto im Betrieb (Tank-to-Wheel) keine relevanten Schadstoffe emittiert, wird es auch als Zero Emission Vehicle (ZEV) eingestuft.



Elektro- Fahrzeuge (BEV)

BMW i3 - Technische Daten:

Nennleistung Elektromotor	75 kW bis 4800 1/min
Spitzenleistung Elektromotor	125 kW
Max. Drehmoment	250 Nm ab 1/min
Beschleunigung 0-100 km/h	7,2 Sekunden
Endgeschwindigkeit	150 km/h
Energieverbrauch (NEFZ)	12,9 kWh/100km
Elektr. Reichweite (NEFZ)	bis zu 200 km
Praxisnahe Reichweite	120 – 150 km
Batteriekapazität	21,6 kWh
Batteriekapazität nutzbar	18,8 kWh
Batterietyp	Lithium-Ionen-Zellen 96 Stück in 8 Module
Nennspannung	360 Volt
Leergewicht	1270 kg
Zulässiges Gesamtgewicht	1620 kg



Bauteile im Hochvoltsystem



DC/DC Wandler



HV-
Klimakompressor



HV-Heizung



Ladesteckdose



Ladegerät AC-DC
Wandler



Elektromotor



Inverter AC/DC Wandler



Hochvolt-Akku

Bauteile Volvo C30 (Elektrofahrzeug EV)



Inverter / Leistungselektronik

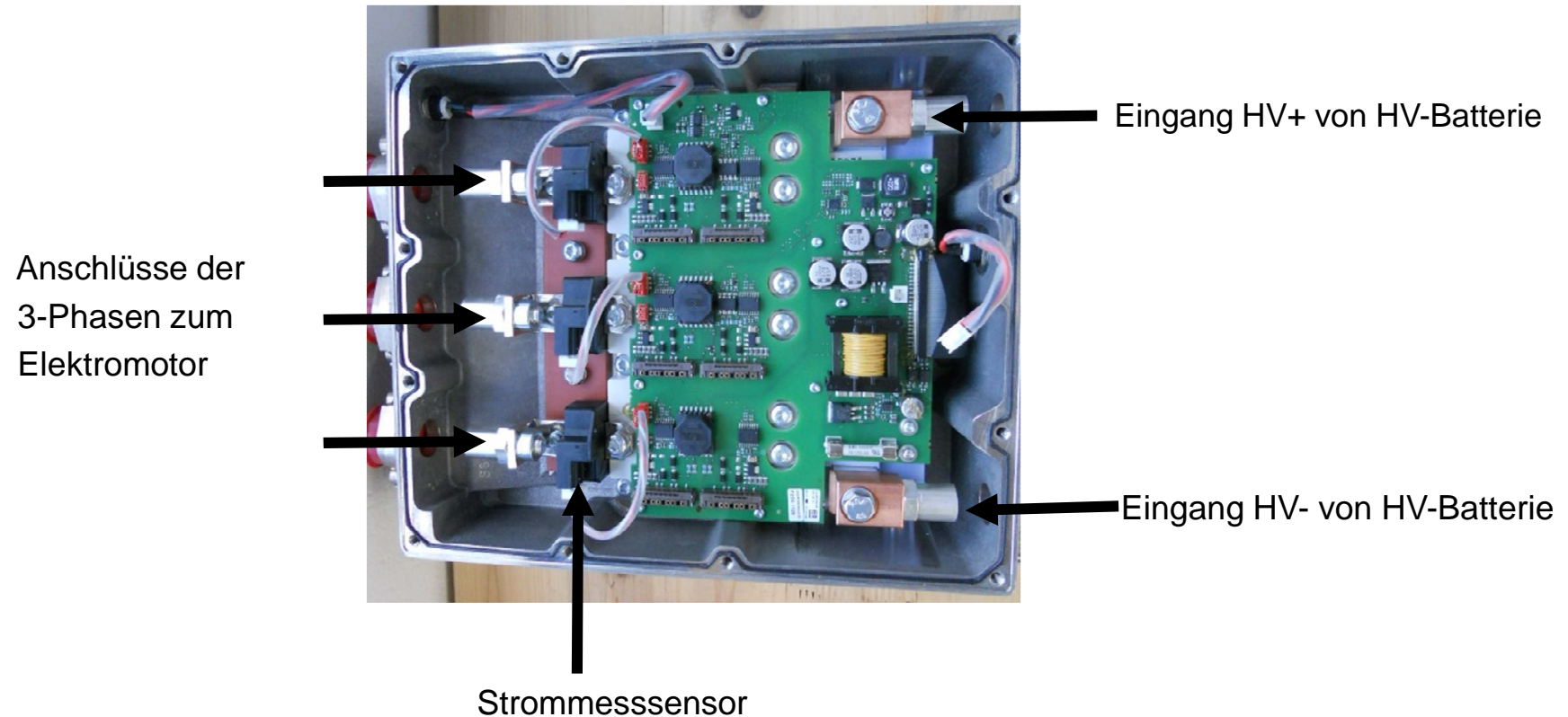


Elektromotor / E-Maschine



HV-Batterieeinheit

Inverter /Leistungselektronik



Inverter /Leistungselektronik



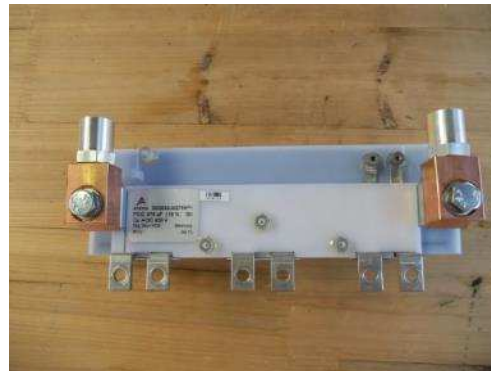
Der Inverter ist das Bindeglied zwischen HV-Batterie (Gleichspannung) und dem 3-phasigen Elektromotor (Wechselspannung).

Der Inverter wandelt die Gleichspannung von der HV-Batterie in 3-phasige Wechselspannung um.

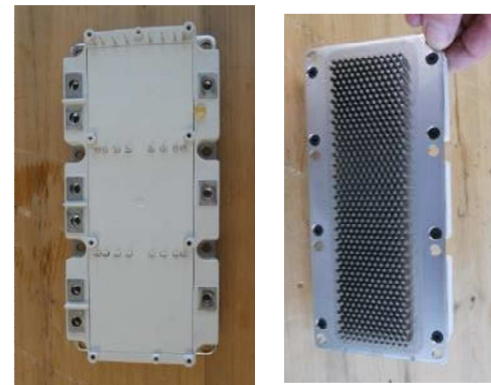
Er kann Drehrichtung, Drehzahl und Drehmoment verändern und steuern.

Bei der Rekuperation (Energie-Rückgewinnung) wird beim Bremsen die E-Maschine als Generator benutzt und die erzeugte 3-phasige Wechselspannung im Inverter wieder in Gleichspannung umgewandelt die in der HV-Batterie gespeichert werden kann.

Bauteile im Inverter / Leistungselektronik



Kondensatoreinheit für
Zwischenstromkreis



Hochleistungstransistoren mit Kühlkörper
(Igelform) für Wasserkühlung

Achtung: Beim Kühlerfrostschutz immer
Herstellervorgaben beachten!

Die Verträglichkeit der
Kühlmittelzusammensetzung sowie der
Materialzusammensetzung des
Gehäuses muss gegeben sein.

IGBT-Modul (Insulated-gate bipolar transistor - Modul)



Der IGBT kann wie eine Kombination aus Feldeffekt-Transistor und Bipolarem Transistor betrachtet werden.

Typischer Einsatzbereich:

- Anwendungen im Automobil
- Hybrid- und Elektrofahrzeuge (HEV + EV)

Elektrische Eigenschaften:

- Hohe Spannungsfestigkeit bis 650 Volt
- Implementierter Kollektorstrom 800 A
- Periodischer Kollektor-Spitzenstrom bis 1600 A
- Hoher Temperaturbereich bis 150 °C

Mechanische Eigenschaften:

- 2,5 kV AC 1min Isolationsfestigkeit
- Direkt gekühlte Bodenplatte
- Hohe Leistungsdichte

E-Maschine / Elektro-Antriebsmotor - Vorteile gegenüber Verbrennungsmotor

- Wesentlich höherer Wirkungsgrad
- Maximales Drehmoment bereits im Stillstand anliegend
- Sehr großer Drehzahlbereich
- Einfach steuerbare Drehrichtung
- Während des Betriebes keine Abgasemissionen
- Sehr geringe Geräusentwicklung
- Geringer Verschleiß
- Kompaktes Baumaß
- Geringes Gewicht
- Generatorbetrieb möglich (Energierückgewinnung)

Unterschied der E-Motor-Varianten für Elektro-Fahrzeuge

Synchronmotor	Asynchronmotor
hoher Wirkungsgrad	systembedingter Schlupf
hohe Leistungsdichte	einfacher Aufbau
sehr direktes Ansprechverhalten	robust
exakte Drehzahlregelung möglich	relativ geringe Herstellungskosten
kompakte Bauweise	Reaktion auf Belastungswechsel sehr elastisch

Asynchronmotor

- Die Drehzahl des Rotors folgt dem Statorfeld asynchron.
- Das Drehmoment wird über die Spannungshöhe geregelt.
- Es wird ein Drehzahlgeber/Sensor benötigt um die Drehzahl des Rotors zu erfassen.
- Ansteuerung vom Inverter erfolgt über eine pulswellenmodulierte, in ihrer Frequenz veränderbare, Wechselspannung!

E-Maschine – Asynchron – Beispiel Volvo C30



E-Maschine/Elektromotor
Leistung 89 kW
Drehmoment 250 Nm



Anschlussgehäuse
3 Phasen-Leitungen
Kurzschluss-Schütze



Rotor als Käfigläufer

Stator-Wicklung

Drehzahlsensor für Rotor



84

Synchronmotor (permanent- oder fremderregt)

- Die Drehzahl des Rotors folgt dem Stator Drehfeld synchron.
- Die Drehzahl hängt direkt von der vorgegebenen Frequenz ab.
- Das Drehmoment wird über die Spannungshöhe geregelt.
- Es wird ein Positionsgeber/Sensor benötigt. Damit die Position des Rotors exakt festgestellt werden kann. Das Drehfeld am Stator kann max. 90° zur Lage des Rotors vorgestellt werden.
- Ansteuerung vom Inverter erfolgt über eine pulsweitenmodulierte, in ihrer Frequenz veränderbare, Wechselspannung!

E-Maschine – Synchron – Beispiel Renault Zoe



HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Das Fahrzeug verfügt über zwei Batterieeinheiten:

- 1x im Mitteltunnel wie im Bild
- 1x über der Hinterachse

Batteriekapazität (gesamt) 24 kW

Gewicht (gesamt) 330 kg

Betriebsspannung 350 V

Batteriegehäuse luftgekühlt

Lithium- Ionen-Zellen

Achtung beim öffnen der HV-Batterie!

Qualifizierungsstufen beachten!

Um Arbeiten im Hochvolt-Energiespeicher durchführen zu dürfen, benötigt man die Qualifizierungsstufe laut DGUV 200-005 3.3, die folgendermaßen beschrieben ist.

Stufe 3.3

Fachkundiger für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Komponenten in Servicewerkstätten.

Elektrische Gefährdung bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen

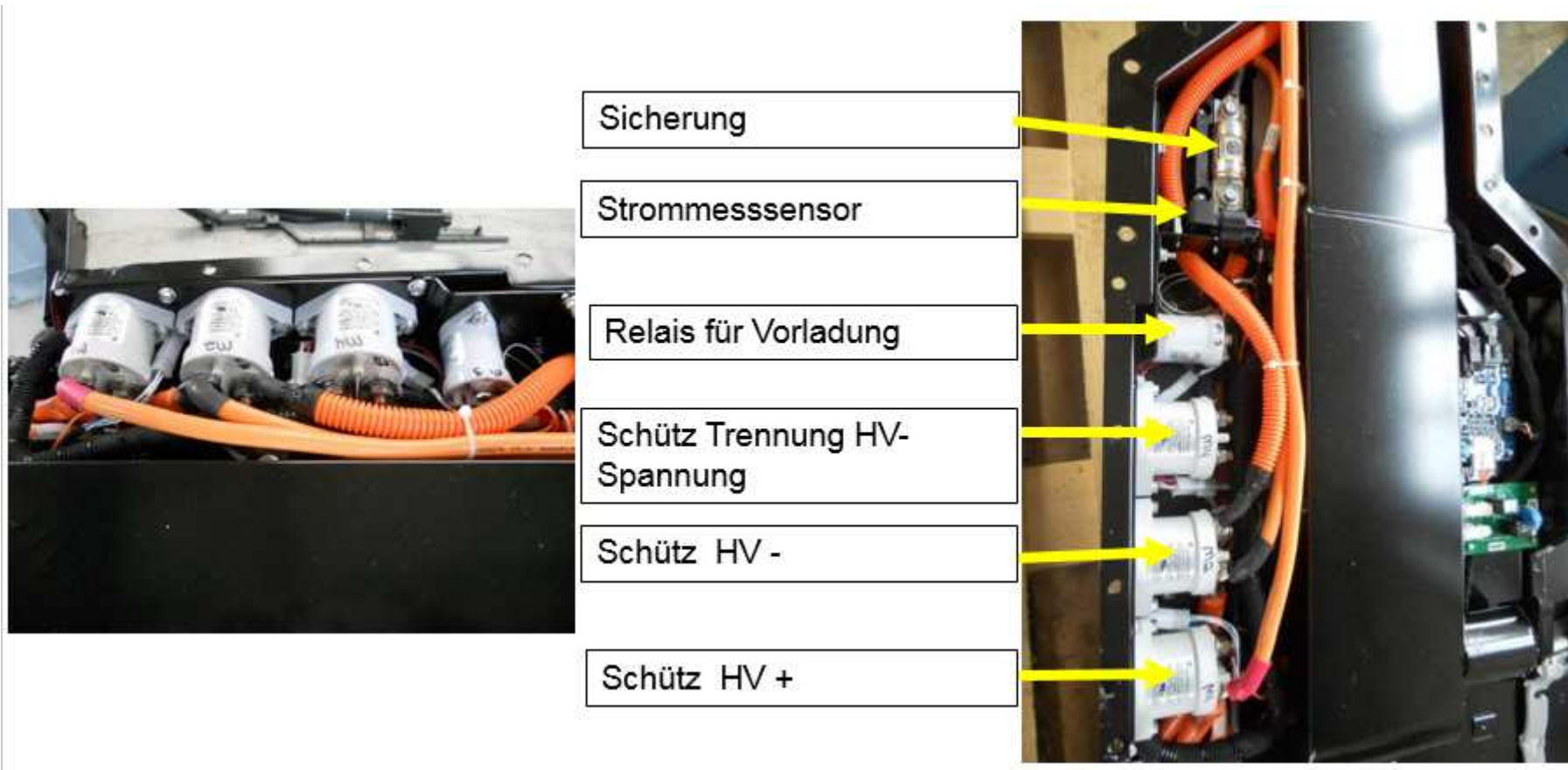
Schutzmaßnahmen und Schutzeinrichtungen:



HV-Batterie geöffnet



HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30

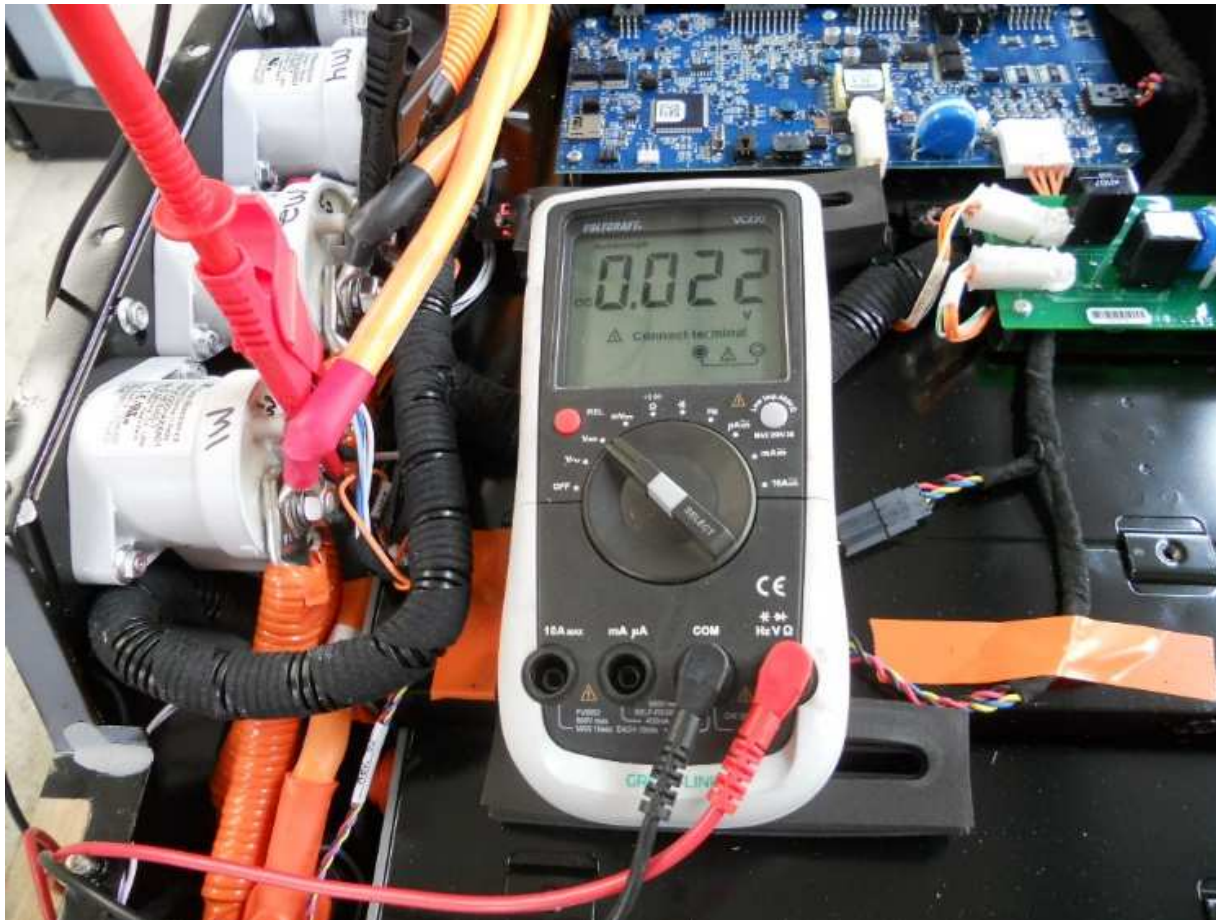


HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Messung von
HV+ Ausgang vom Schütz
zu
HV- Ausgang vom Schütz
(Ausgang ist bezeichnet
zum Inverter)

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



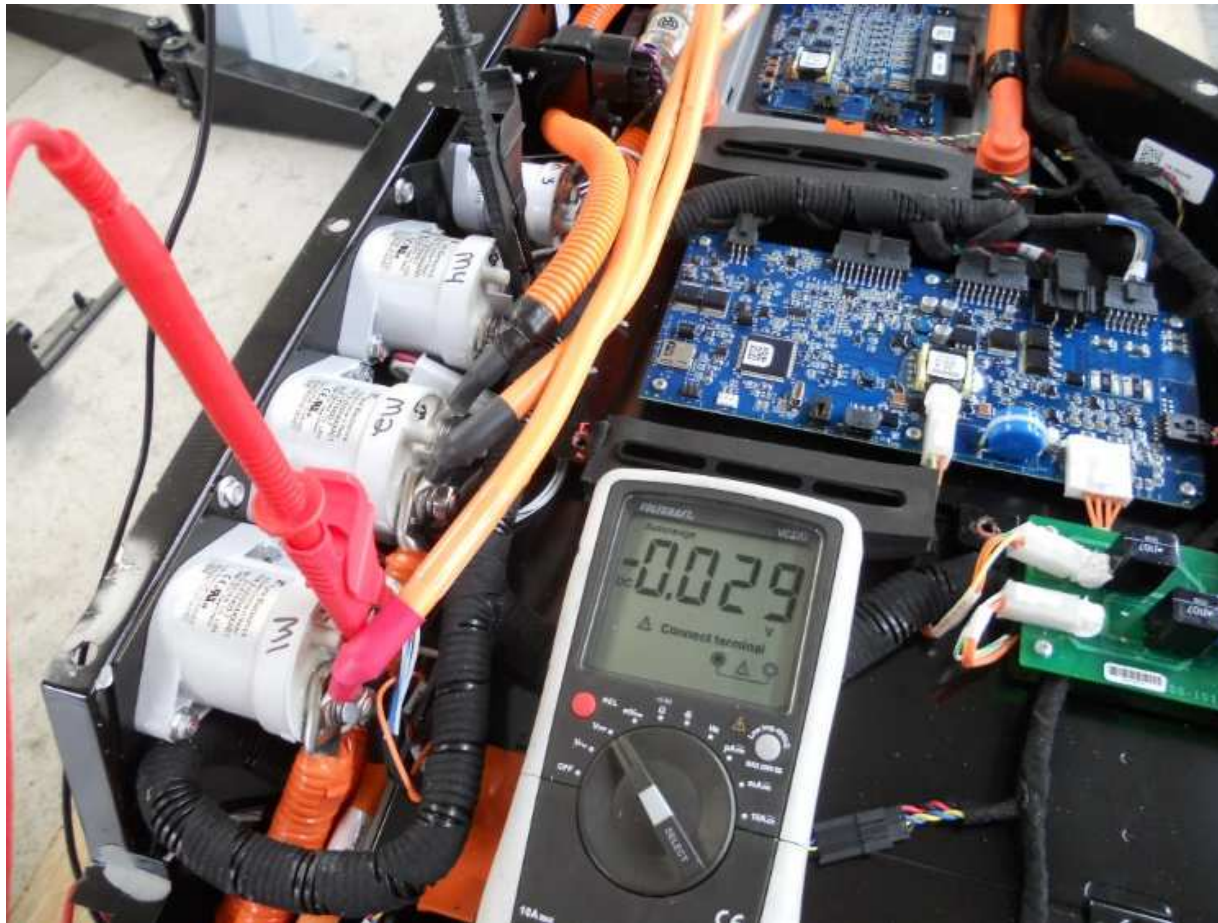
Messung von
HV+ Eingang vom Schütz
zu
HV- Eingang vom Schütz

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Messung von
HV+ Eingang vom Schütz
zu
HV- vom Trennschütz

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Messung von
HV+ Eingang vom Schütz
zu
HV+ vom Trennschütz

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Messung von
HV- Eingang vom Schütz
zu
HV+ vom Trennschütz

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Messung von
HV- Eingang vom Schütz
zu
HV- vom Trennschütz

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30

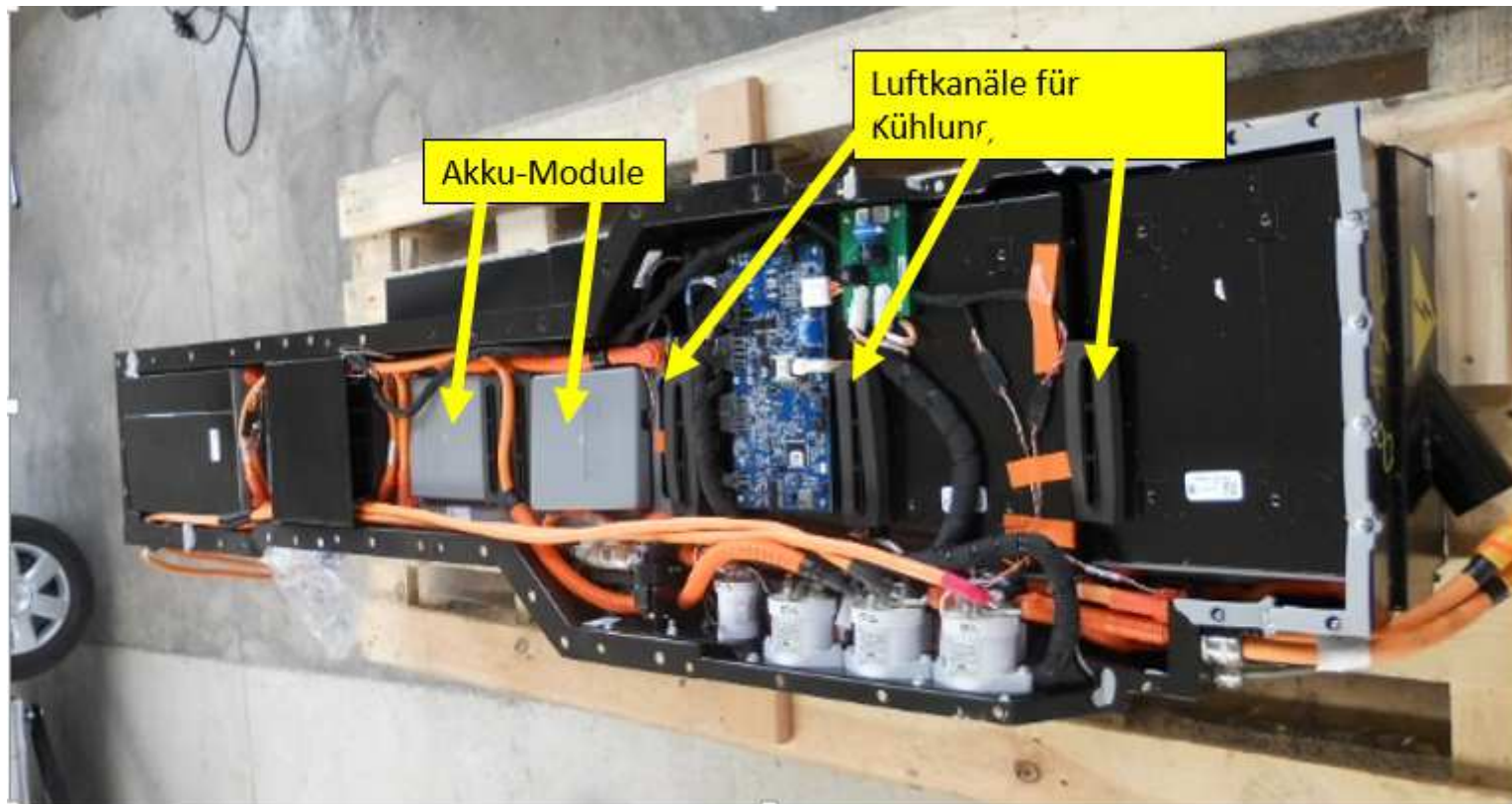
Achtung: Elektrische Gefährdung!!!



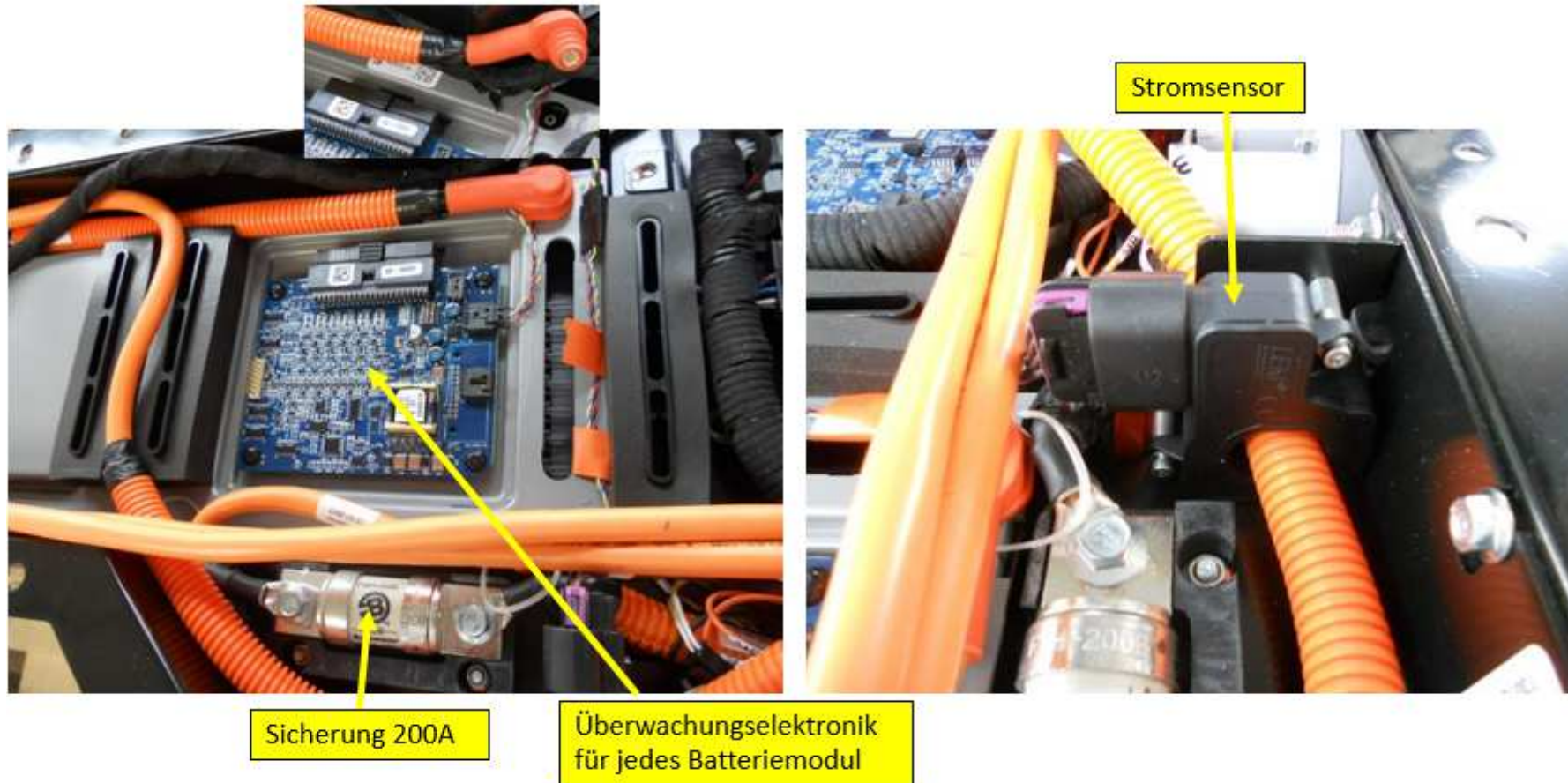
Achtung beim Öffnen einer HV-Batterie-Einheit:

Auch wenn das Fahrzeug so lange gefahren wird bis es wegen leerer Batterie stehen bleibt, besteht weiterhin Lebensgefahr!

HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



HV-Batterie-Einheit am Beispiel Volvo C30



Messmethode und Messgeräte für HV-Systeme

Messmethode:

- Widerstandsmessung
- Strommessung
- Spannungsmessung
- Spannungsmessung ohne und mit Last
- Spannungsabfallmessung

Messgeräte:

- Prüflampe
- Multimeter
- Diodenprüflampe

Spannungsmessung

Bei der Spannungsfreischaltung des HV-Systems wird mit einer Spannungsmessung überprüft, ob das HV-Fahrzeug wirklich 100-prozentig spannungsfrei ist.

Wichtige Faktoren:

- Geeignetes Messgerät verwenden (Normen IEC 61243-3 und DIN VDE 0682 Teil 401)
- Messgerät und Messmethode muss vom Anwender sicher beherrscht werden.
- Messpunkte des Herstellers beachten, Messpunkte exakt kontaktieren.
- Messgerät vor und nach der Messung auf Funktion überprüfen.
- **Achtung!! Auch ein defektes Messgerät kann die Spannung „0“ messen und anzeigen.**

Spannungsmessung



Bilder: J. Riedl

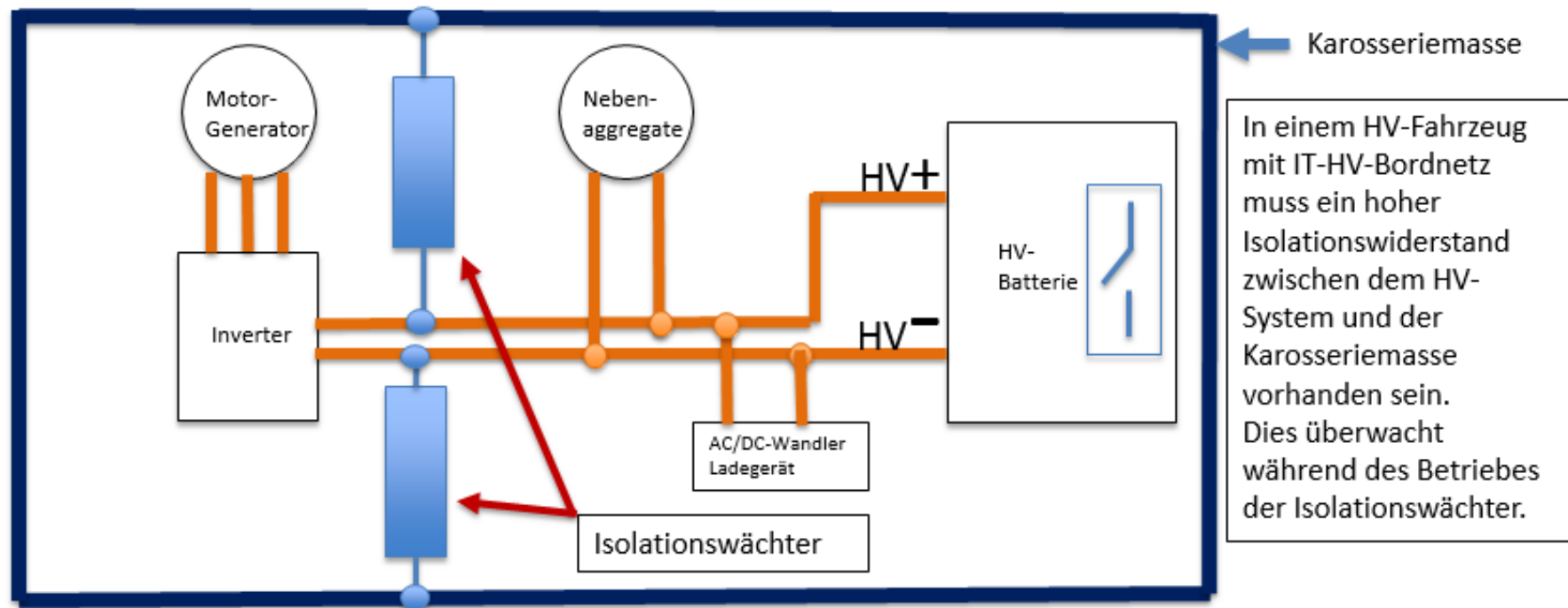
Isolationsmessung

Nach einer Reparatur im HV-System wird im spannungsfreien Zustand der ausreichende Isolationsschutz zwischen dem Hochvolt-System und der Karosseriemasse geprüft.

Wichtige Faktoren:

- Isolationsmessung soll vor der Inbetriebnahme der elektrischen Anlage erfolgen.
- Prüfvorschrift DIN VDE 0105-100 oder VDE0105-100:2009-10 (Betrieb von elektrischen Anlagen)
- Isolationsmessgerät nach DIN EN 61557-2 VDE 0413-2:2008-02
- Messgerät und Messmethode muss vom Anwender sicher beherrscht werden.
- Messpunkte und Prüfspannung des Herstellers beachten, Messpunkte exakt kontaktieren.
- Die Isolationsmessung sollte mit einer Prüfspannung die über der HV-Bordnetzspannung liegt, durchgeführt werden.
- Die Isolationswerte des Herstellers beachten (Werte über 1 M Ω sind sehr oft zu finden).

Isolationsschutz zwischen HV+ und HV-



Isolationsmessung



Bilder: J. Riedl

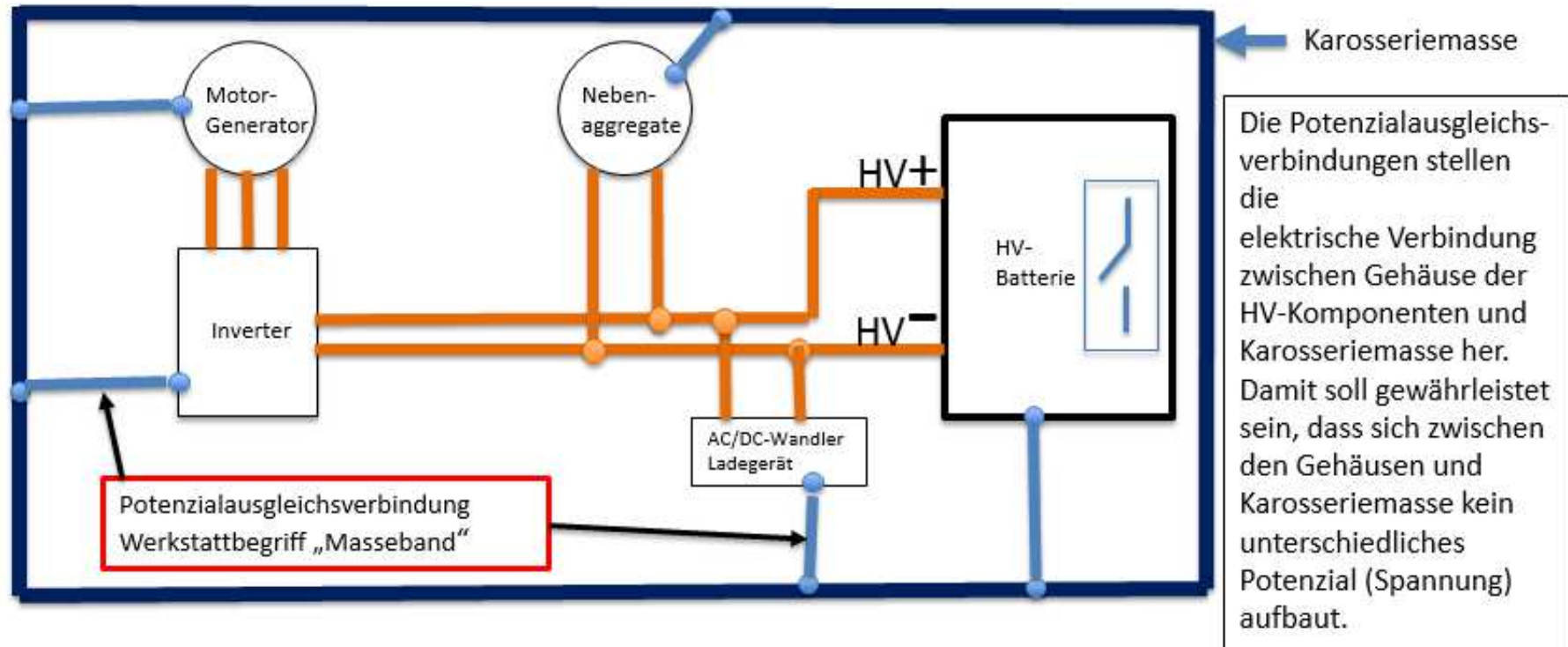
Potenzialausgleichsmessung

Nach Aus- und Einbau von HV Komponenten wird im spannungsfreien Zustand die ausreichende Leitfähigkeit der Verbindungskabel (Massebänder) zwischen den Gehäusen der Hochvolt-Komponenten und der Karosseriemasse geprüft.

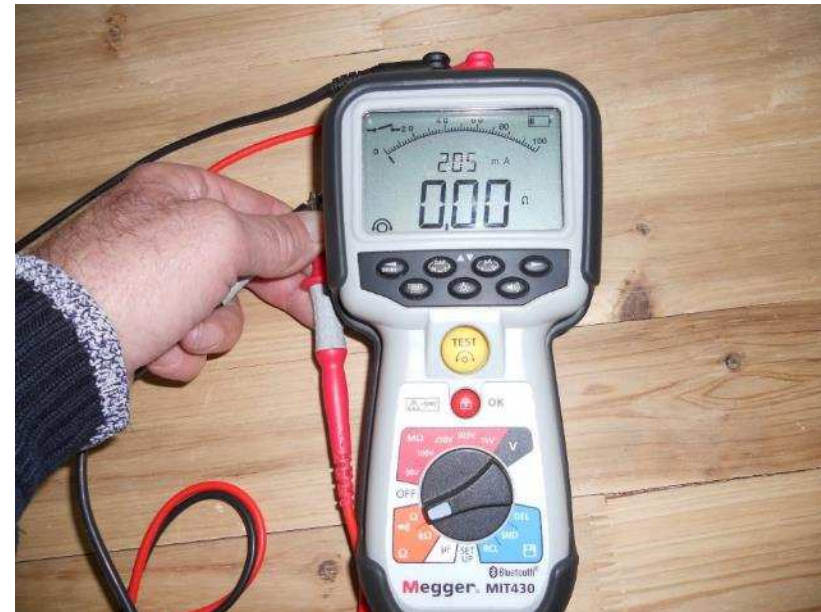
Wichtige Faktoren:

- Die Isolationsmessung muss vor der Inbetriebnahme der elektrischen Anlage erfolgen.
- Die Widerstandsmessung ist mit einem Messgerät von mindestens 200mA Prüfstrom im 4-Pol Messverfahren durchzuführen.
- Die HV-Komponenten sind isoliert aufzustellen, damit nur die vom Hersteller definierte Verbindungsstellen zwischen Gehäuse und Fahrzeugkarosserie gemessen wird.
- Messgerät und Messmethode muss vom Anwender sicher beherrscht werden (Null-Abgleich).
- Messpunkte und Prüfspannung des Herstellers beachten, Messpunkte exakt kontaktieren.
- Der Potenzialausgleichswiderstand muss kleiner als $0,1 \Omega$ betragen (gemäß ECE-R100)

Potenzialausgleichsverbindungen



Potenzialausgleichsmessung



Spannungsfreischaltung und Inbetriebnahme des HV-Systems

Schulung von Fachkundigen für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen

Aus- und Einbau der HV-Batterie am Beispiel des Renault Kangoo ZE

Dieser Vortrag sollte einen Einblick für Reparaturabläufe in der Werkstatt aufzeigen.
Dies ist eine eigene Zusammenstellung zur Dokumentation und erhebt nicht den Anspruch auf Richtigkeit, Vollständigkeit und es entspricht keine Reparaturanleitung des Herstellers.
Deshalb wird keine Haftung übernommen.

Werkstattauftrag Renault Kangoo ZE

1. HV-Batterie zwecks Unfallinstandsetzung ausbauen
2. HV-Batterie zwischenlagern
3. HV-Batterie wieder einbauen
4. Fahrzeug wieder in Betrieb nehmen



Grundvoraussetzung für die Durchführung dieses Auftrages

- Qualifiziertes Personal
Laut DGUV 200-005 mindestens Qualifizierungsstufe 3.1
= Fachkundiger für HV-eigensichere Systeme.
- Die notwendige PSA ist vorhanden.
- Ein geeigneter Arbeitsplatz und Arbeitsmittel für HV-Fahrzeuge sind vorhanden.
- Die Erste-Hilfe-Station ist auf dem aktuellen Stand.



Elektro- und Hybridfahrzeug kennzeichnen.

- Es müssen immer die Richtlinien und Vorgaben des Fahrzeugherstellers beachtet und eingehalten werden. (Produkthaftung)
- Kennzeichnen des Fahrzeuges zur Erkennung eines HV-Fahrzeuges der Werkstatt.
- Dreieckshut mit Warnhinweis Blitz am Fahrzeug sichtbar anbringen.
- Es sollte jede Person im Werkstatt- Lager- und Verkaufsbereich auf diese Warnschilder und Warnhinweise sensibilisiert werden.



Arbeitsplatz absichern

- Arbeitsplatz mit Kunststoffketten absperren.
- Abgrenzung des Arbeitsplatzes damit sich kein unbefugtes Personal im abgesicherten Bereich befindet.
- Damit ungestörtes und konzentriertes Arbeiten am HV-System möglich ist.



Vorbereitende Maßnahmen

Ladekabel abstecken und gegen unbefugte Inbetriebnahme sichern.



Vorbereitende Maßnahmen

Zündschlüssel abziehen und gegen Wiedereinbetriebnahme sichern.



Vorbereitende Maßnahmen

12V Fahrzeugbatterie abklemmen und gegen unbefugte Inbetriebnahme sichern.



Wartungsstecker bzw. Disconnect-Stecker ziehen

- Nur geprüfte Schutzhandschuhe verwenden.
- Prüfen dass die Schutzhandschuhe nicht beschädigt sind durch:
 - Aufblasen der Handschuhe
 - Aufrollen der Handschuhe
- Schwarze Schutzabdeckung entfernen.

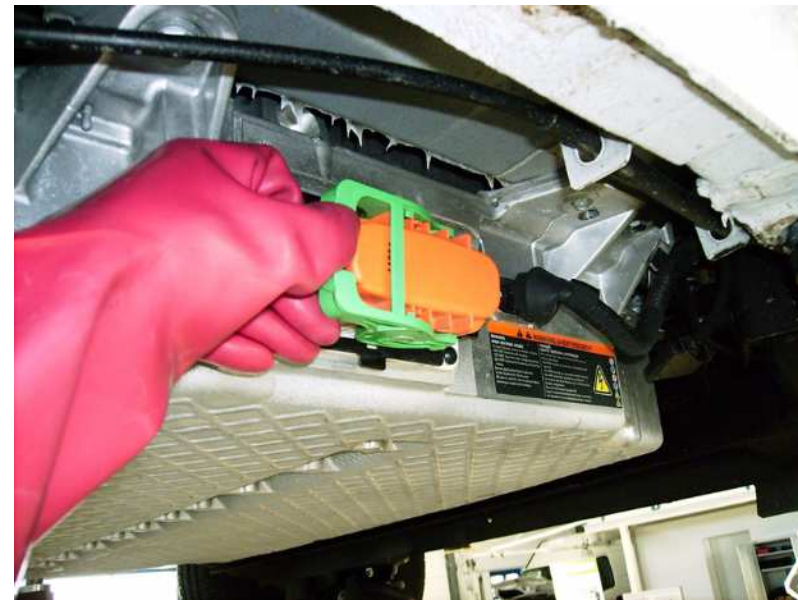


Wartungsstecker bzw. Disconnect-Stecker ziehen

Die Schutzabdeckung ist entfernt



Jetzt den Wartungsstecker entfernen

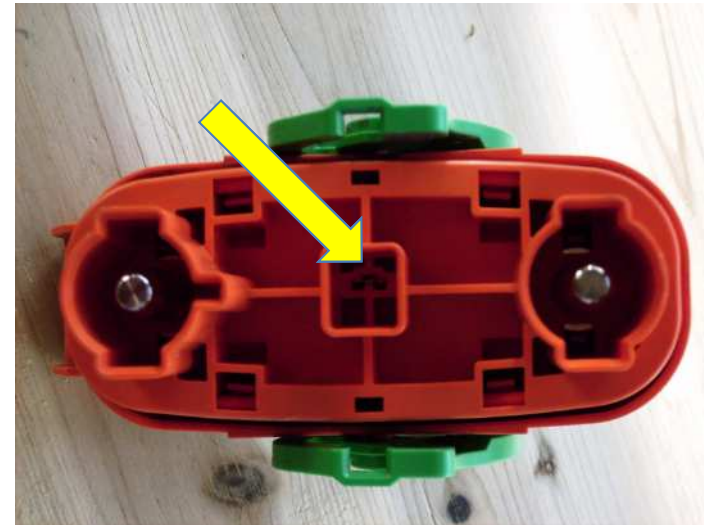


Vorsichtsmaßnahmen

Den Wartungsstecker vorsichtig entfernen
damit die kleinen Stifte der Pilotleitung nicht
beschädigt werden!



Wartungsstecker Pilotleitung
in der Mitte



Wartungsstecker gegen Wiedereinschaltung sichern

Abdeckkappe mit Schloss anbringen



Absperren und Schlüssel verwahren



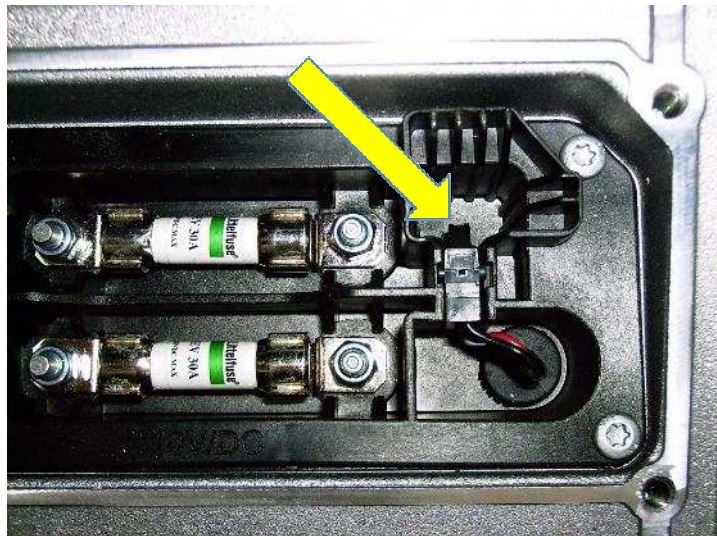
Spannungsfreiheit prüfen und feststellen

- Schutzhandschuhe verwenden
- Spannungsprüfer an 12V Bordnetzatterie auf Funktion prüfen.
- An den vom Fahrzeughersteller vorgegebenen Messpunkten die Spannungsfreiheit prüfen.
- Spannungsprüfer nochmals auf Funktion prüfen.

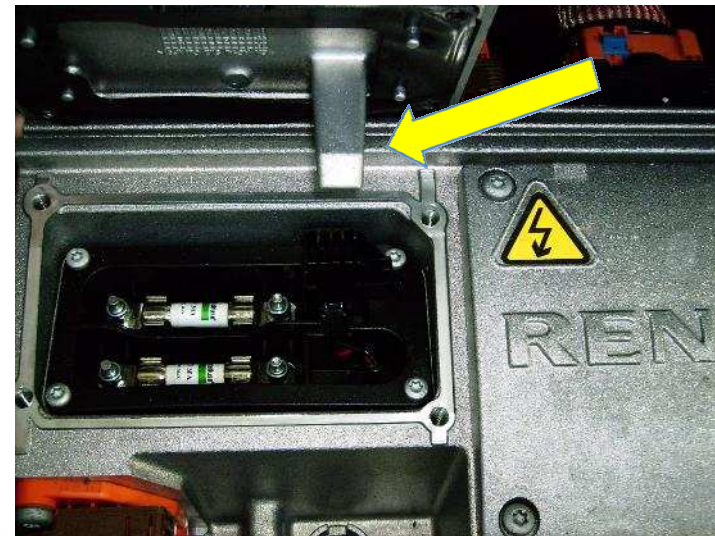


Ein Beispiel für die Eigensicherheit anhand eines Kontaktschalters im HV-Sicherungshalter.

Geöffneter Kontaktschalter unterhalb der Abdeckung.
Die Pilotlinie ist unterbrochen!



Bei Montage der Abdeckung wird der Kontaktschalter über den im Deckel befindlichen Zapfen geschlossen.
Die Pilotlinie ist wieder geschlossen!



Die Spannungsfreiheit wurde festgestellt

Nachdem der „Fachkundige für HV-eigensichere Fahrzeuge“ die Spannungsfreiheit festgestellt hat, wird das Fahrzeug noch entsprechend gekennzeichnet.



Ausbau der HV-Batterie - Lösen der Potenzialausgleichsleitung

Aufgabe des Potenzialausgleiches:

- Vermeidung unterschiedlicher Spannungen zwischen dem Gehäuse und der Karosserie.
- Immer nur die Befestigungspunkte des Herstellers verwenden
- Die Befestigungen müssen einen sehr guten Kontakt aufweisen.
- Nur vorgesehene Schrauben unter Beachtung des Anzugswertes verwenden.



Ausbau der HV-Batterie - Lösen der HV-Steckverbindungen

- Alle HV-Steckverbindungen sind berührungssicher, wasserdicht und wie alle HV-Leitungen durch die Farbe orange deutlich zu erkennen.
- Der Stecker ist mehrfach verriegelt, daher besteht beim lösen des Steckers ohne entsprechende Kenntnis Zerstörungsgefahr.
- Bereits in der ersten Entriegelungsstufe wird die Pilotleitung im Stecker getrennt. Dadurch würde das System ebenfalls noch vor der Trennung des Steckers abschalten. (Lichtbogenschutz)



Ausbau der HV-Batterie - Lösen der HV-Steckverbindungen



Quelle: Renault



Ausbau der HV-Batterie

Hubwerkzeug mit min. 500 kg
Vorbereiten.
Schraubverbindungen lösen.



HV-Batterie sicher ausbauen
Und ablassen.



HV-Batterie ausgebaut

HV-Batterie kennzeichnen

Achtung:

Die Batterie darf nicht weiter zerlegt (geöffnet) werden!



HV-Batterie zwischenlagern

Hinweise zur Lagerung im Werkstattbereich

- Lagerraum absperrbar
- Keine brennbaren Flüssigkeiten im Lagerraum
- Nur eine HV-Batterie lagern



HV-Batterie zwischenlagern

Achtung: Bei Zwischenlagerung die Angaben des Herstellers beachten!

Zum Beispiel:

- Temperaturbereich des Lagerortes
- Selbstentladeigenschaften des Speichers
- Ladezustand vor Ausbau der HV-Batterie



Wissenswertes über Lagerung und Transport

Lagerung von HV-Batterien:

- Bei Lagerung von mehreren HV-Batterien müssen Grundlagen der verschiedenen Lagerhaltungsrichtlinien angewandt und eingehalten werden!
- Beschädigte Batterien nicht in Gebäuden lagern!

Transport von HV-Batterien:

- Nicht beschädigte HV-Batterien werden als Gefahrgut der Klasse 9 eingestuft!
- Transportvorschriften beachten!
- Beschädigte HV-Batterien dürfen nicht transportiert werden!

GGVSEB: Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt

ADR: Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße.

HV-Batterie einbauen

- Eine Schraube verbindet die beiden Gehäusehälften der Batterieeinheit.
- Diese spezielle Verbindung dient als Potenzialausgleich



HV-Batterie einbauen

Verklebung der oberen und unteren Gehäusehälften der HV-Batterie.



Überdruckeinrichtung zum Entweichen des Überdruckes bei Explosionsgefahr!



HV-Batterie einbauen



Fahrzeug wieder in Betrieb nehmen

- ✓ Alle Befestigungsschrauben nach Herstellervorgaben angezogen.
- ✓ Alle Verkabelungen auf korrekten Anschluss und festen Sitz überprüft.
- ✓ Alle Abdeckungen wieder montiert.
- ✓ 12 V-Bordnetzbatterie wieder angeschlossen.

und



Fahrzeug wieder in Betrieb nehmen

Alle eventuellen Vorgaben der Hersteller beachten:

- ✓ Bezüglich Isolationsprüfung und Potenzialausgleichsmessung
- ✓ evtl. Prüfprotokoll erstellen
- ✓ Inbetriebnahme und Probefahrt durchführen
- ✓ HV-Batterie nachladen



Ladesysteme und Lademöglichkeit

1. Steckertypen.
2. Lademöglichkeiten.
3. Netz mit Ladestationen.

Ladesysteme und Lademöglichkeit

Weit verbreitete Steckertypen:

Typ-1	(hpts. japanische & amerikanische Hersteller)
Typ-2	(hpts. europäische Hersteller)
Combo (CCS)	(hpts. europäische Hersteller)
CHAdeMO	(hpts. japanische Hersteller)

Ladesysteme und Lademöglichkeit

Typ-1-Steckdose - Typ-1-Stecker



- AC-Ladung (1-phasig)
- Signalkontakte PP / CP
- Ladeströme bis 32 A

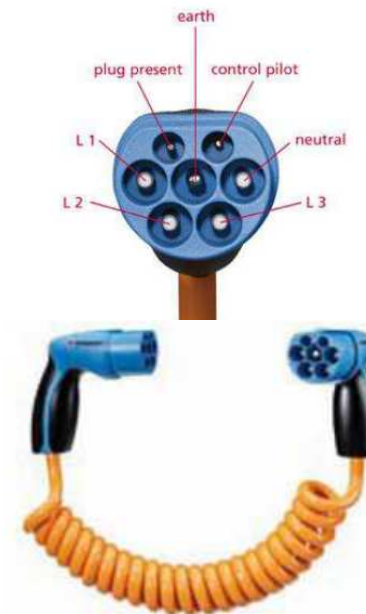


Ladesysteme und Lademöglichkeit

Typ-2-Steckdose und Typ-Stecker



- AC-Ladung (1-3-phasig)
- Signalkontakte PP / CP
- Ladeströme bis 63 A
- Ladeleistung max. 43 KW



Ladesysteme und Lademöglichkeit

Combosteckdose (CCS) und Combostecker



- DC-Ladung
- Signalkontakte PP / CP
- Ladeströme bis 200 A

CCS (Combined Charging System)



Ladesysteme und Lademöglichkeit

CHAdeMO-Steckdose und CHAdeMo-Stecker



- DC-Ladung
- CAN-Bus fähig
- Ladeströme bis 200 A

CHAdeMO:

„O **cha demo** ikaga desuka?“
(japanischer Satz)

„Wie wär´s mit einer Tasse Tee?“



Ladesysteme und Lademöglichkeit

Möglichkeiten zu laden unabhängig vom Stecker System:

- Schuko-Steckdose mittels Ladekabel
- Mobile Lade Box
- Ladesäule
- Wallbox (Wandladestation)
- Induktivladung (berührungslos)



Ladesysteme und Lademöglichkeit



Standardstecker für Europa
Bezeichnung: Combo-Stecker
Ladeart:
Gleichspannung / CCS-Ladung / Schnellladung



Standardstecker für Europa
Bezeichnung: Steckertyp 2
Ladeart:
Wechselspannung bis 43 kW

Ladesysteme und Lademöglichkeit

Standardisierung der Ladestecker (USA – Japan)



Bezeichnung: CHAdeMO

Ladeart:
Gleichspannung/Schnellladung



Bezeichnung: Stecker-Typ 1

Ladeart:
Wechselspannung / max. 3,7 kW

Ladesysteme und Lademöglichkeit

Normalladen (Typ-1-Stecker, Typ-2-Stecker einphasig)

→ langsame, jedoch akkuschonende Ladeart

(Bsp.: Akku mit 20 kWh Kapazität: Ladezeit ca. 6 – 9 Stunden)

Schnellladen (Combostecker, CHAdeMO-Stecker)

→ sehr hohe Ladeströme, über normale Schuko nicht möglich!

(Bsp.: Akku mit 20 kWh Kapazität: Ladezeit ca. 1 Stunde)

Ladesysteme und Lademöglichkeit

Mittelschnelle Ladung

Der Typ-2-Stecker eignet sich auch für schnellere Ladungen über alle **drei Phasen**.

Dies ist möglich über **Ladestationen** und installierte **Wallboxen**.

Ladesysteme und Lademöglichkeit

Wo kann ich überall laden, wenn ich unterwegs bin?

→ Notladekabel an Bord?

→ <https://de.chargemap.com>

Starthilfe, Pannenhilfe, Abschleppen

Elektrofahrzeuge haben eine feste Verbindung zwischen den Antriebsrädern und dem Drehstromantrieb. Diese Verbindung kann ohne mechanischen Aufwand nicht getrennt werden. Des Weiteren ist das Systemmanagement relativ komplex aufgebaut. Auch bei Hybridfahrzeugen gibt es ganz unterschiedliche Systemvarianten. Aus diesen Gründen gibt es keine allgemeinen Vorgehensweisen, was die Starthilfe oder das Abschleppen eines solchen Fahrzeuges angeht.

Herstellervorschriften:

- Ist Starthilfe überhaupt erlaubt?
- Darf ein HV-Fahrzeug abgeschleppt werden?
- Besitzt ein HV-Fahrzeug eine Art Notstartfunktion, falls die HV-Batterie leer gefahren wird?

Die Antworten zu diesen Fragen sind grundsätzlich der Betriebsanleitung des jeweiligen Fahrzeuges zu entnehmen!

Starthilfe, Pannenhilfe Abschleppen am Beispiel VW E-Golf

Achtung:

Dies ist keine Reparaturanleitung, sondern nur eine Darstellung von Möglichkeiten die der Hersteller vorgibt.

Es müssen immer die Richtlinien des Herstellers beachtet werden.

Technische Literatur, Betriebsanleitung des Herstellers verwenden.



Starthilfe, Pannenhilfe und Abschleppen am Beispiel VW E-Golf

Abschleppen:

Elektrofahrzeuge haben eine feste Verbindung zwischen den Antriebsrädern und dem Drehstromantrieb (Fahrmotor für Elektroantrieb). Diese Verbindung kann ohne mechanischen Aufwand nicht getrennt werden. Soll das Fahrzeug abgeschleppt werden, gibt es zwei Möglichkeiten.

1. Fahrzeug abschleppen mit intaktem Hochvoltssystem:

Schalten Sie die Zündung (Klemme 15) „Ein“ und legen Sie den Wählhebel in die Stellung N, um die elektrische Freilauffunktion herzustellen. Nun kann das Fahrzeug für maximal 50 km mit 50km/h mittels Seil oder Schleppstange abgeschleppt werden. Das Abschleppen mit einer Stange wird aus Sicherheitsgründen empfohlen.

2. Fahrzeug abschleppen mit beschädigten Hochvoltssystem:

Kann das Hochvoltssystem nicht aktiviert werden, muss das Fahrzeug mit allen vier Rädern stehend transportiert werden. Der Freilauf kann nicht geschaltet werden und es besteht dadurch Überhitzungsgefahr. Die Textmeldung im Schalttafeleinsatz dazu lautet: „Abschleppen beschädigt Elektrosystem. Bordbuch!“

Starthilfe, Pannenhilfe und Abschleppen am Beispiel VW E-Golf

Notstartfunktion:

Wurde die Hochvoltbatterie leergefahren, besteht die Möglichkeit den e-Golf zweimal für eine geringe Wegstrecke erneut zu starten.

1. nach Zündungswechsel für ca. 100 Meter
2. nach weiterem Zündungswechsel für ca. 50 Meter
3. Es ist kein weiterer Notstart möglich.

Auszug aus VW-Unterlagen

Im gewerblichen Bereich ist für das Abschleppen, Pannenhilfe die Mindestqualifikation EuP (elektrisch unterwiesene Person) notwendig, oder sogar eine höherwertige Qualifikation.

Hochvolt-Akku-Batterie



Bildquelle: J. Riedl

Hochvolt-Akku-Batterie-System

Die HV-Batterie setzt sich folgendermaßen zusammen:
Einzelne Zellen bilden in Reihe geschaltet ein so genanntes Modul.
Mehrere Module bilden wiederum in Reihe zusammengefasst den Hochvoltspeicher.



Unterteilung von Batteriezellen

Primärzellen	Sekundärzellen (Akkumulator)
Speicher für elektrische Energie, der nicht wieder aufgeladen werden kann.	Ein Akku ist wieder aufladbar, die chemische Reaktion ist umkehrbar.
Leere Primärzellen sind nicht weiter verwendbar, Entsorgungsvorschriften beachten!	Entsorgungsvorschriften bei alten und defekten Akkumulatoren beachten! Recyclebare Wiederaufbereitung möglich
Beispiele: Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Lithium-Batterie	Beispiele: Bleiakkumulator (Pb) Nickel-Cadmium-Akku (NiCd) Nickel-Metallhydrid-Akku (NiMH) Lithium-Ionen-Akku (Li-Ion)

Begriffsdefinitionen / Kenngrößen einer HV-Batterie

<p>Energiedichte in [Wh/kg] (spezifische Energie)</p>	<p>Die Energiedichte gibt den Energieinhalt massebezogen an. Dieser Wert ist ausschlaggebend für die Reichweite.</p>
<p>Leistungsdichte in [W/kg] (spezifische Leistung)</p>	<p>Die Leistungsdichte gibt die mögliche Leistungsentnahme massebezogen an (Leistungsgewicht). Sie ist abhängig vom Ladezustand. Dieser Wert ist wichtig für das Beschleunigungsvermögen eines Fahrzeuges. Manche Batterien haben zwar eine hohe Energiedichte aber dafür eine sehr mäßige Leistungsdichte!</p>
<p>Nennkapazität K</p> <ul style="list-style-type: none"> - konventionelle Starterbat. in [Ah] (Elektrizitätsmenge Q) - HV-Batterie in [kWh] (Energieinhalt E) 	<p>Die Nennkapazität gibt an, wie viel Elektrizitätsmenge bzw. Energie entnommen werden kann. Der zugehörige Entladestrom und die Entladedauer sind für K festgelegt.</p>

Batteriesysteme-Eigenschaften

Akku-Typ	Techn. Daten	Vorteile	Nachteile
Blei-Gel (Pb)	Zellspannung: 2V Lebensdauer: ca. 5 Jahre Ladezyklen: 400-600 Selbstentladung: 5-10% Monat Betriebstemp.: -30bis+40°C Spez. Energie: 30-40 Wh/kg	Preisgünstig Bewährtes Recyclingsystem Hochstromfest Kein Batteriemangement nötig Keine speziellen Transportvorgaben Robust u. zuverlässig	Geringe Energiedichte Hohe Ladeverluste (Ladewirkungsgrad 60-70%) Hohes Gewicht Vorgegebene Bauformen
Nickel-Cadmium (NiCd)	Zellspannung: 1,28V – 1,35V Lebensdauer: ca. 15 Jahre (bei mittlerer Temperatur) Ladezyklen: 1000 - 2000 Selbstentladung: 10-15% Monat Betriebstemp.: -20bis+50°C (empfohlen +10 bis 45°C Spez. Energie: 40-50 Wh/kg	Einfache Lagerung Elektrisch/mechanisch robust Keine speziellen Transportvorgaben Lange Standzeiten entladen Tiefentladefähigkeit Preisgünstig in Bezug pro Zyklus	Hohe Selbstentladung Memory-Effekt Umweltschädlich(Cadmium) (in Europa verboten)
Nickel-Metallhydrid (NiMH)	Zellspannung: 1,2V Lebensdauer: ca. 7 Jahre Ladezyklen: 300 - 1000 Selbstentladung: 20% Monat Betriebstemp.: -40bis+50°C (empfohlen 0 bis 45°C Spez. Energie: 60-80 Wh/kg	Begrenzt überladbar Kaum Memory-Effekt Keine speziellen Transportvorgaben Kompatibel zum Ni-Cd-Systemen Umpolfest bis 20% Nennkapazität Zellen ohne Umwelt belastende Stoffe	Hohe Selbstentladung (bei erhöhter Temperatur) Keine extreme Hochstrom-Entladung möglich

Batteriesysteme-Eigenschaften

Akku-Typ	Techn. Daten	Vorteile	Nachteile
Lithium-Ionen (Li-Ion)	Zellspannung: 3,6V Lebensdauer: ca. 10-15 Jahre Ladezyklen: ca 1000 Selbstentladung: 1 % Monat Betriebstemp.: 0bis+40°C Spez. Energie: 95- 190 Wh/kg	Geringes Gewicht Hohe Energiedichte Kein Memory-Effekt Geringe Selbstentladung	Spezielle Transportbestimmungen Bei Tiefent- und Überladung Brandgefahr BMS notwendig (=Battery Managementsystem) Empfindlich bei hohen Temp. Empfindlich mechanische Belastung teuer
Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan (LiCoNiMg)	Zellspannung: 3,7 V Lebensdauer: ca. 5-7 Jahre Ladezyklen: ca. 800 Selbstentladung: 1-3 % Monat Betriebstemp.: 0 bis +60°C Spez. Energie: 140- 180 Wh/kg	Geringes Gewicht Hohe Energiedichte Kein Memory-Effekt Geringe Selbstentladung Nahezu alle Bauformen möglich	Spezielle Transportbestimmungen Bei Tiefent- und Überladung Schädigung der Zellen BMS notwendig (=Battery Managementsystem) Empfindlich bei hohen und niedrigen Temperaturen Teuer
Lithium-Cobalt (LiCoO2)	Zellspannung: 3,6 V Lebensdauer: ca. 5 - 10 Jahre Ladezyklen: mehr als 500 Selbstentladung: 3 -5 % Monat Betriebstemp.: -20bis+60°C Spez. Energie: 110 -200 Wh/kg	Geringes Gewicht Hohe Energiedichte Geringe Selbstentladung	Spezielle Transportbestimmungen Wenig Ladezyklen Teuer Elektrische Schutzschaltung notwendig (Brand- oder Explosionsgefahr)

Batteriesysteme-Eigenschaften

Akku-Typ	Techn. Daten	Vorteile	Nachteile
Lithium-Ionen-Mangan (LiMn)	Zellspannung: 3,6V Lebensdauer: mehr als 3 Jahre Ladezyklen: ca 500 Selbstentladung: 3-5 % Monat Betriebstemp.: -20bis+45°C Spez. Energie: 100 - 120 Wh/kg	Geringes Gewicht Gute Energiedichte Keine Balancer-Technologie notwendig Geringe Selbstentladung Sichere Technologie	Spezielle Transportbestimmungen Wenig Ladezyklen Teurer als LiCoO2
Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO4)	Zellspannung: 3,2 V Lebensdauer: ca. 5 Jahre Ladezyklen: mehr als 2000 Selbstentladung: 3-5 % Monat Betriebstemp.: -45 bis +70°C Spez. Energie: 100- 120 Wh/kg	Geringes Gewicht Hohe Energiedichte Hohe Temperaturbeständigkeit Sichere Technologie Umweltfreundliche Chemie	Spezielle Transportbestimmungen Teuerste Li-Technologie
Lithium-Titanat (LiTi)	Zellspannung: 2,5 V Lebensdauer: ca. 12 Jahre Ladezyklen: ca. 5000-8000 Selbstentladung: 1 -3 % Monat Betriebstemp.: -40bis+55°C Spez. Energie: 70 - 90 Wh/kg	Kurze Ladezeit Hohe Temperaturbeständigkeit Langsame Alterung Keine thermisches Durchgehen (Brand) Titanat reagiert nicht mit Oxiden aus der Kathode	Spezielle Transportbestimmungen Teuer Mangelnde Verfügbarkeit der Akkus Vergleichsweise geringe Energiedichte
Lithium-Luft (Entwicklung)	Zellspannung: 2,96 V Spez. Energie: > 180 Wh/kg		

Batteriemanagementsystem (BMS)

In einem HV-Batterieeinheit sind die einzelnen Zellen im Reihenschaltbild zusammengeschlossen somit werden im Hochvoltsystem Betriebsspannungen von 200 Volt bis 400 Volt erreicht. Sehr viele Fahrzeughersteller haben HV-Bordspannungen in diesen Bereich, es gibt auch Hersteller, besonders im Elektrorollerbereich die unter 60 Volt HV-Bordspannung bleiben.

Um die vom Zellhersteller garantierte Ladzyklen und keine Schädigung der Batteriezellen beim Laden und Entladen zu erreichen, muss die Zellspannung und Zelltemperatur überwacht und gesteuert werden.

Diese Aufgabe übernimmt das Batteriemagementsystem (BMS).

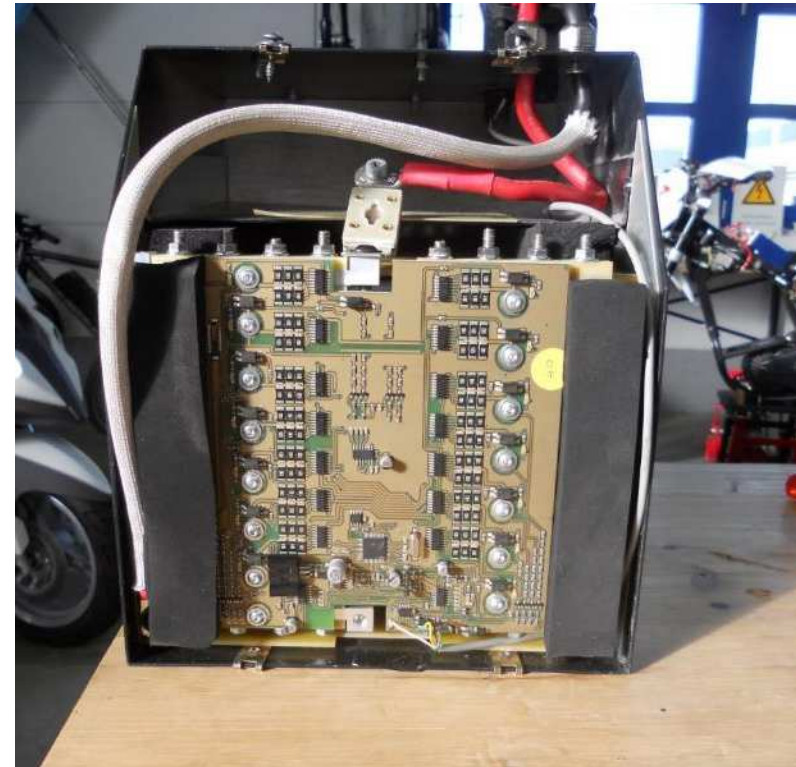
Bei Elektrofahrzeuge ist dieses System zum Teil sehr aufwendig verbaut und auch teuer.

Deshalb wird bei Fahrräder oder auch billigeren Elektroroller nur ein vereinfachtes System eingebaut, dadurch kann es dann zu einen vorzeitigen Ausfall oder Alterung der Batterieeinheit kommen.

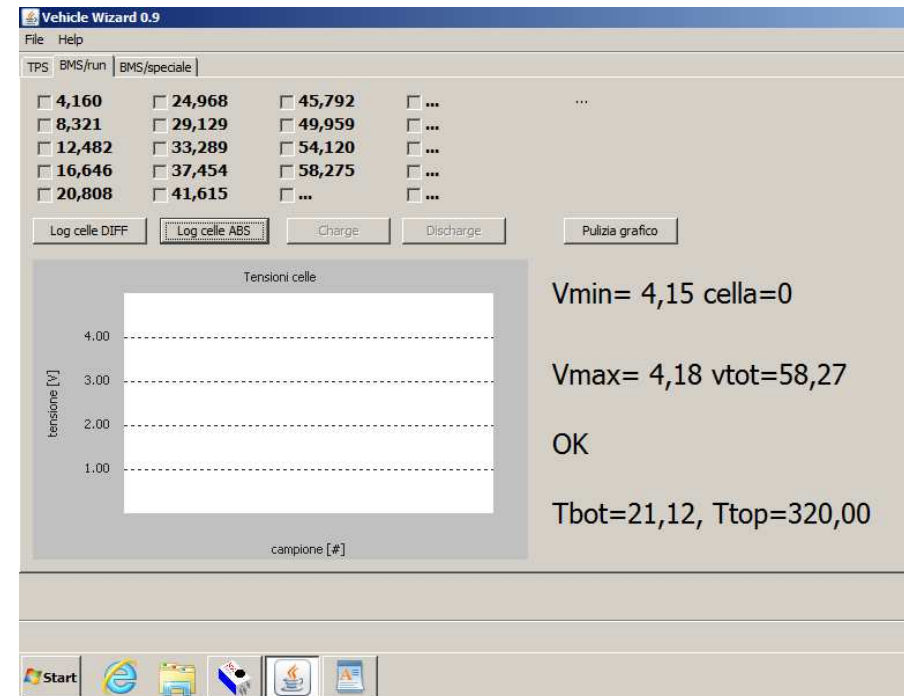
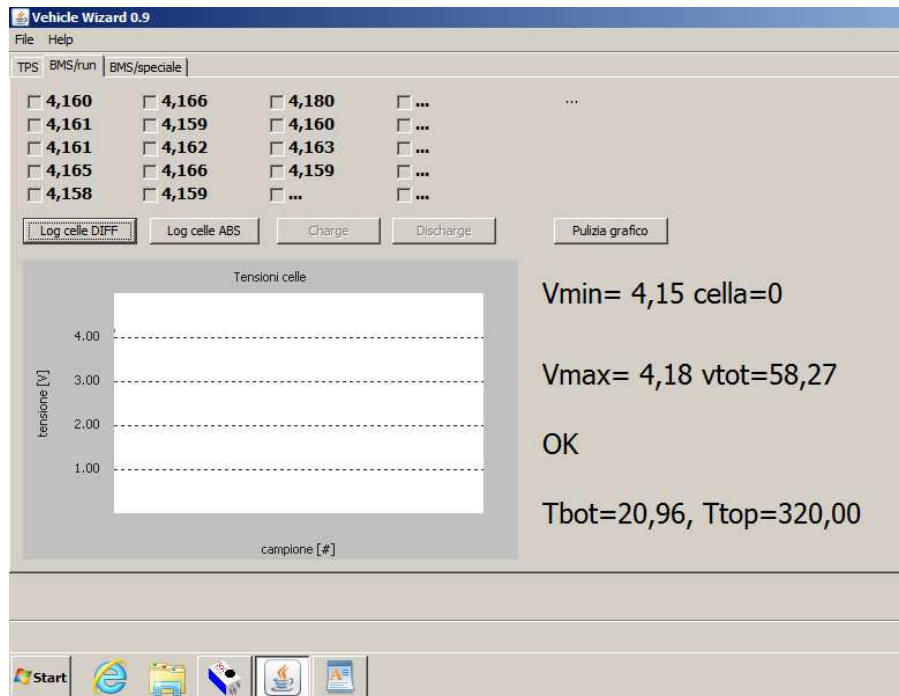
Batteriemanagementsystem (BMS)

Aufgaben des BMS:

- Erfassung der Zellspannung
- Erfassung der Zelltemperatur
- Batterieparameter SOC (State of Charge) und SOH (State of Health) genau zu erkennen
- Überwachung des Innenwiderstands aller Einzelzellen und unterstützt die exakte SOC- und SOH-Bestimmung
- Ausbalancieren der Zellenspannung (wird beim Laden bei ca. 80% Batteriekapazität durchgeführt)
- Thermomanagement



Batteriemanagementsystem (BMS)



Hochvolt-Batterieeinheit

- Die Batterieeinheit muss so konstruiert sein das auch bei Beschädigung (Unfall) oder andere Betriebszustände keine Gefahr ausgeht.
- Die Batteriezellen sollten in einem optimalen Temperaturbereich betrieben werden, deshalb ist bei einigen Fahrzeughersteller ein Heiz- und Kühlsystem mit Temperaturmanagement verbaut.
- Bei Ausbau einer HV-Batterie immer die Herstellvorgaben beachten.
- Beim Zwischenlagern von HV-Batterien Herstellerangaben beachten.
- HV-Batterie (im unbeschädigten Zustand) ist beim Transport Gefahrgut Klasse 9.
- Bei Lagerung von mehreren Energiespeicher müssen Lagerverordnungen eingehalten werden.
- Bei beschädigter Batterieeinheit, neue Gefährdungsbeurteilung erstellen.



Wichtige Informationsmöglichkeiten zur Elektromobilität

[PDF] [Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit ... - BGHM](#)

1. www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Gesetze.../200_005.pdf [Ähnliche Seiten](#)

DGUV Information 200-005 (bisher BGI/GUV-I 8686) zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen.

[PDF] [FAQ-Liste der AG „Handlungsrahmen Elektromobilität“ - DGUV](#)

1. www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/themen_a_z/.../faq_elekro.pdf [Im Cache](#)

2. [Ähnliche Seiten](#)

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion. Ausgabe: Januar 2016. FAQ-Liste der AG „Handlungsrahmen Elektromobilität“.

[PDF] [DGUV Information 205-022 "Rettungs- und Löscharbeiten an PKW ...](#)

1. publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-8664.pdf [Ähnliche Seiten](#)

Tom-Hanisch/Foto lia.com. DGUV Information 205-022. Rettungs- und Löscharbeiten an PKW mit alternativer Antriebstechnik. 205-022. Dezember 2012 ...

[PDF] [Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen - VDA](#)

1. <https://www.vda.de/.../vda/.../Unfallhilfe%20&%20Bergen%20bei%20Fahrzeugen%20...> [Im Cache](#)

2. [Ähnliche Seiten](#)

Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen. Antworten auf häufig gestellte Fragen /. FAQ (Frequently Asked Questions). Berlin, 10. Dezember ...

Noch Fragen?

