

Feuerwehreinsätze Elektrofahrzeuge



Adam Opel AG
GM Alternative Propulsion Center Europe

GM APCE



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Vorbemerkungen I

- Diese Unterlagen stellen eine weitergehende Information zu den Rettungsdatenblättern von Opel Ampera / Chevrolet Volt und Opel HydroGen4 / Chevrolet Equinox Fuelcell dar und sollen zur Förderung des Verständnisses für die besonderen Einsatzbelange bei Elektrofahrzeugen beitragen. Zum Erwerb fundierteren Wissens wird eine Teilnahme an Lehrgängen zu diesem Themenkreis empfohlen.
- Diese ergänzenden und unverbindlichen Informationen ersetzen in keinem Fall eine fundierte Ausbildung in den grundlegenden Themen TH-VU und Brandbekämpfung nach den entsprechenden Dienstvorschriften. Insbesondere das Grundwissen zur Technischen Hilfeleistung Verkehrsunfall (TH-VU) und der Brandbekämpfung aus der Truppmannausbildung (FwDV 2/2) sowie weiteren einschlägigen Feuerwehrdienstvorschriften (FwDV) ist Voraussetzung. Eine weitergehende Ausbildung im Bereich TH-VU ist von Vorteil.
- Diese Präsentation wurde vom Fachbereich für Alternative Antriebe der Adam Opel AG unter Mitwirkung der Werkfeuerwehr der Adam Opel AG, Werk Rüsselsheim, erstellt.



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Vorbemerkungen II

- Die in dieser Präsentation genannten Empfehlungen sind primär unter dem Gesichtspunkt der Erreichung des Einsatzzieles von Hilfsorganisationen – Rettung von Menschenleben und Brandbekämpfung – zu sehen und stellen keine allgemeinen Regeln zum Umgang mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen dar.



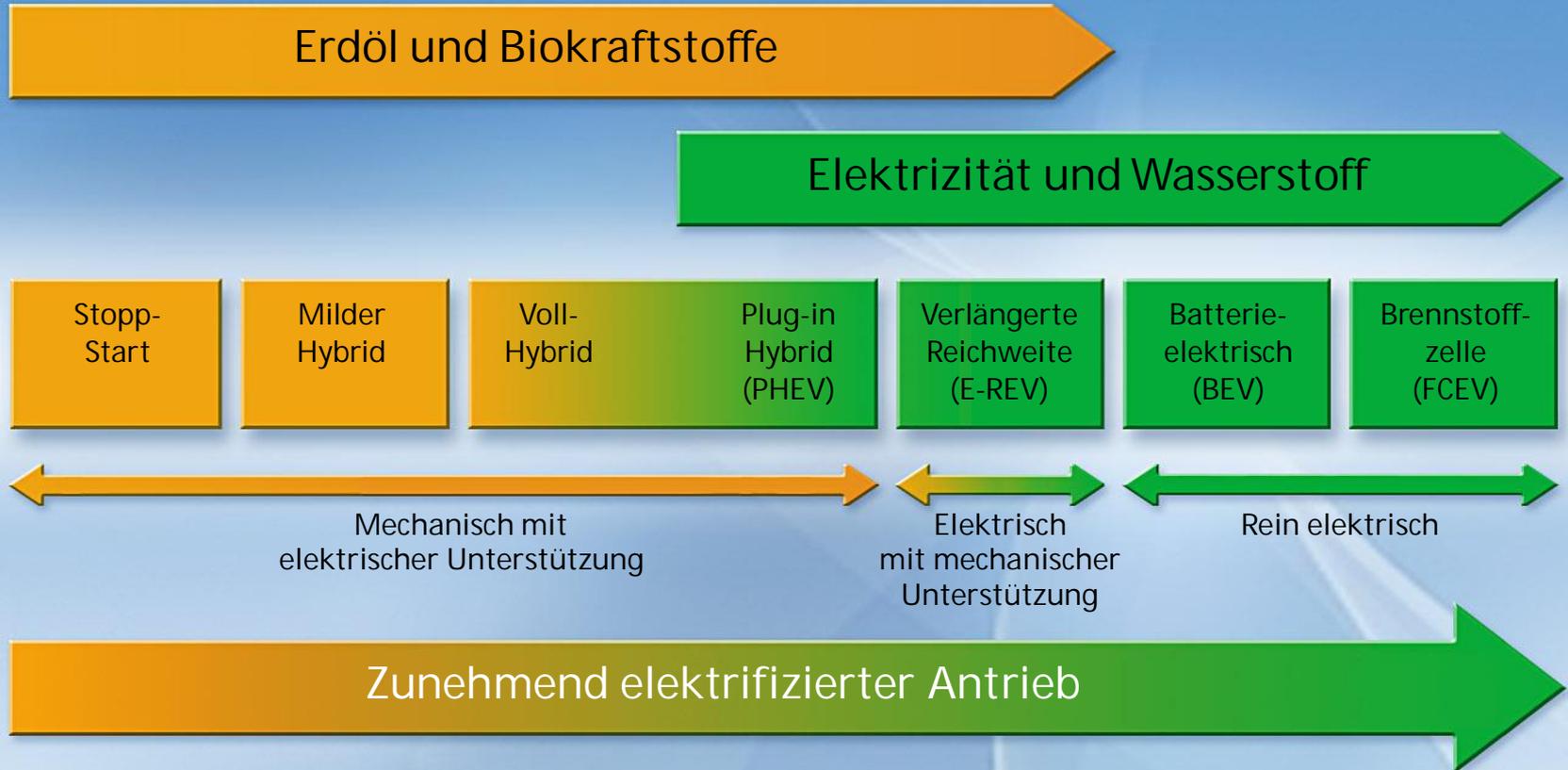
FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Begriffsbestimmung I

- BEV = Battery Electric Vehicle = batterieelektrisches Fahrzeug
 - z.B. Opel RAK-e, Opel Meriva-e, Mitsubishi i-MiEV, Peugeot iOn, Daimler A-Klasse E-Cell
- E-REV = Extended-Range Electric Vehicle = Elektrisch betriebenes Fahrzeug mit Reichweitenverlängerung
 - z.B. Opel Ampera, Chevrolet Volt
- FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle = Elektrisches Fahrzeug mit Brennstoffzelle
 - z.B. Opel HydroGen4, Chevrolet Equinox Fuel Cell, Daimler B-Klasse F-Cell
- HEV = Hybrid Electric Vehicle = Hybridfahrzeuge
 - z.B. Toyota Prius, Mercedes S400, Honda Insight, BMW 7active hybrid, div. Lexus



Fahrzeug-Elektrifizierung



Paradigmenwechsel: Die Autos der Zukunft fahren elektrisch

Opel RAK e
(BEV)



Opel Ampera
(E-REV)



Opel HydroGen4
(FCEV)

GM APCE



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Begriffsbestimmung II

- Begriff „Niederspannung“ : elektrische Spannungen bis 1.000 Volt
- Begriff „Hochspannung“ : elektrische Spannungen über 1.000 Volt
- Übliche Spannungen in Kfz : 12 V (Pkw) bzw. 24 V (Lkw)
- Elektro-Automobile:
 - bis max. 650 V (je nach Hersteller)
 - max. 400 V Opel / GM aktuell
 - Standardisierte Steckverbinder erlauben bis zu 850V
- Im Automobilbau wird der Begriff „Hochvolt“ für die Antriebselektrik verwendet.



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

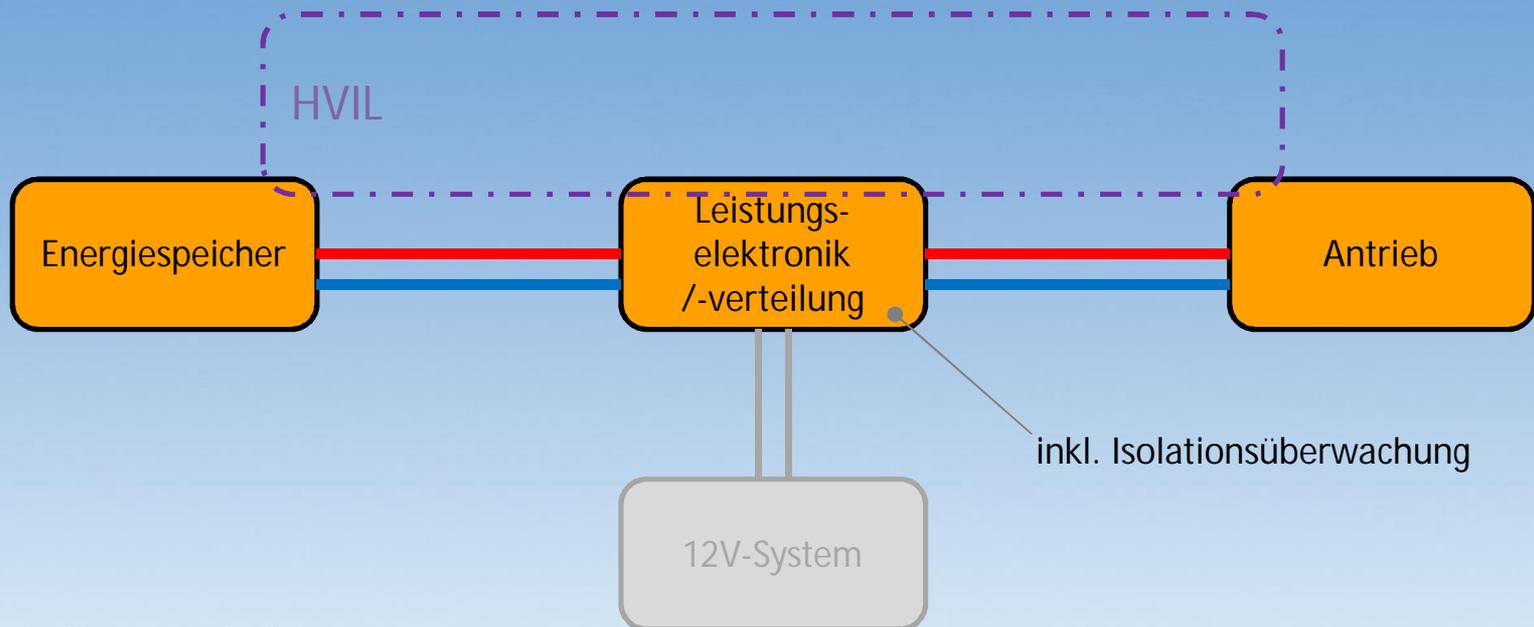
Konstruktive Merkmale (herstellerübergreifend)

- Elektrofahrzeuge (EV) haben i.d.R. zwei elektrische Systeme
 - 12V-System für alle üblichen elektrischen Verbraucher (Licht, Airbag-, ABS-, ESP-Steuergeräte, Radio, ...)
 - Hochvolt-System für den Antrieb (herstellerabhängig bis zu 650 V)
- Beide Systeme sind i.d.R. über eine Leistungselektronik verbunden (Laden des 12V-Systems aus dem HV-System)
- Jedes System hat i.d.R. seinen eigenen Energiespeicher (12V-Batterie, Hochvolt-Batterie)



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Prinzip der elektrischen Architektur eines BEV

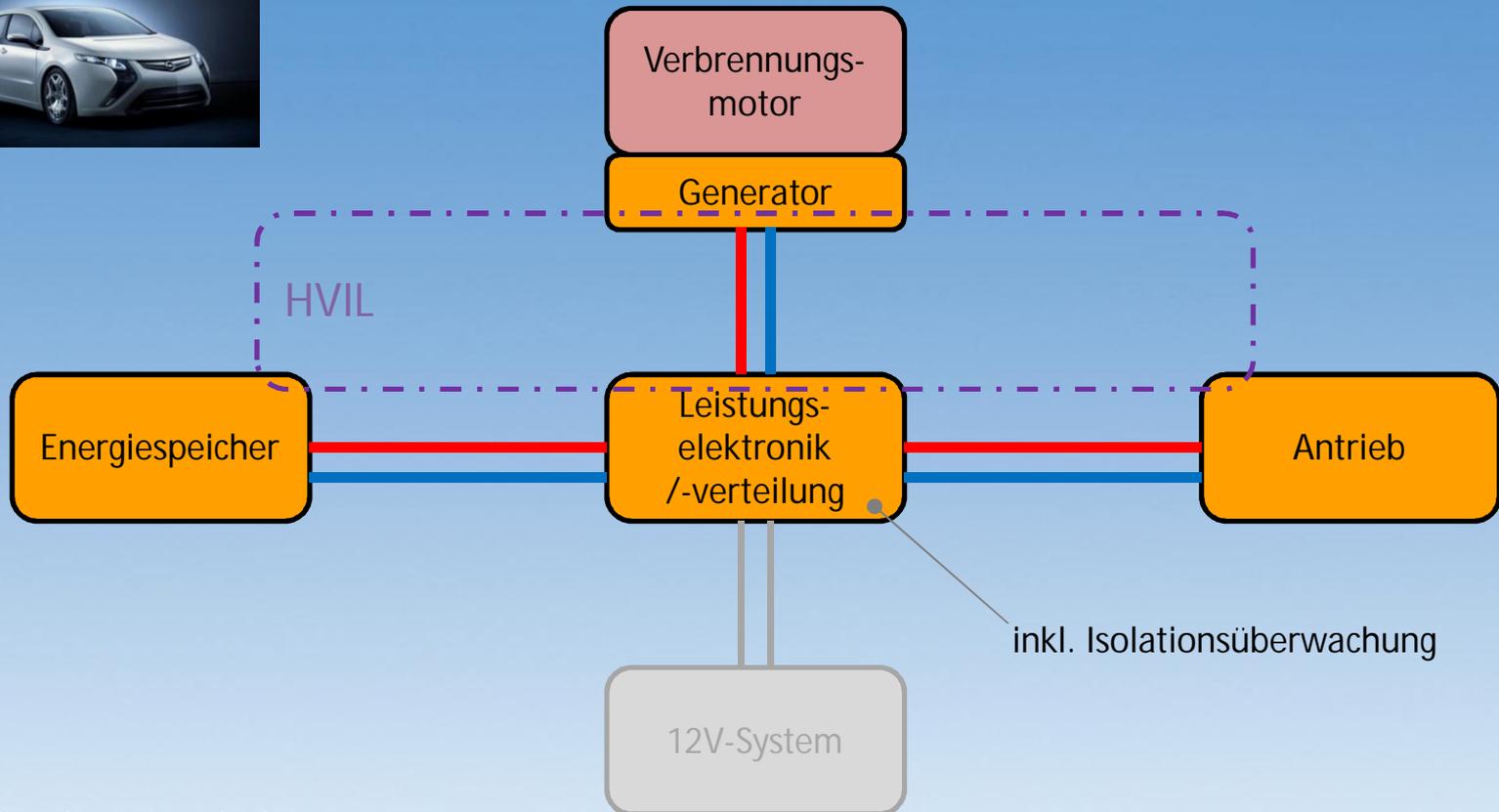


HVIL = High Voltage Interlock Loop



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Prinzip der elektrischen Architektur eines E-REV

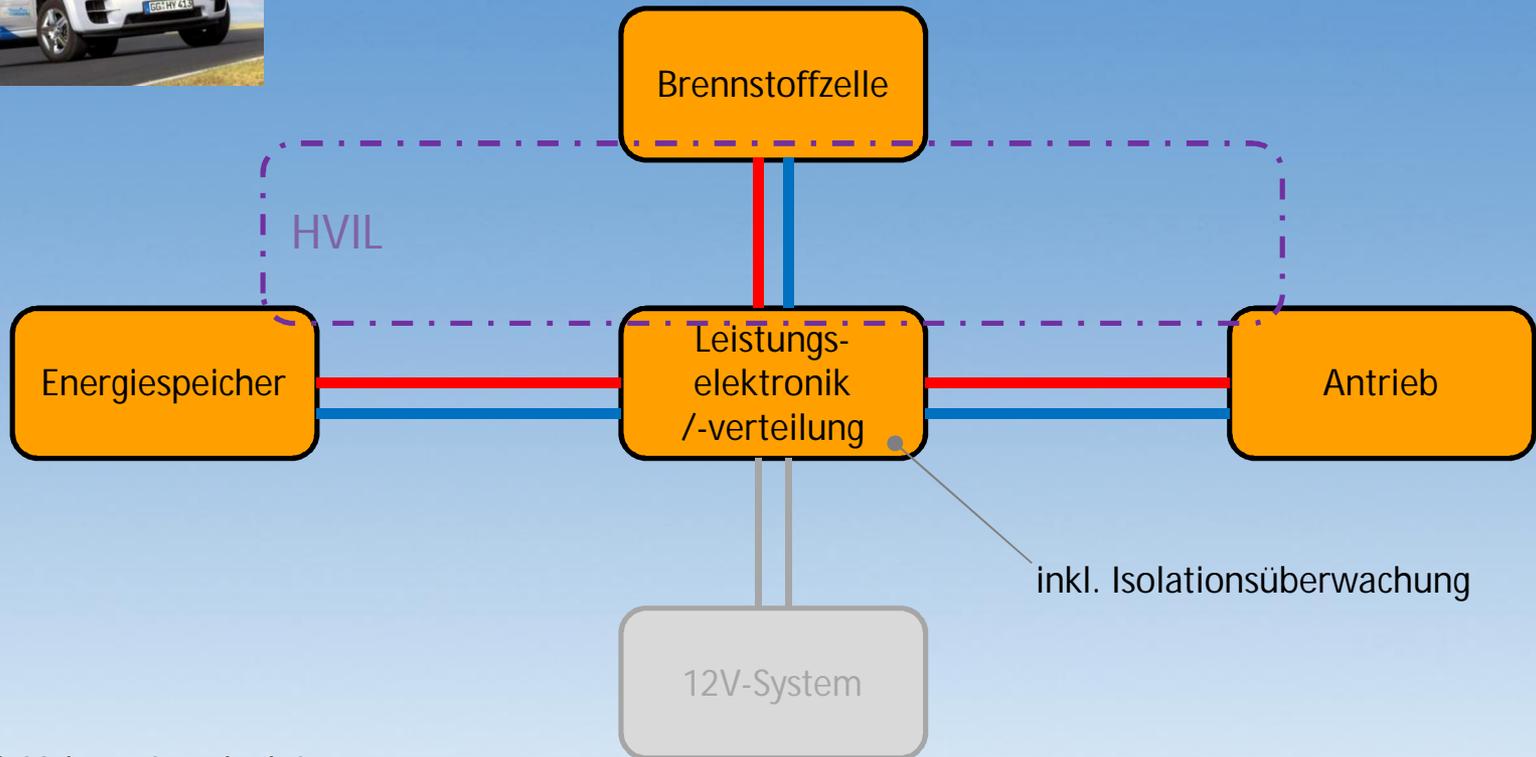


HVIL = High Voltage Interlock Loop



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Prinzip der elektrischen Architektur eines FCEV



HVIL = High Voltage Interlock Loop



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

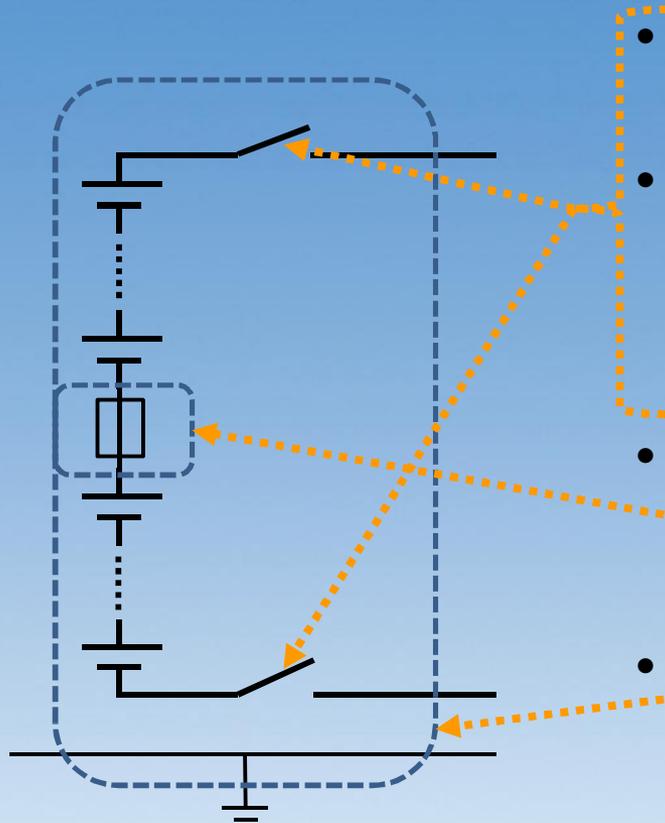
Zusammenfassung Architekturprinzipien von xEV

- Elektrofahrzeuge haben unabhängig immer einen Energiespeicher, Leistungselektroniken und eine elektrische Maschine für den Antrieb und die Energierückgewinnung
- Zur Gewinnung elektrischer Energie kann zusätzlich ein Verbrennungsmotor mit einer elektrischen Maschine im Generatorbetrieb (E-REV) oder ein Brennstoffzellensystem (FCEV) installiert sein.
- Passive und aktive Sicherheitseinrichtungen dienen zur Überwachung der elektrischen Systeme



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Prinzipschaltbild der Hochvolt-Batterie des Opel Ampera



- Batterie-Schaltkontakte werden durch Steuerelektronik angesteuert
- Das Öffnen der Schaltkontakte erfolgt außer beim betriebsmässigen Ausschalten auch beim Auslösen von Airbags, beim Unterbrechen der HVIL oder beim Trennen der 12V-Versorgung
- Manual Service Disconnect (MSD) enthält neben Lastkontakten und einer Hochstromsicherung auch HVIL-Steuerkontakte
- Die Ampera-Hochvolt-Batterie ist bedingt durch ihre Einbaulage in Schutzart IP67 ausgeführt

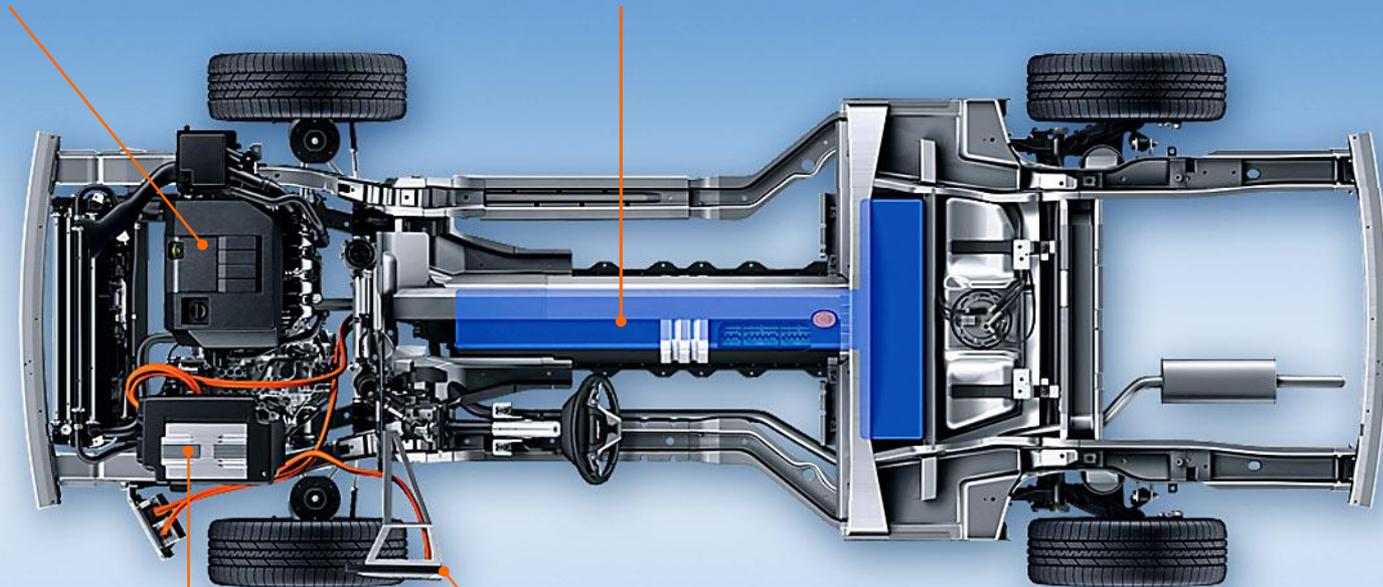


FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Konstruktive Merkmale II

Motor-/Generator-Einheit

Lithium-Ionen-Batterie



Elektrischer Antrieb

Ladeschnittstelle

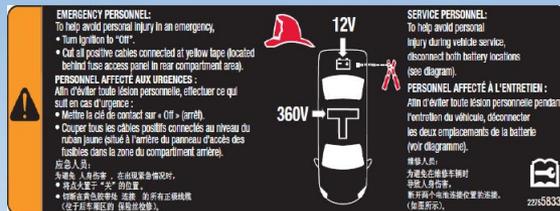
GM APCE



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Konstruktive Merkmale III

- Sicherheitsrelevante Komponenten werden überwiegend in crashgeschützte Zonen eingebaut.
 - Hochvolt-Batterie
 - Hochvolt-Leistungselektronik
- Orangefarbene Hochvolt-Kabel (Farbe ist noch nicht ISO normiert !!)
- Bei Hochvolt-Systemen sind Hin- und Rückleitung als separate HV-Kabel ausgeführt (vgl. 12V-System: „+“ = Kabel, „-“ = elektr. Massepotential an Fz-Chassis)
- Hochvolt-Komponenten sind meist durch Aufkleber gekennzeichnet, z.B.:



- GM/Opel-Fahrzeuge sind zusätzlich mit Rettungskräfte labels gekennzeichnet:



FW-Einsätze Elektrofahrzeug

Konstruktive Merkmale (GM/Opel) I

- Hochvolt-Systeme bei GM/Opel-Fz verfügen über interne Überwachungseinrichtungen, die im Fehlerfall das System stilllegt bzw. den Fahrer über anstehende Fehler informiert
 - HVIL (High Voltage Interlock Loop)
 - Isolationsüberwachung (Ampera: Fehleranzeige; HydroGen4: Abschaltung)
- Eigenaktive System zur Entladung des Hochvolt-Systems im Fehlerfall / Unfall
- Eine Gefährdung von Passagieren und Passanten ist nahezu ausgeschlossen
- **Im Falle eines Unfalls erfolgt beim Auslösen von Airbags oder bei einem erkannten Fahrzeugüberschlag eine sofortige Deaktivierung des Hochvolt-Systems**



FW-Einsätze Elektrofahrzeug

Szenario „Fahrzeug in Wasser“

- Von Hochvolt-Batterie oder Hochvolt-System geht im Wasser für die Rettungskräfte keine direkte Gefahr (z.B. „Stromschlag“) aus !
 - Physikalischer Hintergrund: Der geringe Abstand der Pole bestimmt den primären Stromfluss
- Alle Hochvolt-Komponenten, die nicht im Fz-Innenraum verbaut sind, sind in höheren Schutzarten (GM/Opel: mind. IP67) ausgelegt
- Beim Eintauchen der kompletten Batterie in Wasser besteht je nach Einwirkdauer und Eintauchtiefe die Möglichkeit der Elektrolyse-Reaktion
 - Je nach Leitfähigkeit des Mediums (Süßwasser; Salzwasser) kann dabei mit unterschiedlicher Intensität Knallgas entstehen
 - Die Dauer der Elektrolyse beträgt je nach Ladezustand und Salzgehalt wenige Stunden (Meerwasser mit hohem Salzgehalt) bis wenige Tage (Süßwasser)
- Bei einer zeitnahen Bergung des Fahrzeugs besteht nach Einschätzung der beteiligten Entwicklungsabteilungen nur eine sehr geringe Gefahr durch Knallgas



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Einsatzgrundsätze Unfallhilfe (Allgemein)

- Grundsätzlich keine signifikant unterschiedliche Vorgehensweise im Vergleich zu „normalen“ Fz:
 - Fahrzeug gegen Wegrollen sichern
 - Fahrzeug in sicheren Systemzustand bringen
 - Hochvolt-System stilllegen (Ladungsabbau je nach Hersteller in wenigen Sekunden bis wenigen Minuten; GM/Opel: wenige Sekunden !)
 - Abklemmen der 12V-Versorgung (Deaktivierung der Rückhaltesysteme)
 - Hilfsmittel: Rettungsdatenblatt
 - Brandschutz sicherstellen (Wasser, Schaum, Pulver)
- Das Stilllegen des HV-System bezieht sich auf die HV-Komponenten außerhalb der HV-Batterie; **Die HV-Batterie selbst enthält weiterhin Energie !**
- Für GM/Opel Fahrzeuge gilt: Mit der Auslösung von Airbags oder bei einem erkannten Überschlag wird das Hochvolt-System automatisch still gelegt !



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Einsatzgrundsätze Unfallhilfe (Hochvolt-System & -Batterie)

- Einschneiden in Hochvolt-Batterie verboten !
- Einschneiden/Trennen orangefarbener Hochvolt-Kabel vermeiden
- Einschneiden in sonstige Hochvolt-Komponenten (Leistungselektronik) vermeiden
- Bei Austreten von Elektrolyt (i.d.R. gelartig) oder Kühlmittel erweiterte PSA tragen (Gesichtsschutz, Schutzbrille, Chemikalienschutzhandschuhe)
- Aufnehmen von ausgelaufenen Elektrolyten mit herkömmlichem Bindemittel
- **Hochvolt-Batterien können auch nach Stilllegen des Hochvolt-Systems je nach Ladezustand eine große Energiemenge (teilweise mehrere kWh) enthalten !**
(vgl. Kraftstofftank eines verunfallten Fahrzeugs)



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Mythos Batteriebrand = Leichtmetallbrand ?

- Wegen der verwendeten Materialien (z.B. Lithium bei Li-Ionen-Technik) kommt immer wieder der Mythos der Gefahr eines Leichtmetallbrandes auf.
- In Li-Ionen-Batterien werden Lithium-Verbindungen , jedoch kein reines Lithium oder Lithium-Legierungen verwendet.
- Der Masseanteil von Lithium liegt bei ~1%
- Opel Ampera:
Lithium-Anteil 1,5 kg
 - bei Batteriegesamtmasse 198 kg
 - bzw. Masse der Zellen 112 kg
- Aufgrund der „Zellchemie“ und des geringen Anteils von Lithium an der Batteriemasse kann ein Leichtmetallbrand ausgeschlossen werden .



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Einsatzgrundsätze Brandbekämpfung

- Umluftunabhängiger Atemschutz (obligatorisch)
- Wegen des Vorhandenseins von elektrischer Energie finden bei der Brandbekämpfung die Abstände nach DIN VDE 0132 Anwendung.
- Die in der DIN VDE 0132 genannten Abstände (N-1-5) gelten für CM-Strahlrohre bei Spannungen bis 1.000 V
- Bei einer Verwendung von Hohlstrahlrohren wird auf die allgemeinen Einsatzgrundsätze von HSR in elektrischen Anlagen hingewiesen
- Löschmittel-/verfahren: Wasser-Sprühstrahl
- Für eine Bekämpfung von Bränden in Elektrofahrzeugen bzw. von Hochvolt-Batterien sind besondere Löschmittelzusätze nicht notwendig
- Nach einem Brand Hochvolt-Batterie wenn möglich mittels Sprühstrahl kühlen (begrenzte Zugänglichkeit; meist im Fz-Boden verbaut)

Anm.: Die Brandbekämpfung unter Anwendung der in der DIN VDE 0132 genannten Regeln wird empfohlen, da dies den Fahrbetrieb als auch den Zustand beim Laden der HV-Batterie aus dem öffentlichen Netz aus sicherheitstechnischen Gründen abdeckt.



FW-Einsätze Elektrofahrzeuge

Zusammenfassung

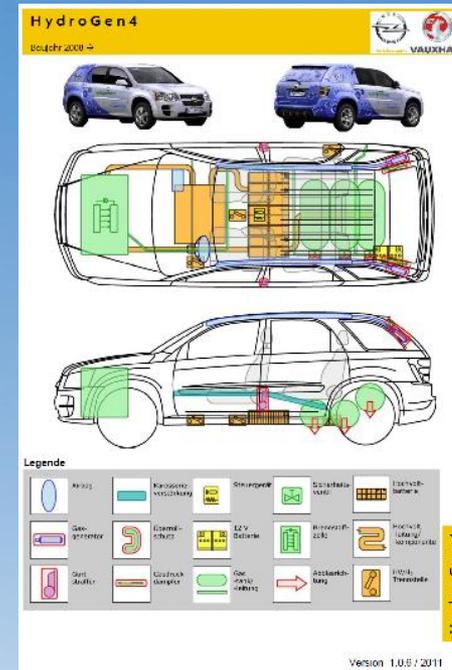
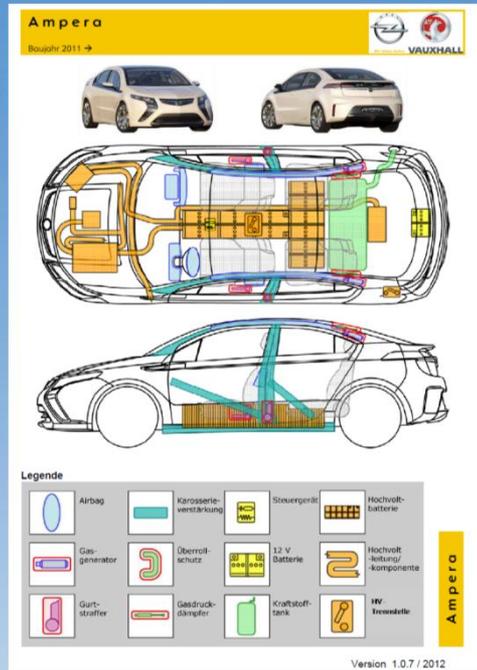
- Einsätze an Fahrzeugen mit Elektroantrieb unterscheiden sich nicht grundsätzlich von Einsätzen an „normalen“ Fahrzeugen
 - Die üblichen Vorgehensweisen sind weiterhin anzuwenden
- System in sicheren Zustand bringen
(Hilfsmittel: Rettungsdatenblatt)

Neu hinzugekommen sind:

- Stilllegung des Hochvolt-Systems ggf. erforderlich
- Schneiden der Hochvolt-Batterie verboten
- Schneiden in Hochvolt-Kabel / -Komponenten vermeiden
- Wasser-Sprühstrahl als bevorzugtes Löschmittel im Bereich des elektrischen Systems; Schaum vorzugsweise für Reifen und Kunststoffteile
- Hochvolt-Batterie nach Fahrzeugbrand wenn möglich mit Wasser-Sprühstrahl kühlen (erhöhter Löschwasserbedarf)



Rettungsdatenblätter



<http://www.opel-rescuecard.com>

Opel/ VX Mobile Rettungsdatenblätter:
<http://www.youtube.com/watch?v=k7jo8zRM1Q>





GM APCE

