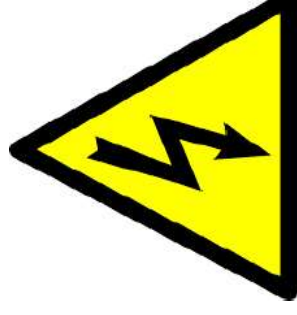
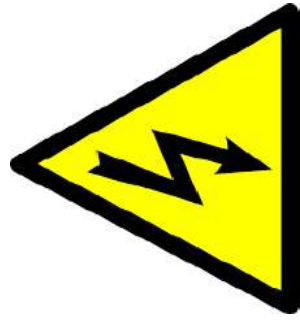


# Fahrzeuge mit Hochvoltanlagen



## Elektro- und Hybridfahrzeuge

Vortrag / Inhalte NUR für den  
Feuerwehrinternen Gebrauch bestimmt !!



# Inhalt

- Grundlegende Varianten von Elektrofahrzeugen
- Lithium Akkumulatoren
- Hochvoltssystem und Abschaltmechanismen
- Bedeutung im Feuerwehreinsatz



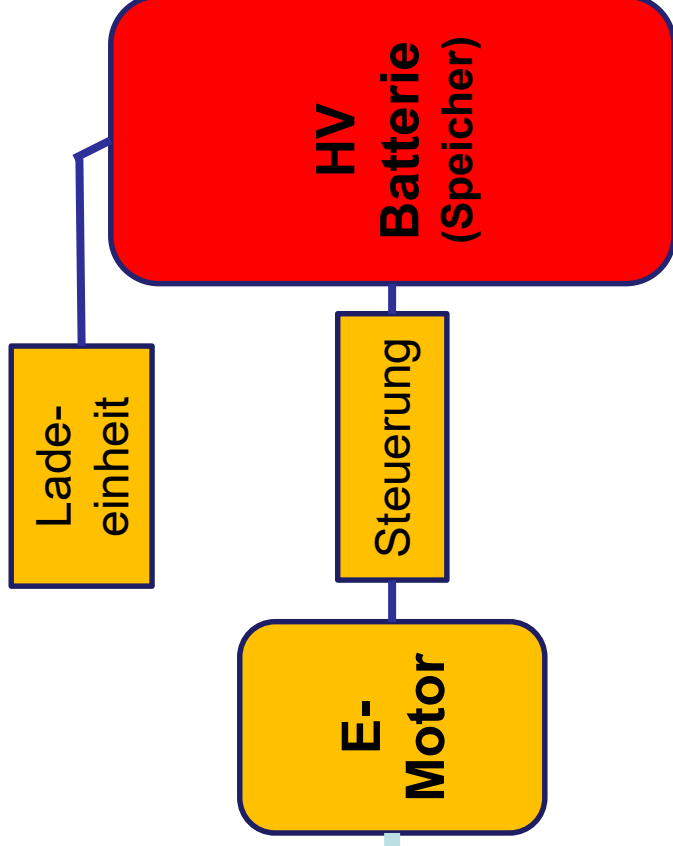
# Abkürzungen



- EV**      ... Electric Vehicle
- BEV**    ... Battery Electric Vehicle
- E-REV**    ... Electric Vehicle mit Range Extender
- HEV**    ... Hybrid Electric Vehicle
- PHEV**    ... Plug-in Hybrid Electric Vehicle
- FCEV**    ... Fuel Cell Electric Vehicle



# Elektrofahrzeug

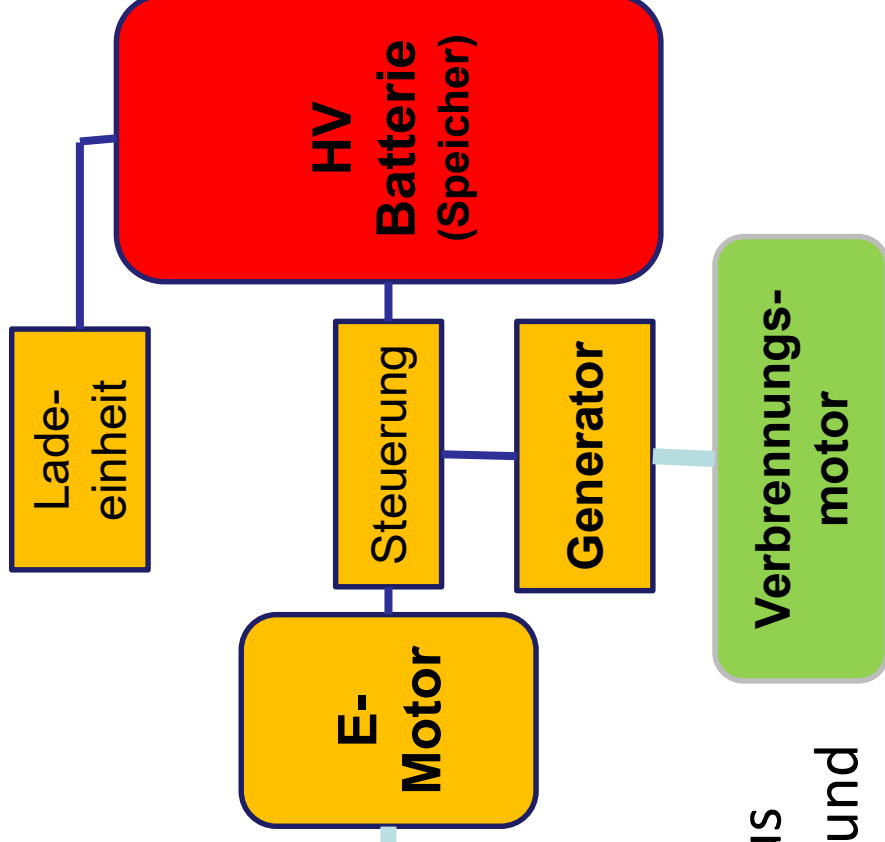


Tesla Model S  
Citroen Zero  
Opel Ampera e  
(2017)

Als Energieversorgung dient  
eine HV-Speicherbatterie



# Elektrofahrzeug mit Range Extender

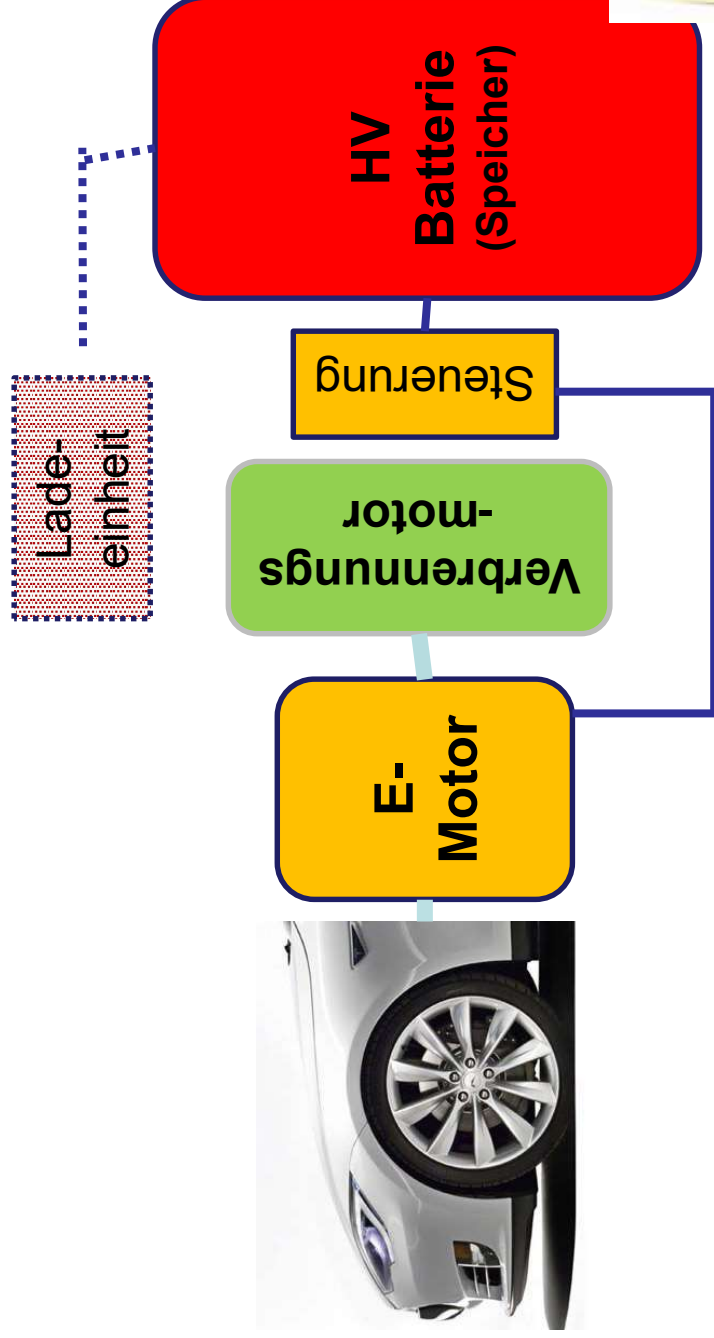


Kombination aus  
Verbrennungs- und  
Elektromotor

BMW i3  
Opel Ampera  
(2009)



# Hybridfahrzeug



- Toyota Auris
- Peugeot 3008
- Golf GTE

Kombination aus Verbrennungs- und Elektromotor



# Lithium-Ionen-Akkumulatoren



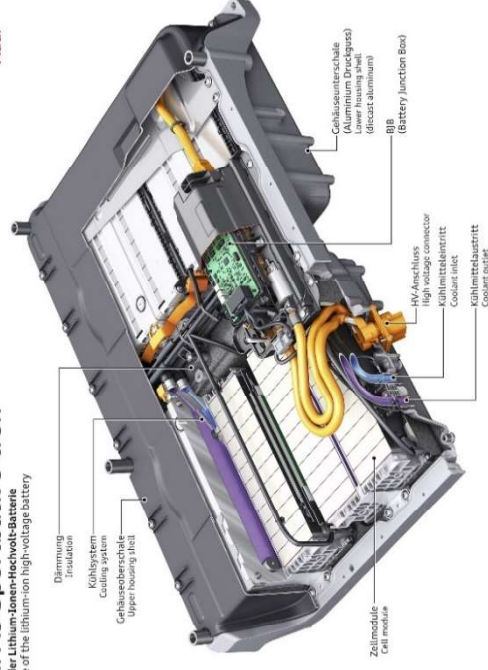
- Hohe spezifische Energie
- Geringer Memory – Effekt
- Lithium
  - Drittleichteste Element, daher leichte Akkus
  - Metall
  - Schwimmt auf Wasser
- Lithium-Verbindungen, kein reines Lithium



# Kühlung der Akkus



**Audi A3 Sportback e-tron**  
Aufbau der Lithium-Ionen-Hochvolt-Batterie  
Structure of the lithium-ion high-voltage battery  
06-13



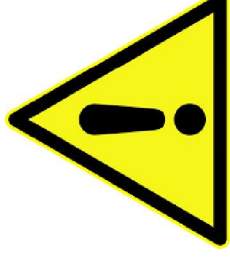
- Luftkühlung
- Kühlmittelkühlung
- Kältemittelkühlung

- Optimales Temperaturfenster von 20°C bis 30°C
- Temperierung (heizen bzw. kühlen) notwendig
- Zebra Akku von 220°C – 300°C (in Iveco genutzt)





# Potentielle Gefahren bei Lithium Akkus



- Stromschlag und/oder Lichtbogen
  - Wenn Sicherheitseinrichtungen versagen
  - Kontakt mit geringem Widerstand im Stromkreis  
(„Kurzschluss“ zwischen den Polen)
- Brand
  - Beschädigung des Akkus
  - Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Zellen
  - Kann auch verzögert auftreten (bis 24 Stunden)
- Elektrolytaustritt
  - Beschädigung des Akkus
- Restspannung ca. 75% der Nennspannung



# Beschädigter HV - Energiespeicher

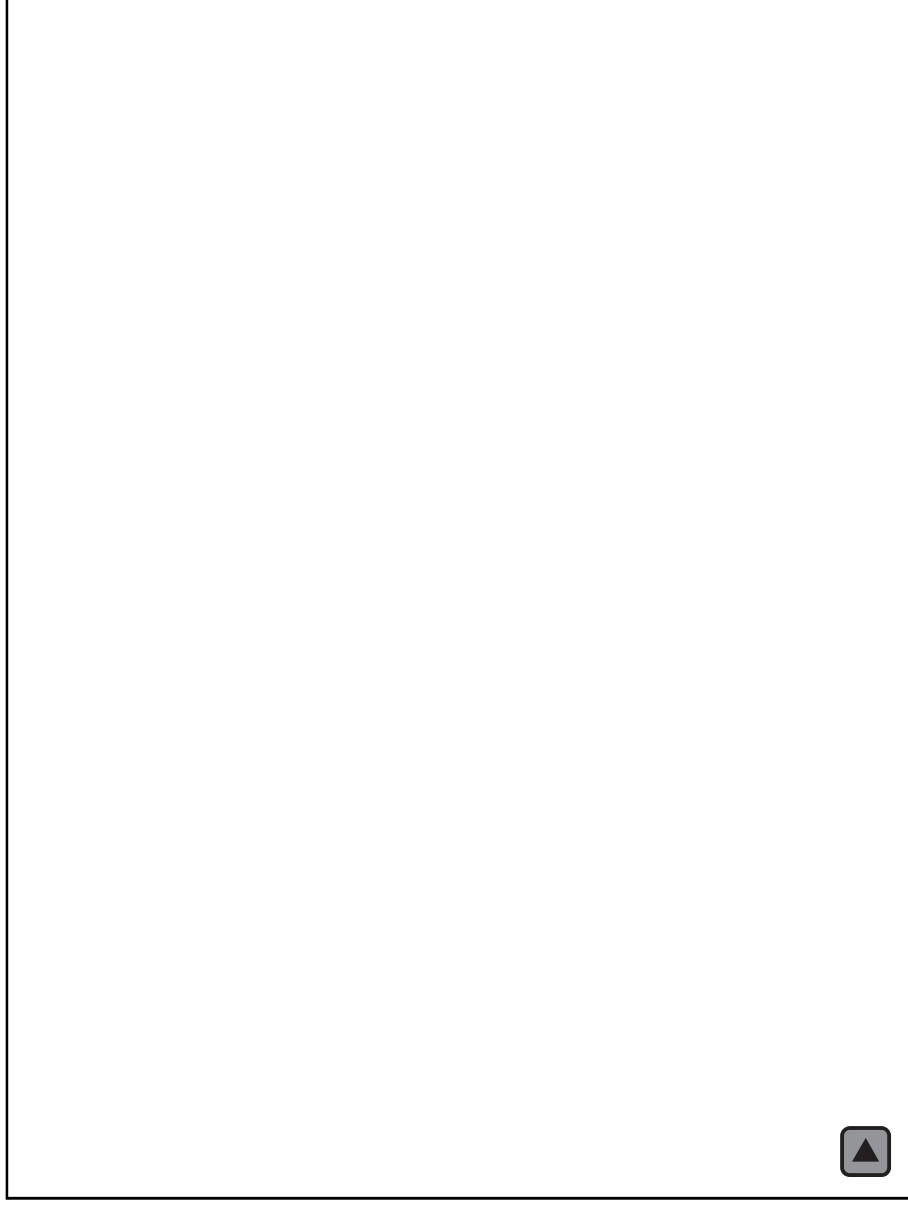


Erkennbar durch ...

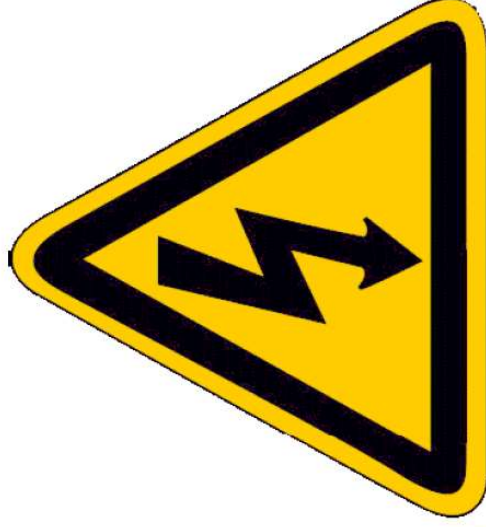
- Erwärmung des Energiespeichers
- Weiße Rauchentwicklung, Geräusche, Funken
- äußere Deformation der Einhausung



# Beschädigter HV - Energiespeicher



# Hochvoltssystem



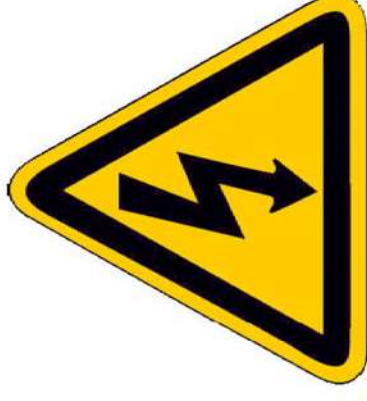
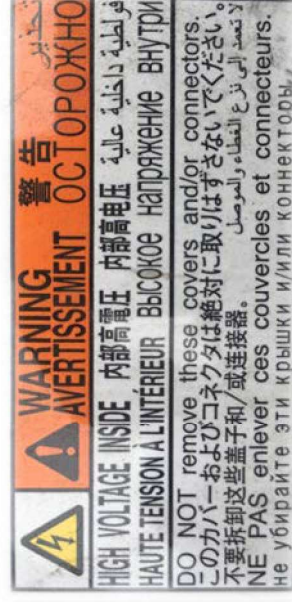
Achtung  
„Hochvolt“!

- Elektrotechnische Ausstattung eines Elektro- und Hybridfahrzeuges (Bereich d. Antriebsstranges)
- deutlich höher als 12V oder 24V (z.B. 400 Volt Gleichspannung, 650 Volt Wechselspannung)
- Elektrotechnisch ist es ein Niederspannungssystem

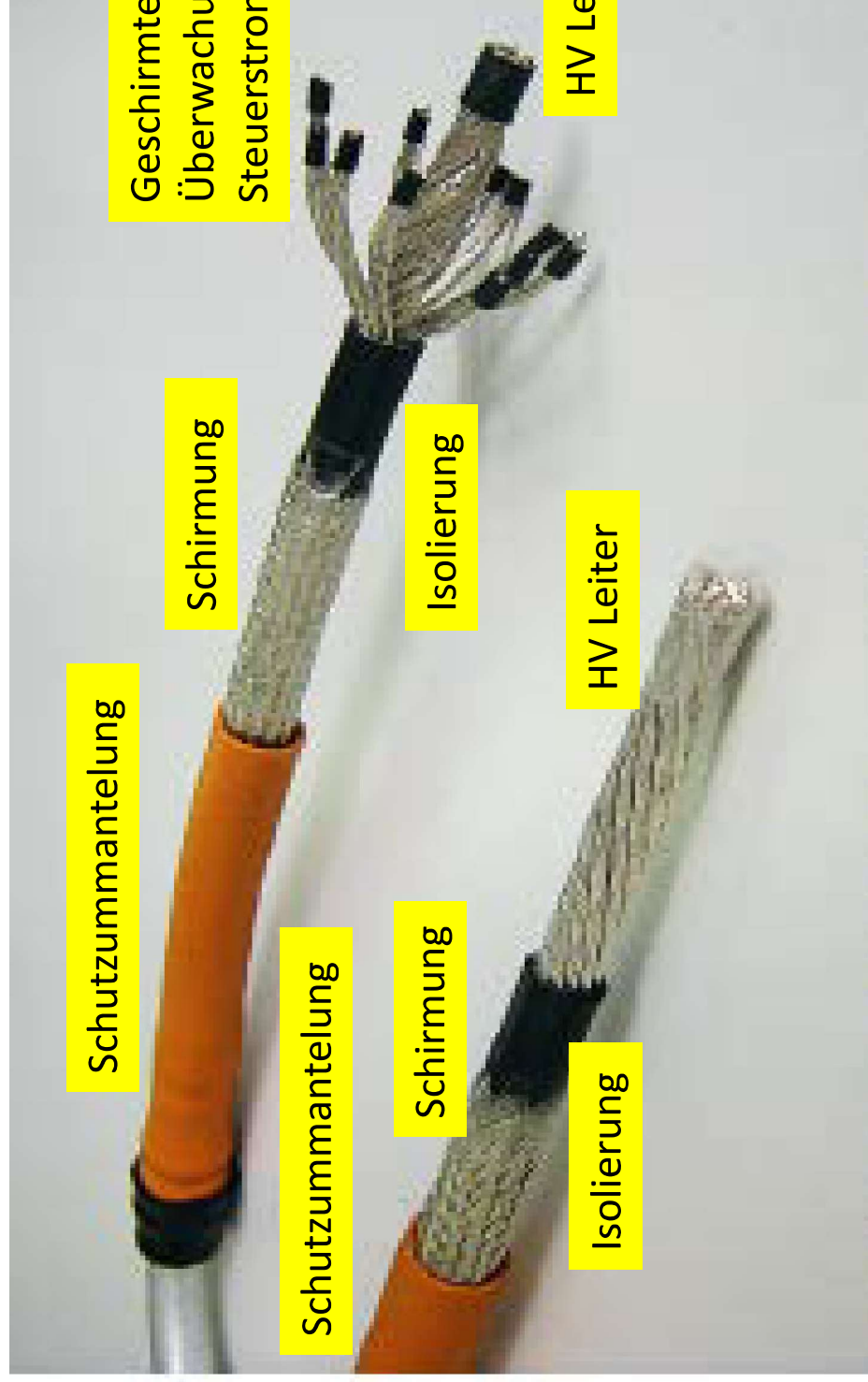
Das Hochvoltssystem hat eine Sicherheitskette.  
Mehrere Elemente müssen gleichzeitig versagen um eine Gefahrensituation entstehen zu lassen.



# Warnkennzeichnungen von Hochvoltssystemen



# Aufbau eines Hochvoltkabels



Schutzummantelung

Schirmung

Geschirmte  
Überwachungs- oder  
Steuerstromkreise

Schutzummantelung

Schirmung

Isolierung

Isolierung

HV Leiter

HV Leiter



# Hochvoltssystem abgeschaltet durch ...



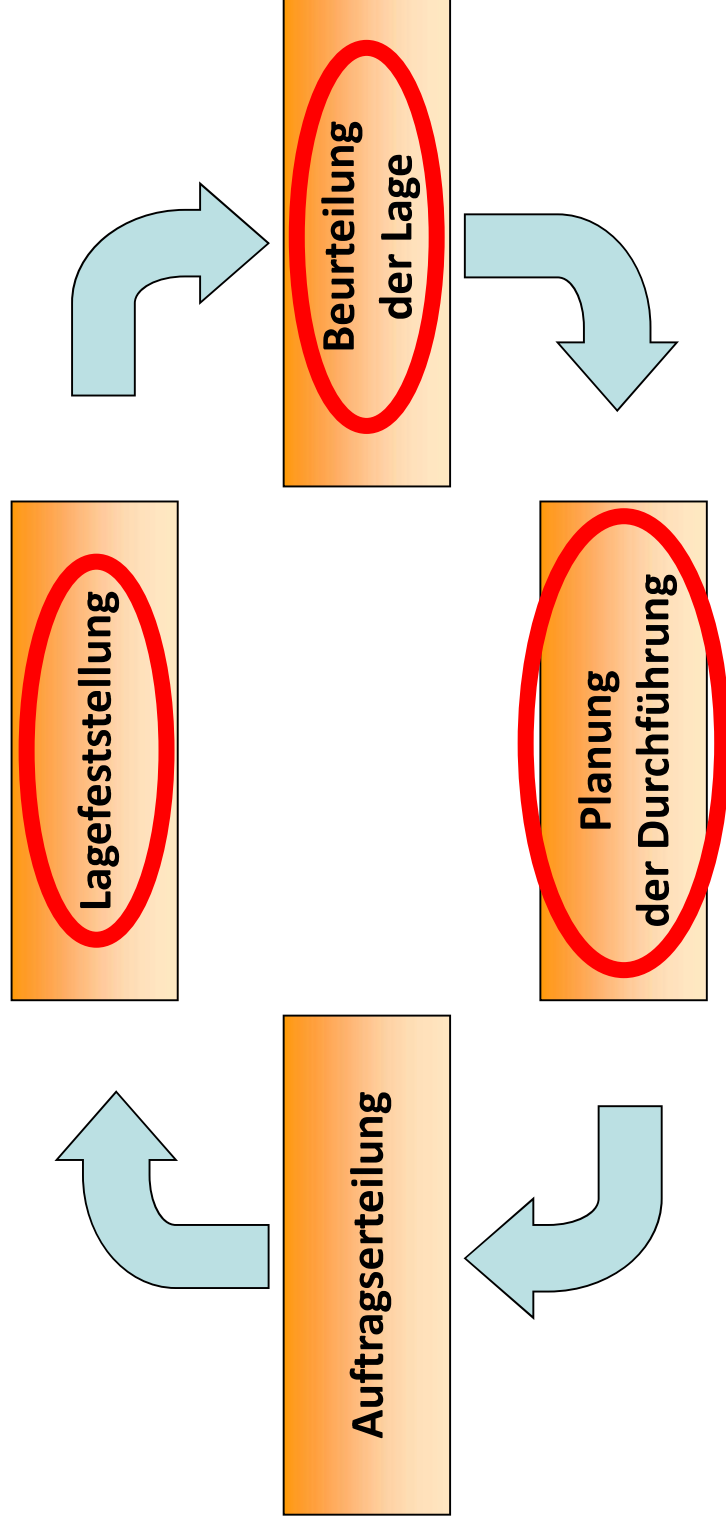
- Betätigen des Zündschlüssel bzw. der Start/Stop Taste
- Crasherkennung durch das Airbag-Steuergerät
- Unterbrechung des 12V Kreises durch
  - abziehen der zugeordneten 12 V Sicherung
  - abklemmen der Batterie(n)
- Erkennen eines Isolationsfehlers
- Anstecken des Ladekabel
- Betätigen der vorgesehenen Trennstellen







# Bedeutung im Feuerwehreinsatz ...



## Lagefeststellung

- Antriebsart erkennen
  - Fahrzeugbezeichnung (Firmenlogo + Zusatzbezeichnung)

electric  
drive



- Insassenbereich
- Tankdeckel
- Steckdose oder Einfüllrohr

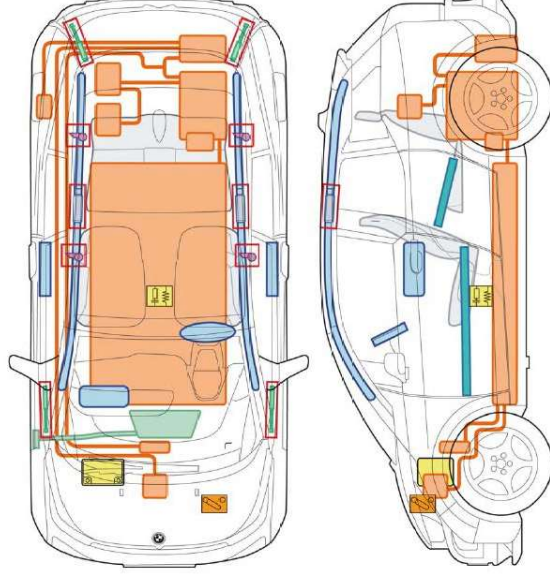


# Lagefeststellung

- Antriebsart erkennen
  - HV Komponenten  
(im Regelfall orange Farbe)



- Rettungskarte



# Beurteilung der Lage



## Fahrzeugbergung



## Fahrzeugbrand

## VU mit Menschenrettung





## Planung der Durchführung

- Fahrzeugbergung
  - HV-Batterien sind meist im Bereich der Fahrgastzelle, daher gewisser Grundschutz vorhanden
  - HV-Batterien sind in auslaufsicheren, versiegelten Metallgehäusen
  - Wenn kein „Totalschaden“ ist die Gefährdungssituation eher gering
  - Fahrzeug abschalten (Zündschlüssel, bzw. Start/Stop Taste)
  - Fahrzeug sichern
  - Abklemmen der 12V Batterie
  - Greifzug/Windenbergung: Beschädigung des Unterbodens vermeiden -keine HV-Komponenten beschädigen
  - Kranbergung ist üblicherweise schonender





## Planung der Durchführung

- Menschenrettung aus Fahrzeug
  - Fahrzeug abschalten (Zündschlüssel, bzw. Start/Stop Taste)
  - Fahrzeug sichern, stabilisieren
  - AIRBAG beachten (aktiviert = HV deaktiviert)
  - Abklemmen der 12V Batterie (wenn möglich)
  - Hochvolt - Rettungstrennstelle betätigen
  - Hochvoltkabel befinden sich in Säulen, Schweller u. Träger
  - Beim Schneiden oder Spreizen, darf das Metallgehäuse der HV-Batterie nicht beschädigt werden
  - Übliche Rettungsmethoden meist anwendbar
  - Brandschutz (Wärmebildkamera wenn vorhanden anwenden)
  - Geeignetes Löschmittel für HV Komponenten ist Wasser





## Planung der Durchführung

- Brandbekämpfung
  - Löschmittel ist Wasser (Kühleffekt)
    - keinesfalls Löschschaum
  - Sicherheitsabstände einhalten (1m / 5m, CM-Strahlrohr)
  - Atemschutz verwenden
    - Starke Qualmbildung und giftige Gase
  - Bei Brandbekämpfung beachten:
    - Batteriepaket aus sicherer Entfernung fluten
    - Hoher Löschwasserbedarf wegen langer Kühlzeit
    - Nur nebenliegende Batteriemodule werden abgekühlt
    - Bereits brennende Batteriemodule ausbrennen lassen
    - Wärmebildkamera (wenn vorhanden) anwenden
    - Ausbreitungsgefahr bekämpfen



## Planung der Durchführung

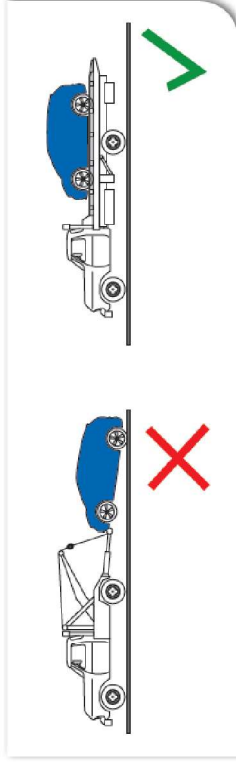
- Freimachen von Verkehrswegen
  - Nächstgelegene sichere Abstellfläche nutzen
  - Elektrische Feststellbremse beachten
    - Rangierroller oder ähnliche Hilfsmittel einsetzen
  - Motorgeneratoren erzeugen Spannung im HV System
    - Erwärmung des/der MG
    - Spannungsrückspeisung
- Wenn Feststellbremse lösbar:
  - kurze Strecken bei Schrittgeschwindigkeit unproblematisch





# Planung der Durchführung

- Abschleppen
  - Üblicherweise „SCHLEPPVERBOT“ in den Rettungshandbüchern der Hersteller
  - Kurze Strecken in Schrittgeschwindigkeit möglich



**FAZIT:**  
**LEICHTE UNFÄLLE SIND IN DER REGEL KEIN PROBLEM.**  
**AUCH NICHT FÜR DIE SICHERHEIT.**  
In den meisten Fällen ist es absolut ungefährlich, beim BMW i3 Pannenhilfe zu leisten. Wenn Sie ein paar Grundregeln wie das Nichtberühren der Hochvoltleitungen beachten, unterscheiden sich hier die grundlegenden Abläufe nicht von denen bei Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb.  
Insgesamt gilt, das, was die VBG über die Pannenhilfe bei Elektrofahrzeugen schreibt:  
„Auch die Pannenhilfe ist bei Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen ungefährlich, solange zur Störungsbeseitigung keine Eingriffe in die HV-Anlage notwendig werden.“<sup>16</sup>



## Planung der Durchführung

- Abstellen
  - Auf gesicherten (eingezäunten) Flächen im Freien
  - Ausreichend Abstand von Nachbarobjekten (Häuser) empfohlen 15m
  - Ausreichender Abstand zu anderen KFZ (ca. 15m)
  - Keine leichtbrennbaren Stoffe in der Nähe
  - Kennzeichnung des Fahrzeuges „Elektrofahrzeug“
  - Information an Übernehmer über aktuellen Zustand der HV Anlage

**Daher wird Übergabe an Fachfirma oder Eigentümer empfohlen !!**



## Planung der Durchführung

- Sicherstellung im Auftrag
  - Anordnende Behörde informieren „Elektrofahrzeug“
  - **Behörde legt Ort der Sicherstellung fest**
  - Grundsätzlich gelten die Vorgaben wie bei „Abstellen“

**Daher ist Übergabe an Fachfirma der  
Behörde zu empfehlen !!**



# Planung der Durchführung



- Fahrzeuge nach dem Einsatz nicht unbeaufsichtigt lassen
- Der Fachwerkstätte / dem Fachmann oder dem Eigentümer übergeben
- Auf Besonderheiten ist hinzuweisen



## Dieser Lösch-Container für brennende Elektroautos macht es der Feuerwehr einfacher

10.02.2017 | In: Bilder, Sicherheit — 5 Kommentare

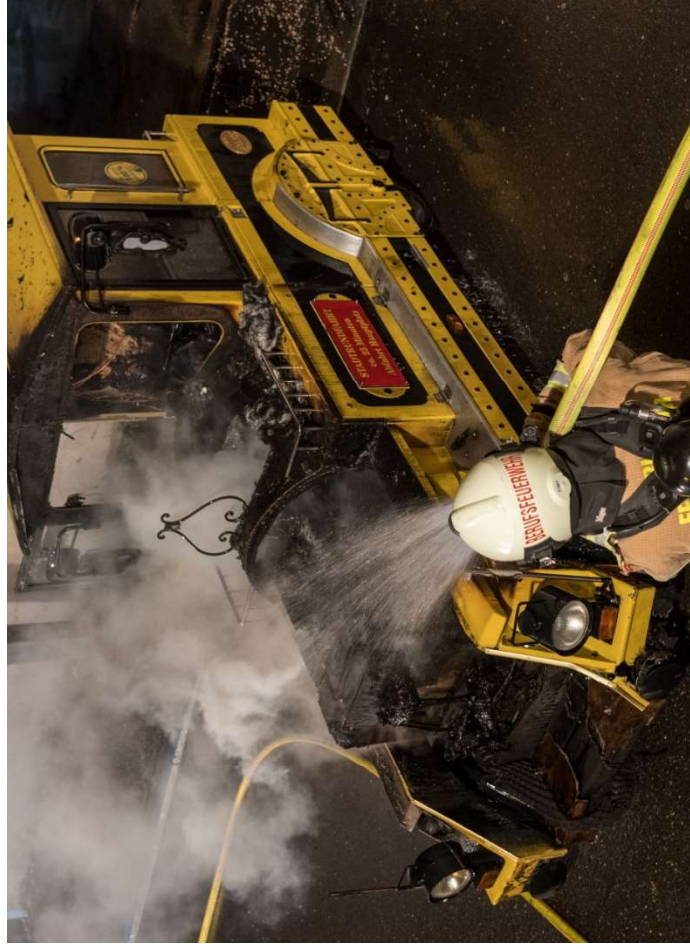


Das Delmenhorster Unternehmen Ellermann Eurocon hat einen innovativen Lösch-Container für das Löschen von brennenden Elektroautos vorgestellt: Die Rettungskräfte können das Feuer in einer riesigen Wanne „ertränken“. Hat



# Brand eines Bummelzug

- Linz, Dezember 2017



# Brand eines Elektro-Smart

- Reutlingen, November 2017



## Schlussbemerkung

- Vor allem in der Situation einer starken Beschädigung eines Elektro- und Hybridfahrzeuges, eines Fahrzeugbrandes, einer akuten Personenrettung und dies dann auch noch unter einem extremen Zeitdruck, kann **die Hochvoltsicherheit eines Fahrzeuges von außen nicht festgestellt werden.**
- Es gibt daher auch keinen „Standardablauf“ zur Vorgehensweise in Extremsituationen.
- **Eine eigene sorgfältige Erkundung und Beurteilung der im Falle eines konkreten Einsatzes zu beachtenden Umstände bleibt daher immer unverzichtbar.**





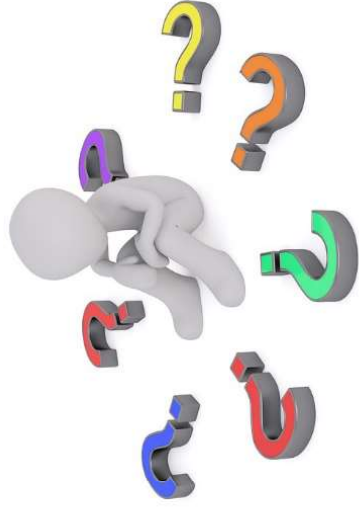
# Herzlichen Dank für die Unterstützung und Bereitstellung von Unterlagen



Vortrag / Inhalte NUR für den  
Feuerwehrinternen Gebrauch bestimmt !!

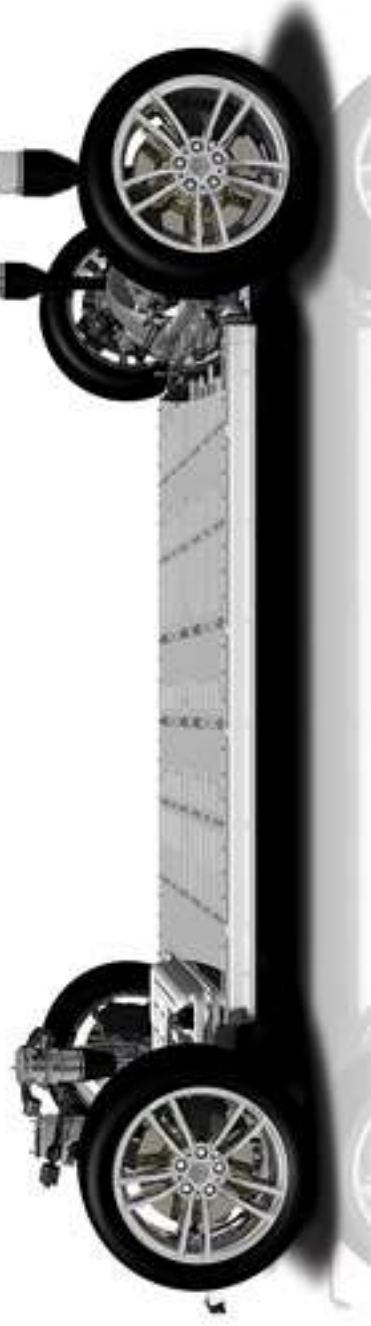


# Offene Fragen

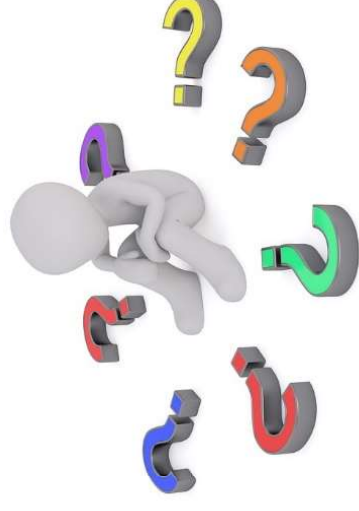


## Danke für eure

## Aufmerksamkeit



# FAQS



Antworten auf häufig gestellte Fragen in Bezug auf  
Elektro- und Hybridfahrzeuge



# Besteht nach einem Unfall beim Berühren des Fahrzeuges oder von Fahrzeugteilen die Gefahr eines elektrischen Schlag?

- Personengefährdung durch einen elektrischen Schlag grundsätzlich nicht gegeben.
- Fahrzeuge sind mit verschiedenartigen Schutzmechanismen ausgestattet.
  - Berührungsschutz
  - Galvanische/elektrische Trennung
  - Abschaltung durch Airbag-Auslösung
- Berühren der Schadstellen vermeiden, im Zweifelsfall HV-System manuell deaktivieren (siehe Rettungskarte).



# Kann man bei einem verunfallten Elektro-/Hybrid-Fahrzeug erkennen ob das HV-System deaktiviert ist?

- Direkte Anzeige der Spannungsfreiheit, aufgrund verschiedenartigsten Schadensszenarien, nicht möglich.
- Im Zweifelsfall das HV-System manuell deaktivieren (siehe Rettungskarte).
- Ladezustand des HV-Speichers bleibt nach Deaktivierung des HV-Systems unverändert! Nur elektrische Trennung vom restlichen HV-System!



Kann von einem geparkten Fahrzeug, das in einen Unfall verwickelt wurde (Stand-Crash) eine elektrische Gefährdung ausgehen?

- Unter Umständen ist das HV-System im Stand aktiv (z.B. Standklimatisierung).
- Airbag - Auslösung wird in der Regel nicht erfolgen, daher keine automatische Abschaltung des HV-Systems.
- Bei schweren Unfällen das HV-System manuell deaktivieren.



# Was ist zu beachten wenn ein an der Ladestation angeschlossenes Elektro-/Hybridfahrzeug in einen Unfall verwickelt ist (Stand-Crash)?

- Wenn möglich Ladekabel von Ladestation oder vom Fahrzeug trennen. Alternativ Ladestation abschalten.
- Vor dem Trennen Kabel und Stecker auf Beschädigungen prüfen. Beschädigte Stellen nicht berühren!
- Bei schweren Unfällen das HV-System deaktivieren.



# Wie ist an der Unfallstelle mit einem beschädigten und nicht brennenden HV-Energiespeicher im Fahrzeug umzugehen?

- Beschädigte HV-Speicher nicht direkt berühren!
- Zustand des beschädigten HV-Speichers beobachten (z.B. Rauchentwicklung, Geräusche, Funken, Wärmeentwicklung).
- Löschleitung zum Kühlen des HV-Speichers mit Wasser vorbereiten.
- Wird eine deutlich über der Außentemperatur liegende Temperatur in Verbindung mit stetigen Temperaturanstieg gemessen, dann das Gehäuse des HV-Speichers mit Wasser kühlen (Ausnahme Zebra Akkus)





# Muss man im Brandfall mit einer Explosion des HV-Speichers rechnen?

- Explosion des kompletten HV-Speichers aufgrund vorhandener Sicherheitstechnik ausgeschlossen.
- Gezielte „Ausgasung“ und Druckentlastung durch mechanische Sicherungseinrichtungen.
- Bersten von offen liegenden defekten Zellen nicht auszuschließen.



# Bestehen bei Elektro-/Hybridfahrzeugen im Wasser besondere Risiken?

- Grundsätzlich kein erhöhtes Stromschlagrisiko durch HV-System.
- Vorgehensweise beim Bergen ist ident zu konventionellen Fahrzeugen.
- Es besteht keine zusätzliche Gefahr für das Trinkwasser gegenüber konventionellen Fahrzeugen.



# Was ist beim Umgang mit austretendem Elektrolyt aus HV-Speichern nach einem Unfall zu beachten?

*Austretende Flüssigkeiten aus HV-Speicher sind meist Kühlmittel. Elektrolyte sind nur in geringen Mengen (Milliliter) in den einzelnen Zellen vorhanden.*

- Elektrolyte sind in der Regel reizend, brennbar und ätzend.
- Anwendung von konventionellen Bindemittel.
- Hautkontakt mit Elektrolyt und Einatmen von Gasen infolge chemischer Reaktion des Elektrolyts sind zu vermeiden.
- Anwendung von persönlicher Schutzausrüstung.

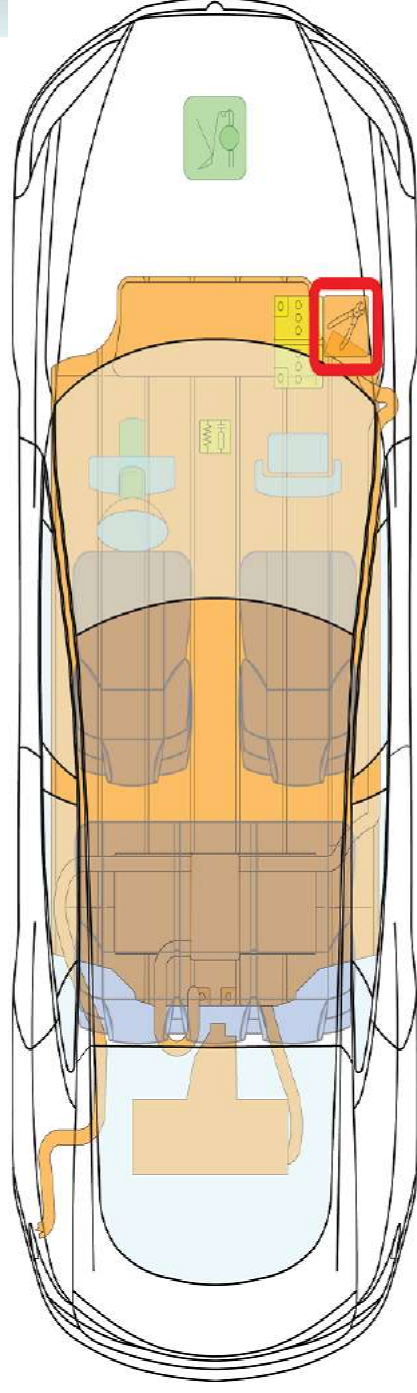


# Was ist beim Verladen eines Elektro-/ Hybrid Fahrzeuges nach einem Unfall zu beachten?

- Bei Übergabe an das Abschleppunternehmen sind Antriebsart und erfolgte Feuerwehrrmaßnahmen mitzuteilen.



# Vorgehensweise bei Bergung und Rettung



Cut loop label

