



Technische Hilfeleistung -Verkehrsunfall-

**„Einsatzhinweise beim Umgang mit
Elektrofahrzeugen“**

Inhalt

- Einleitung
- Elektroantrieb/Elektrohybridantrieb
- Besonderheiten von Elektrofahrzeugen
- Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen
- Lagefeststellung (Erkundung/Kontrolle)
- Informationssysteme
- Einsatzmaßnahmen
- Fazit

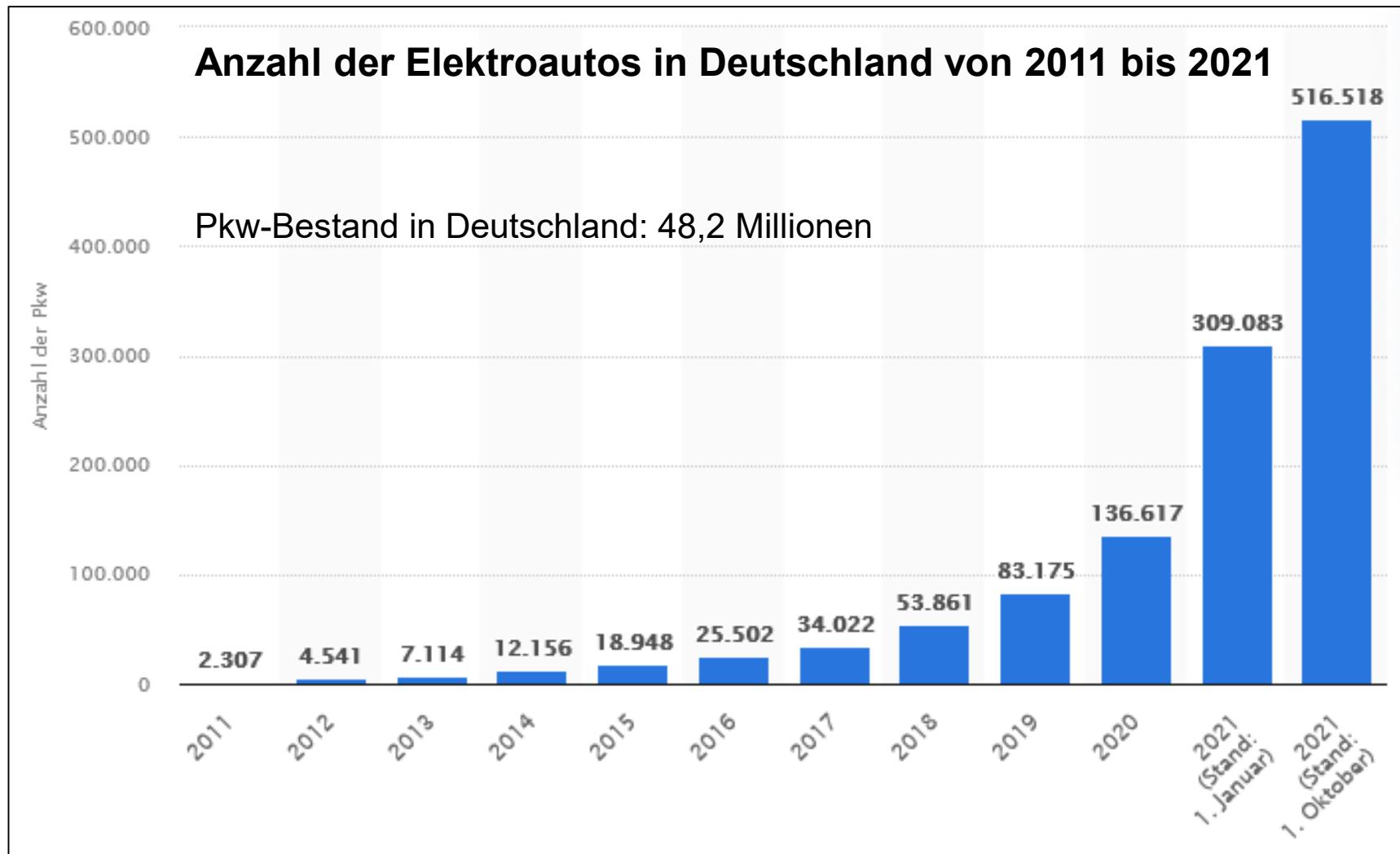
Einleitung

Die taktische Vorgehensweise bei der Abarbeitung von Einsätzen mit verunfallten Elektro- und Hybridfahrzeugen muss angepasst und das Wissen um die neue Antriebstechnik und die dadurch bedingten rettungstechnischen Besonderheiten erweitert werden.



Abb.1

Einleitung



Quelle: Statista

Einleitung

Besondere Gefahren bei Elektro- und Hybridfahrzeugen:

- Elektrizität

Stromschlag, Lichtbögen durch Kurzschlüsse.

- Brand der Hochvoltbatterie

Durch mechanische Beschädigung, externe Beflammmung oder technische Mängel kann die Hochvoltbatterie zu brennen (auch zeitverzögert) beginnen.

Erschwerete Brandbekämpfung durch schlechte Zugänglichkeit.

- Sichern des Fahrzeuges

Ungewolltes in Bewegung setzen des Fahrzeuges, fehlendes Motorgeräusch, anderes Kippverhalten wegen verändertem Schwerpunkt.

Elektroantrieb/Elektrohybridantrieb

Die elektrischen Komponenten des Elektroantriebs arbeiten in Spannungsbereichen oberhalb von 25 Volt Wechselspannung und 60 Volt Gleichspannung.

Da die Spannung über der in konventionellen Fahrzeugen üblichen Spannung von 12 Volt liegt, wird für diesen Spannungsbereich der Begriff „Hochvolt“ (HV) verwendet.

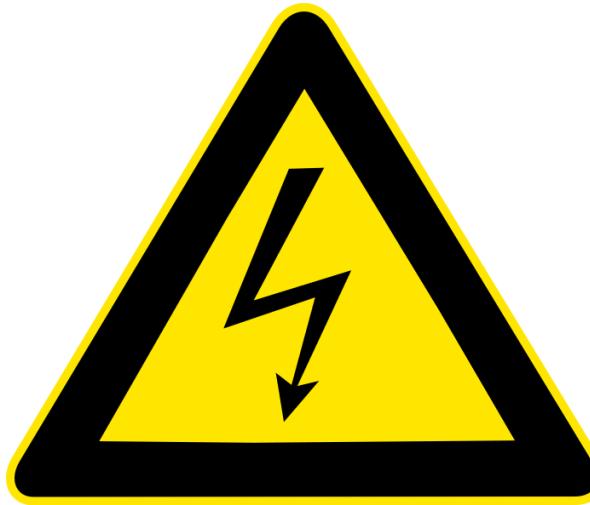


Abb.2

Elektroantrieb/Elektrohybridantrieb

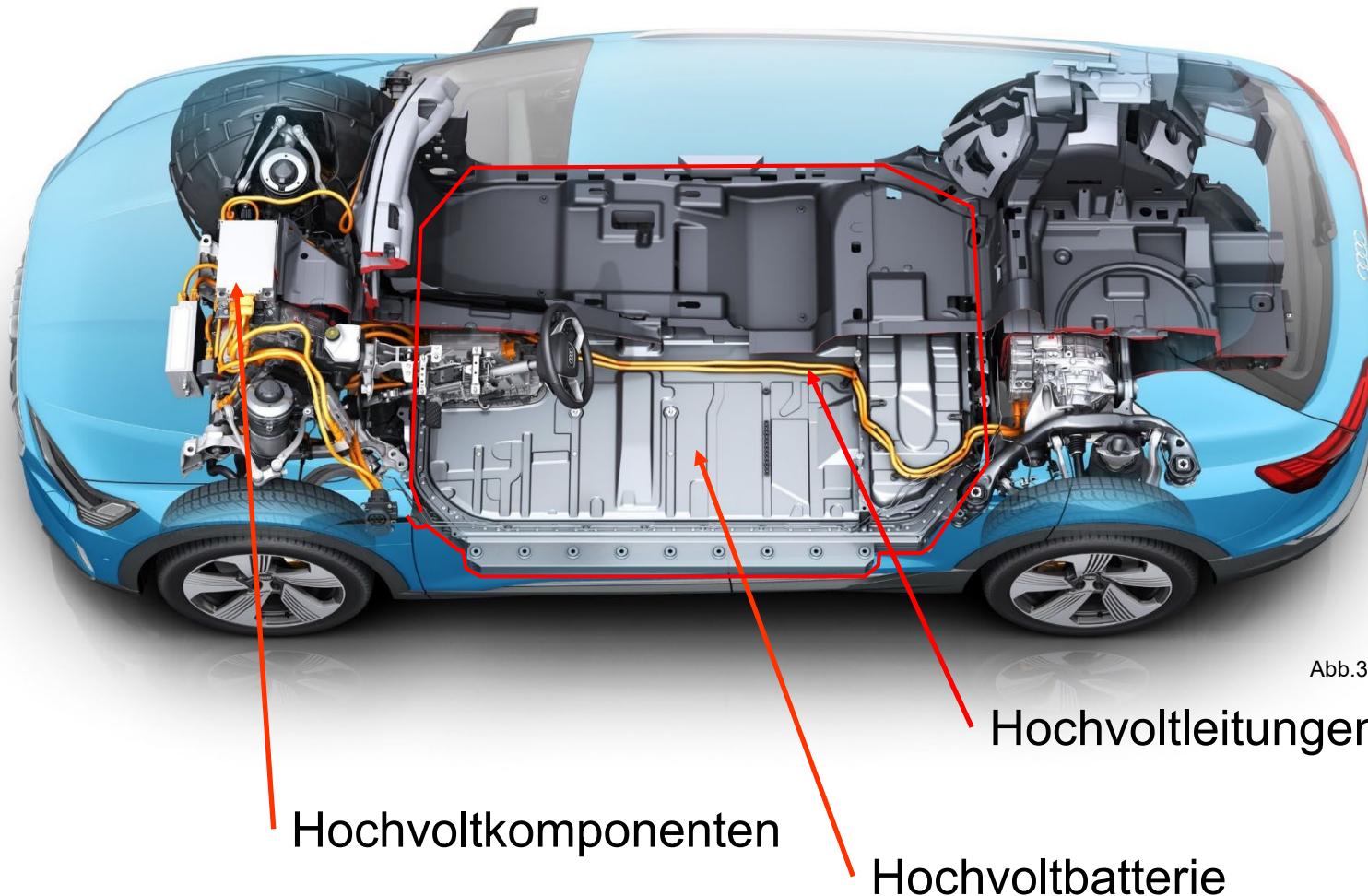
Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei Elektrohybridfahrzeugen um Elektrofahrzeuge handelt und damit in Bezug auf den Einsatz der Feuerwehr vergleichbare Risiken bilden, werden diese Fahrzeuge gemeinsam betrachtet.

Folgende Gemeinsamkeiten sind zu erwähnen:

- Hochvoltbatterie
- Hochvoltleitungen
- Hochvoltkomponenten (z. B. Spannungswandler, Elektromotoren)

Um die für den Vortrieb notwendige Energie bereitzustellen, verfügen moderne Elektrofahrzeuge zusätzlich zur normalen 12 V/24 V Batterie über Hochvoltbatterien mit einer Batteriegleichspannung von teilweise mehr als 400 V (Niederspannung).

Elektroantrieb/Elektrohybridantrieb



Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen

- Innerhalb des Batteriesystems befinden sich Trennrelais, welche im Bedarfsfall die Hochvoltbatterie an allen Batteriepolen vom Hochvoltnetz trennen.
- Das Hochvoltnetz ist galvanisch (ohne leitende Verbindung) vom normalen Bordnetz getrennt. Es unterscheidet sich hierdurch vom 12 V/24 V-Bordnetz, dessen Stromkreis über die Fahrzeugkarosserie geschlossen wird.
- Bei Unfällen mit Airbagauslösung erfolgt i.d.R. eine Abschaltung des Hochvoltnetzes durch Öffnen der Trennrelais.

Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen

- Leistungsüberwachung
- Hochvoltkomponenten sind in der Regel mit Warnaufklebern versehen und berührungsicher ausgeführt.



Abb.4



Abb.5

- Durch die hohen Sicherheitsstandards der Serienfahrzeuge ist es bei nicht völlig deformierten Fahrzeugen mit Beschädigung des Batteriegehäuses praktisch ausgeschlossen eine Verletzung durch den elektrischen Strom zu erleiden.

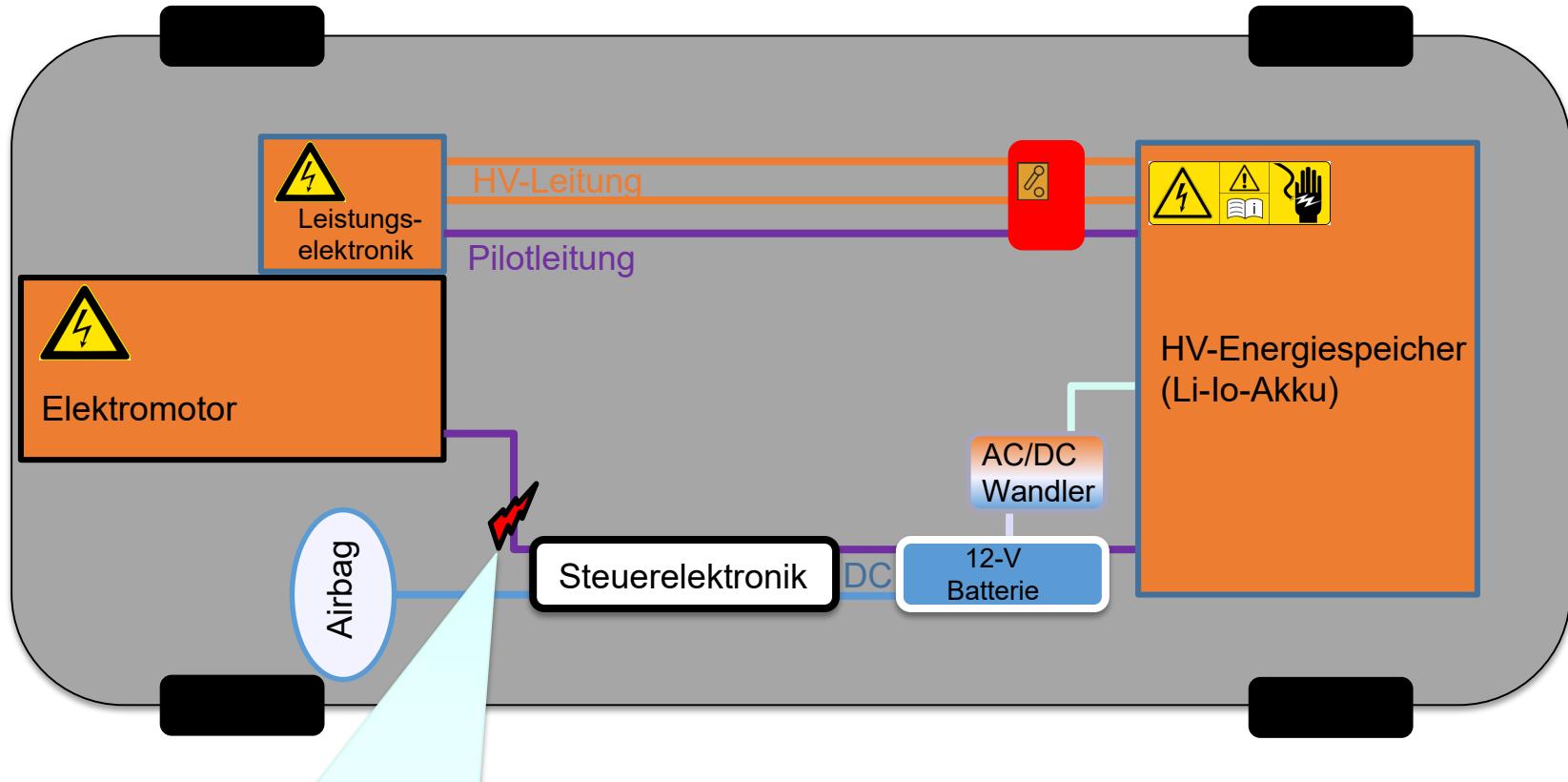
Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen



Abb.6

- Hochvoltkabel sind mit einer orangefarbenen Isolierung versehen und berührungsicher ausgeführt.

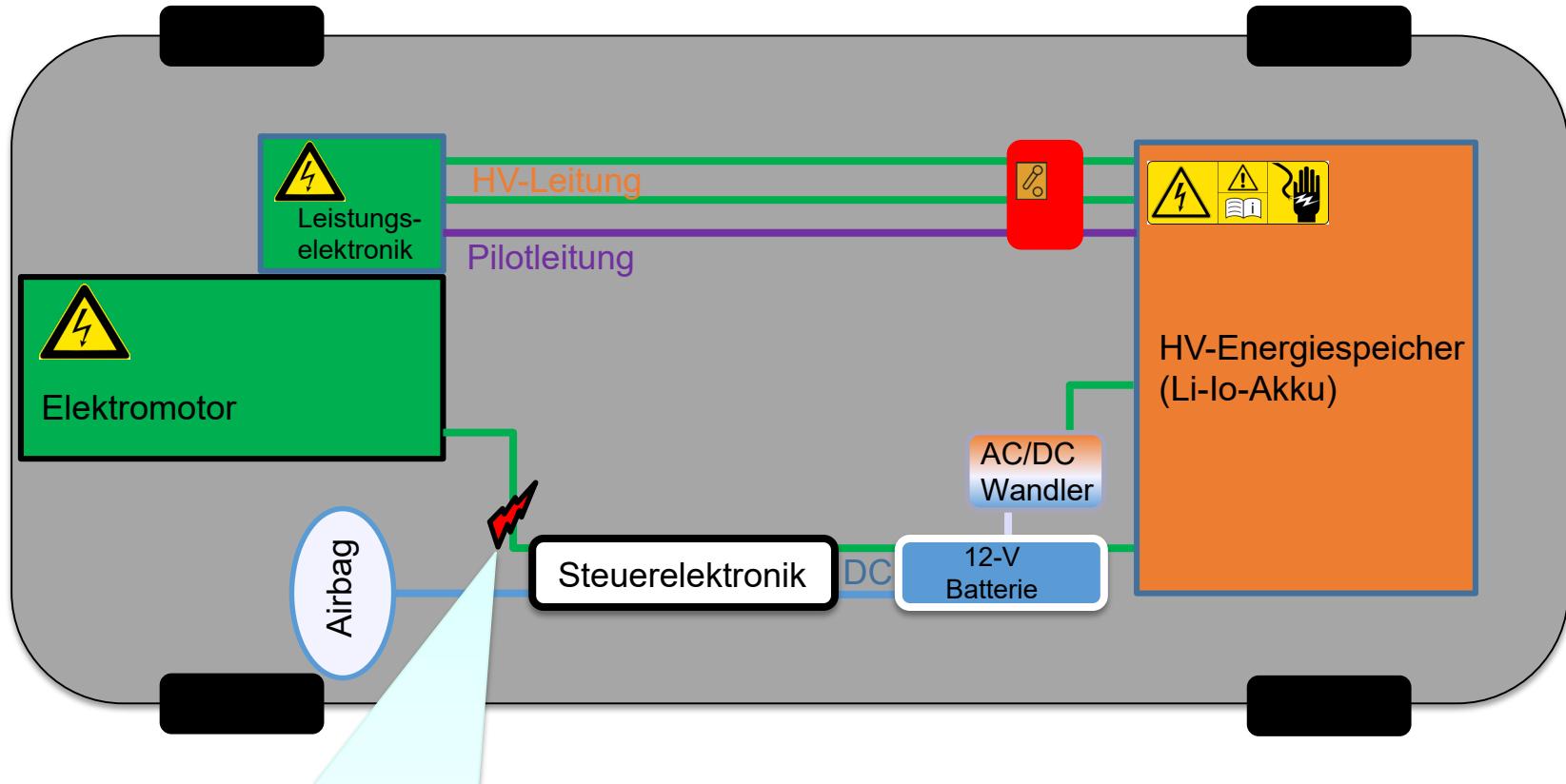
Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen



Mögliche Trennstellen



Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen



Mögliche Trennstellen



Lagefeststellung (Erkundung/Kontrolle)

- Während der Erkundungsphase nach einem Verkehrsunfall oder bei einem Fahrzeugbrand sollte immer versucht werden, die Antriebsart zu identifizieren.
- Fahrzeuge mit alternativen Antriebsarten unterscheiden sich allerdings äußerlich häufig nicht oder kaum von Fahrzeugen mit konventionellem Otto- oder Dieselantrieb.
- Trotzdem gibt es an den Fahrzeugen bauliche Gegebenheiten, die auf einen alternativen Antrieb hinweisen.
- Um erste Anhaltspunkte zu erhalten, um welchen Antrieb es sich handelt, kann die **AUTO – Regel** angewendet werden.

A – Austretende Betriebsstoffe

- Nebelbildung am bzw. unterhalb des Fahrzeuges?



Abb.7

- Gasaustritt/Schaden an der Hochvoltbatterie?
- Abblasgeräusche (Rauschen/Zischen, Knistern, Knallen)?
- austretende Flüssigkeiten?

U – Unterboden erkunden

- Sind auf dem Fahrzeugboden farblich hervorgehobene Leitungen oder sonstige Hinweise sichtbar?
- Sind ungewöhnliche Vertiefungen sichtbar?
- Fehlt der Auspuff?
- Sind Gastanks im Kofferraum sichtbar?



Abb.8

T – Tankdeckel öffnen

- Tankverschluss für Erdgas, Benzin, Ladesteckdose?



Abb.9

- Ist ein Füllanschluss eines Flüssiggasfahrzeuges zu erkennen?

O – Oberfläche absuchen

- Sind weitere Anschlüsse außerhalb des Tankdeckels vorhanden?



Abb.10

- Sind Typenschilder, Abkürzungen oder Aufkleber auf dem Fahrzeug angebracht, die zur Identifizierung beitragen können?



Abb.11

- „E“ am amtlichen Kennzeichen?



Abb.12

Informationssysteme

- Rettungsdatenblätter

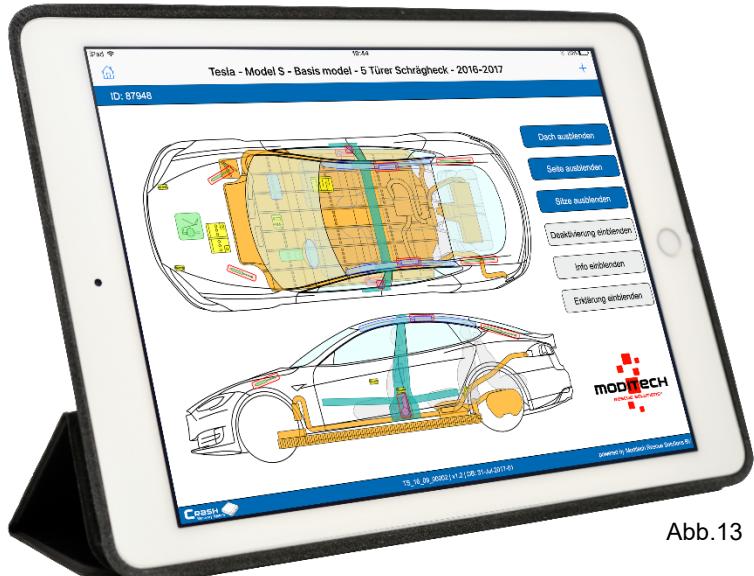


Abb.13

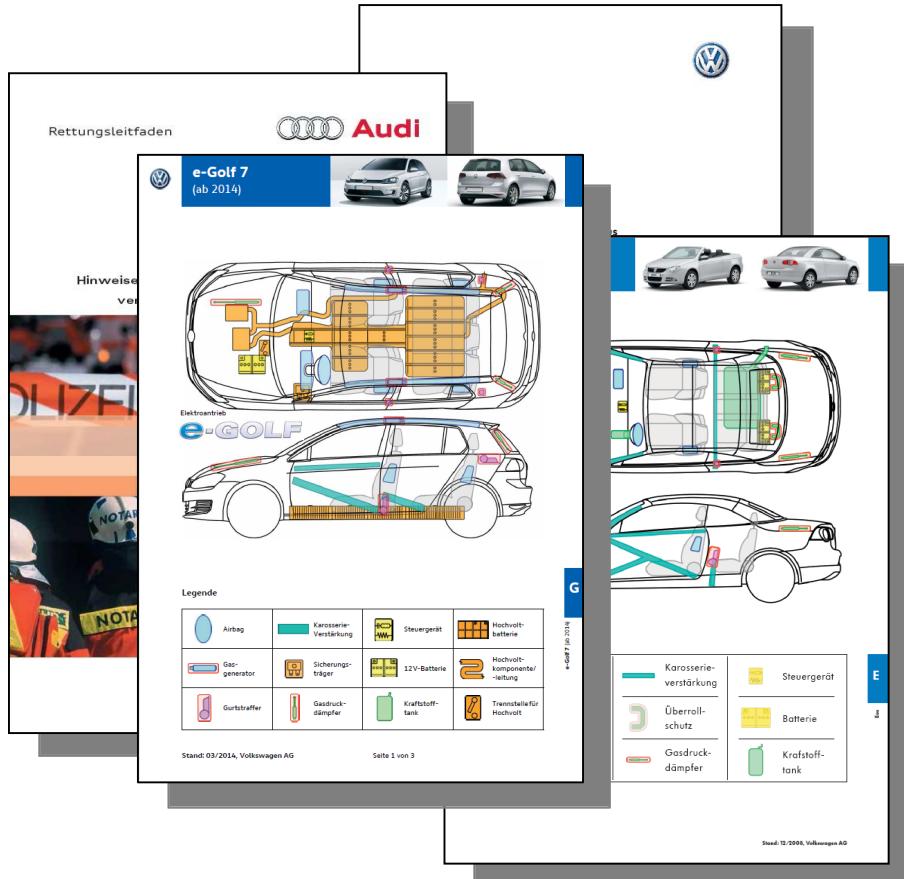


Abb.14

Informationssysteme

- Online Fahrzeugidentifikationssystem/Kennzeichenabfrage

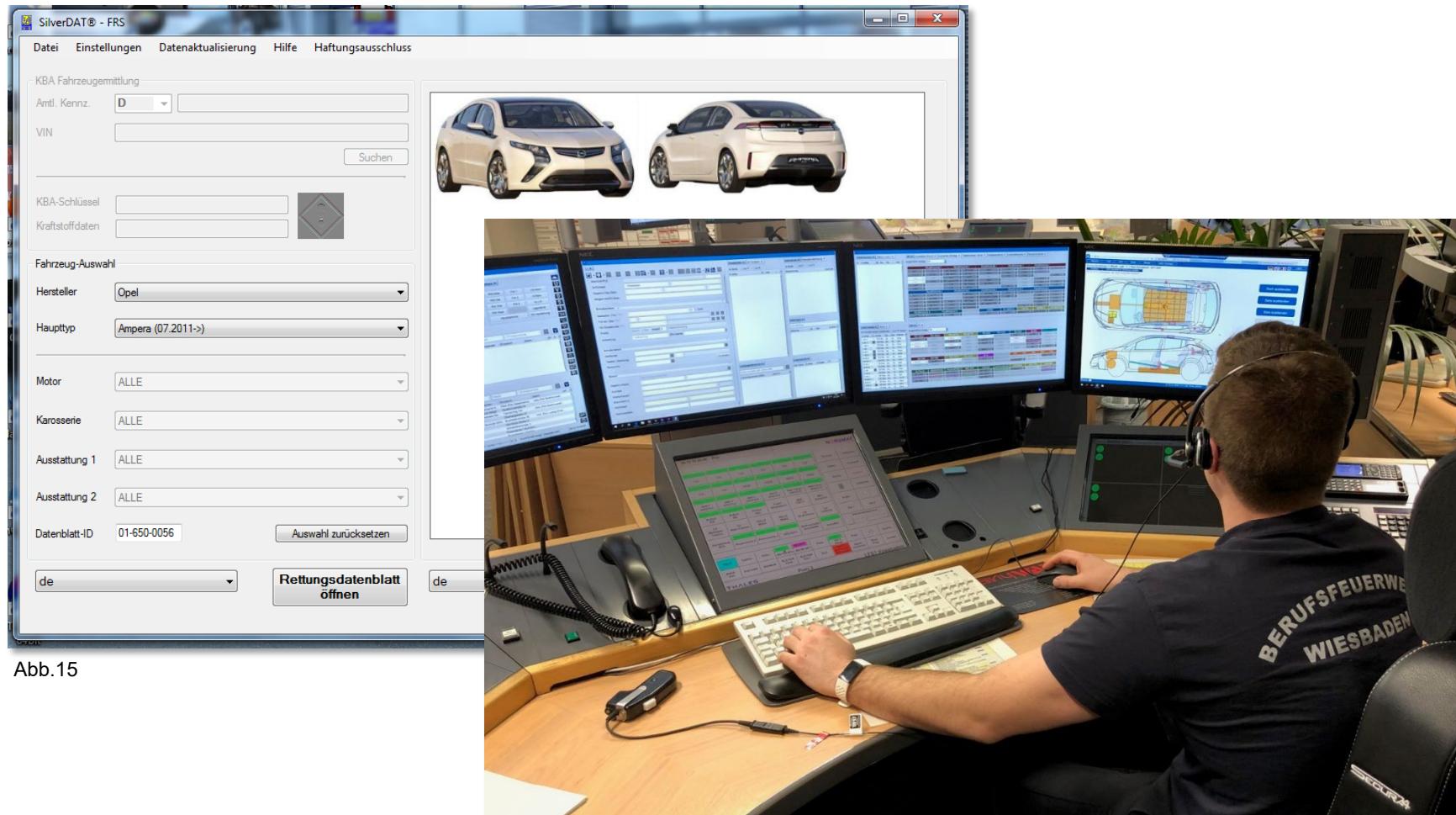


Abb.15

Abb.16

Einsatzmaßnahmen

- Das verunfallte Fahrzeug kann sich geräuschlos in Bewegung setzen, daher ist ein Wegrollen durch folgende Maßnahmen zu verhindern:
 - Schalthebel in Stellung „P“ bringen bzw. Gang einlegen.
 - „Zündung“ ausschalten (Schlüssel oder Start-Stopp-Schalter betätigen).
 - Feststellbremse betätigen.
 - Räder mit Unterlegkeilen sichern.
 - Deaktivierungshinweise der Fahrzeughersteller beachten.
- Die Hochvoltbatterie ist auf Beschädigung sowie Eindringen von Fremdkörpern zu kontrollieren.
- Bei Durchführung der Rettungsmaßnahmen, auch bei abgeschaltetem Hochvoltnetz, ist jegliche Beschädigung bzw. ungeschützte Berührung aller Teile der Hochvoltanlage zu vermeiden.

Einsatzmaßnahmen

- Beim Stabilisieren des Fahrzeuges ist auf eventuell vorhandene Hochvoltleitungen zu achten (farbliche Kennzeichnung ist orange).



Abb.17

- Eine Beschädigung der Hochvoltbatterie infolge der durchgeföhrten Rettungsmaßnahmen muss in jedem Fall verhindert werden.

Einsatzmaßnahmen

- Bei einer Airbagauslösung erfolgt in der Regel die Abschaltung der Hochvoltanlage automatisch. Zusätzlich wird empfohlen, die Hochvoltanlage und weitere Fahrzeugsysteme gemäß den Rettungsdatenblättern außer Betrieb zu nehmen.
- Hinweise zur Deaktivierung können den Rettungsdatenblättern entnommen werden.

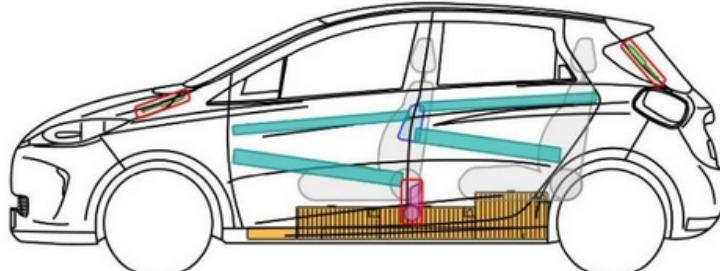
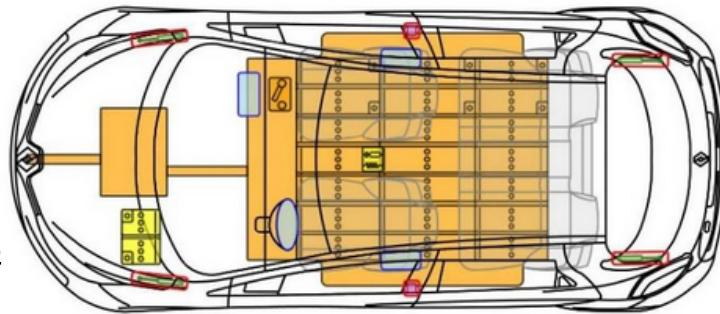
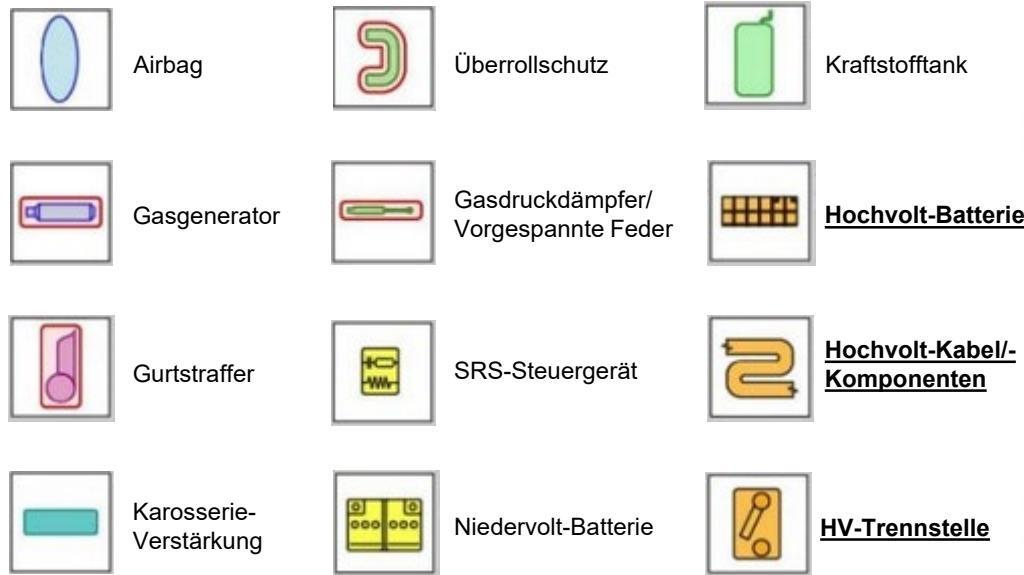


Abb.18

Einsatzmaßnahmen

Beispiele für mögliche Deaktivierungsschritte wie im Rettungsdatenblatt dargestellt:

- 12 Volt Batterie abklemmen!
- Sicherung ziehen/entfernen
- Kabel durchtrennen
- Wartungsstecker betätigen (12/24 Volt)
- Wartungsstecker betätigen (Hochvoltsystem)
- Notaus-Schalter
- Schweller durchtrennen
- ...



Abb.19

Einsatzmaßnahmen

- Mögliche Anordnungen von Notaus-Schaltern, Sicherungen und entsprechenden elektrischen Leitungen, die im Bedarfsfall betätigt bzw. getrennt werden können.

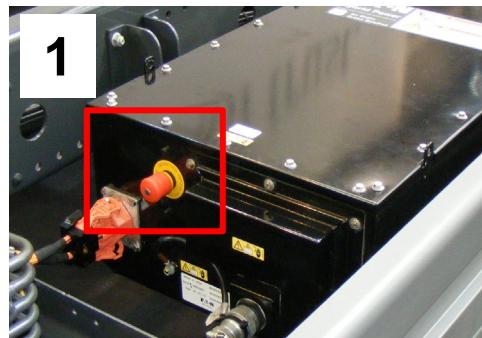


Abb.20



Abb.21



Abb.22

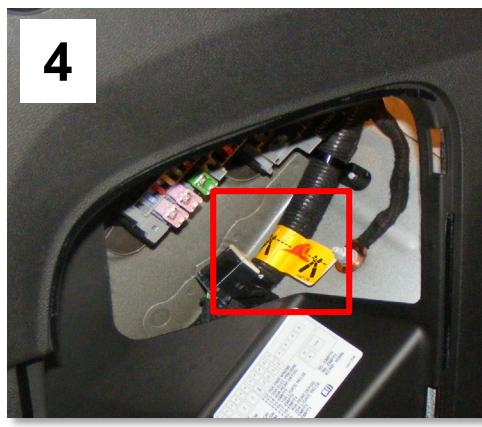


Abb.23

- (1) Notaus-Schalter
- (2) Sicherung (markiert)
- (3) elektr. Leitung (markiert)
- (4) elektr. Leitung (markiert)

Einsatzmaßnahmen

- Wartungsstecker (12 V/24 V) zur Abschaltung des Hochvoltnetzes

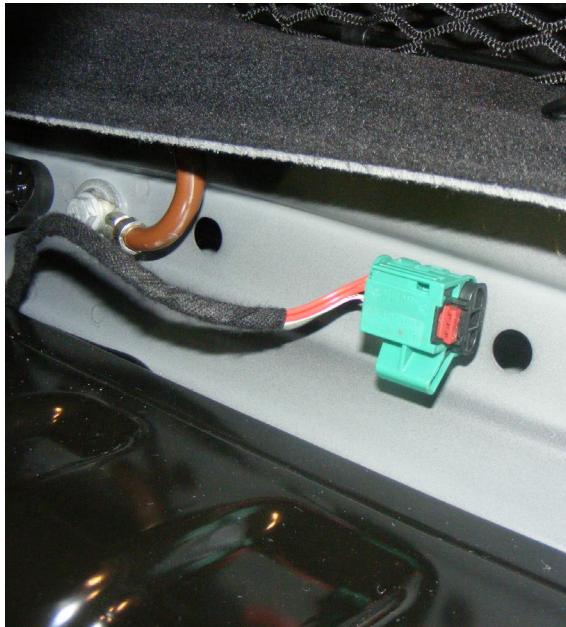


Abb.24



Abb.25



Abb.26

„Betriebszustand“

„Entsicherter
Zustand“

„Freigeschalteter
Zustand“

Einsatzmaßnahmen

- Wartungsstecker (siehe Abb. 27 bis 29) im Hochvoltsystem zur Abschaltung des Hochvoltnetzes (wenn vom Hersteller im Rettungsdatenblatt empfohlen).

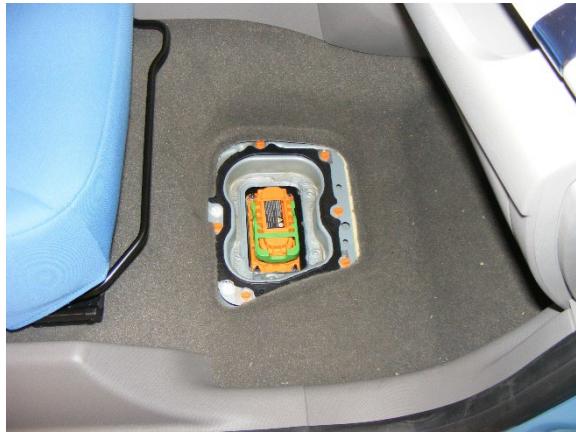


Abb.27: Renault



Abb.28: Opel, Chevrolet



Abb.29: Toyota / Lexus

- Achtung: Ggf. ist zusätzliche persönliche Schutzausrüstung erforderlich (z. B. Schutzhandschuhe gegen Störlichtbögen), siehe Rettungsdatenblatt!

Einsatzmaßnahmen

- Nach derzeitigem Kenntnisstand stellen Restspannungen im System keine konkrete Gefahr bei den weiteren Einsatzmaßnahmen dar.
- Freigelegte Hochvoltbatterien oder Teile davon können Spannung führen, die Batterieflüssigkeit kann ätzend und/oder entzündlich sein, daher nicht ungeschützt berühren und keine Manipulationen vornehmen.

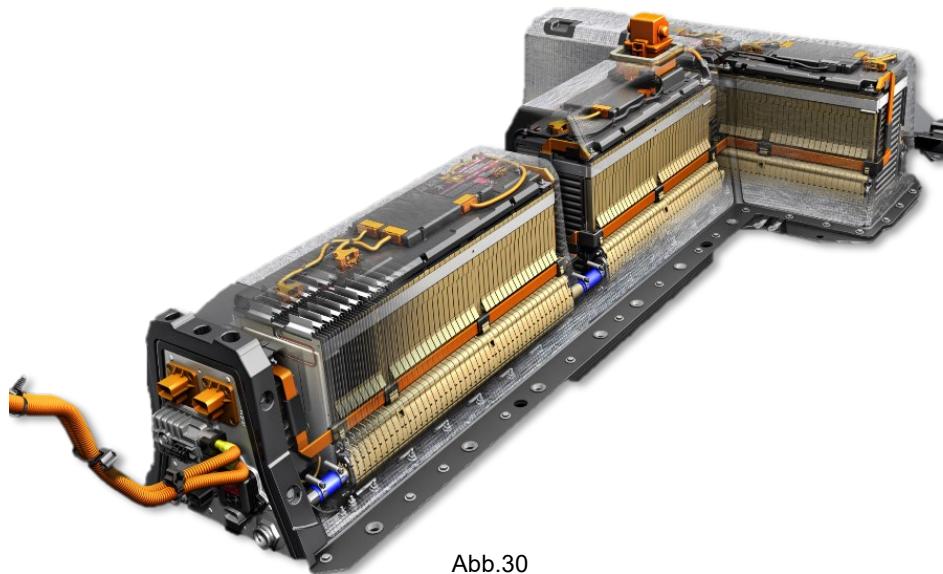


Abb.30

Einsatzmaßnahmen bei Beschädigung der Hochvoltbatterie

Wurde eine Hochvoltbatterie (wahrscheinlich) beschädigt, besteht die Gefahr eines sofortigen oder verzögerten Austritts von giftigen und/oder brennbaren Gasen, reizendem, brennbaren und ätzendem Elektrolyt oder eines Brandes. Folgende Maßnahmen sind zu berücksichtigen:

- ggf. Atemschutz tragen.
- Innenraum belüften.
- Einsatz einer Wärmebildkamera ist zu empfehlen, um die Hochvoltbatterie zu beurteilen. Dabei gilt allerdings zu beachten, dass eine niedrige Temperatur nicht zwangsläufig eine Brandgefahr ausschließt.
- ggf. Kühlung der Hochvoltbatterie einleiten.
- Beschädigte Teile des Hochvoltsystems oder der Hochvoltbatterie bei Arbeiten in diesem Bereich elektrisch isolierend abdecken.
- Austretendes Elektrolyt aufnehmen (Bindemittel).

Einsatzmaßnahmen bei Beschädigung der Hochvoltbatterie

Bei Unfällen mit Beschädigung der Hochvoltbatterie ist das verunfallte Fahrzeug mit zusätzlichen Hinweisen an den Abschleppdienst zu übergeben, da eine Entzündung der eventuell beschädigten Hochvoltbatterie nicht ausgeschlossen werden kann.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Verunfallte Fahrzeuge isoliert abstellen, Abstand zu Objekten und anderen Fahrzeugen!
- Abdecken (vor Witterungseinflüssen schützen)!
- Hersteller/Servicepartner informieren und Hochvoltbatterie entladen/ausbauen lassen!

Einsatzmaßnahmen (Pkw im Wasser)

- Auch bei Wassereintritt in die Hochvoltbatterien besteht keine elektrische Gefährdung. Ein Wassereintritt in die Batterie kann eine Elektrolyse zur Folge haben.



Abb.31

- Nach der Bergung Wasser ablaufen lassen und Hochvoltanlage außer Betrieb nehmen (wenn möglich).

Brennende Hochvoltbatterie



Brennende Hochvoltbatterie (Löschmaßnahmen)

Fahrzeugbrände mit Beteiligung der Hochvoltbatterie (Lithium-Technologie), Erkenntnisse aus Brandversuchen:

- Keine heftigen Reaktionen (kein elementares Lithium vorhanden), aber Funkenbildung und Abblasen von brennbaren Gasen sind möglich. Knallende Geräusche/Kurzschlüsse sind wahrnehmbar.
- Eine elektrische Gefährdung ist ausgeschlossen, solange die Hochvoltbatterie nicht mechanisch beschädigt wird.
- Wasser ist als Löschmittel geeignet. Ein erhöhter Löschmittelbedarf und eine längere Löschdauer sind zu berücksichtigen, da Einbringen von Wasser in das Innere der Hochvoltbatterie aufgrund der Integrierung in die Fahrzeugstruktur schwierig ist.
- Atemgifte erfordern keine zusätzlichen Maßnahmen gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren.
- Eine verzögerte Wiederentzündung ist möglich (Wiederentzündung 22 Stunden nach den Löschmaßnahmen).

Brennende Hochvoltbatterie (Löschmaßnahmen)

- Die vollständige Feuerwehrschutzkleidung ist zu tragen.
- Umluftunabhängiger Atemschutz ist anzulegen.
- Hochvoltbatterien mit viel Wasser löschen und auch nach dem Löschen noch ausreichend kühlen (Rückzündungsgefahr).
- Eine ausreichende Löschwasserversorgung ist sicherzustellen.
- Hochvoltbatterien nicht unkontrolliert öffnen/punktieren, etc.
- Der Einsatz von Netzmittel ist grundsätzlich möglich, bringt aber gegenüber reinem Wasser als Löschmittel nicht in jedem Fall Vorteile.
- Pulver, Schaum und Löschgas sind praktisch wirkungslos.

Brennende Hochvoltbatterie (Löschmaßnahmen)

- Nach derzeitigem Stand kann das kontaminierte Löschwasser über die Kanalisation der Kläranlage zugeführt werden, da der Verdünnungsgrad sehr hoch ist.
- Im weiteren Einsatzverlauf muss gemäß den Herstellerangaben und Fahrzeuginformationen eine Deaktivierung erfolgen (vgl. Rettungsdatenblatt).
- Hinweise zum Umgang mit beschädigten Hochvoltbatterien sind zu beachten (siehe Folie 26, 27).

Brennender Elektroantrieb (Löschmaßnahmen)



Abb.32

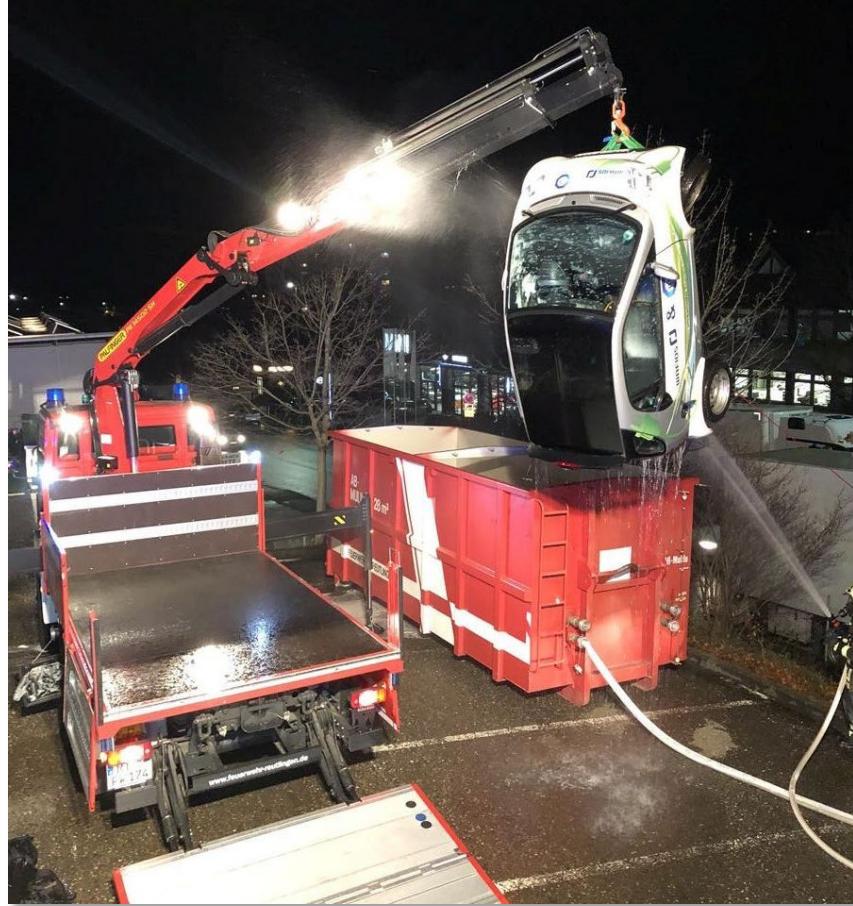


Abb.33

Der Smart wurde in eine mit Wasser geflutete Mulde gesetzt!

Brennender Elektroantrieb (Löschmaßnahmen)

Einsatz des Recover E-Bag!



Abb.34



Abb.35

Brennender Elektroantrieb (Löschmaßnahmen)

E-Löschanze (Fa. Murer)



Abb.36

Löschsystem (Fa. Rosenbauer)



Abb.37

Fazit

Grundsätzlich sind Fahrzeuge mit Hochvoltantrieben und Hochvoltenergiespeichern im Feuerwehreinsatz nicht gefährlicher als die bisher im Straßenverkehr anzutreffenden Fahrzeuge.

Vielfalt und Komplexität der Technik stellt hohe Anforderungen an die Einsatzkräfte. Fehlende Einheitlichkeit bei Hinweisen an Fahrzeugen erhöht den Erkundungsaufwand und Informationsbedarf.

Der Einheitsführer erkundet unter Anwendung des Führungsvorganges, ob es sich bei dem verunfallten Fahrzeug um ein Fahrzeug mit einem alternativen Antrieb handelt.
(AUTO-Regel, augenscheinliche Wahrnehmung, befragen von Personen, Kennzeichenabfrage, Rettungsdatenblätter, etc.)

Fazit

Die grundsätzliche Einsatztaktik bei der patientenorientierten Rettung von Personen aus verunfallten Fahrzeugen mit Hochvoltantrieben ändert sich gegenüber Fahrzeugen mit Otto- oder Dieselmotor nicht. Gleches gilt für Fahrzeugbrände!

Feuerwehren müssen die technischen Entwicklungen aktiv begleiten.

Herstellerangaben und Fahrzeuginformationen sind zu beachten.

Alle Maßnahmen dienen dem Ziel, der verletzten Person(en) so schnell wie möglich und notwendig unter Berücksichtigung einer patientenorientierten Rettung zu helfen.

Abbildungsverzeichnis

Hessische Landesfeuerwehrschule

Abb.2, 4, 5 und 17, Abb. 34 und Abb. 35

VDA

Abb.14

BMW AG

Abb.8, 9 und 11

Opel Automobile GmbH

Abb.1 und 30

Renault Deutschland AG

Abb.18

Audi AG

Abb.3 und 10

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Abb.12

Abbildungsverzeichnis

Moditech Rescue Solution Crash Recovery System

Abb.13, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 und 29

Deutsche Automobil Treuhand

Abb.15

Brandschutz Deutsche Feuerwehrzeitung (Ausgabe 06/2018)

Abb.32 und 33

Jeffrey Koper, Brandweer Kennemerland

Abb.31

Stephan Brust, Feuerwehr Karlstadt

Abb.7

Berufsfeuerwehr Wiesbaden

Abb.6, 16 und 19

Fa. Murer

Abb.36

Fa. Rosenbauer

Abb.37

Literaturverzeichnis

Fachwissen Feuerwehr, ecomed

Unfälle mit alternativ angetriebenen Fahrzeugen, Christof Linde

Kohlhammer Verlag

Alternative Fahrzeugantriebe im Feuerwehreinsatz, Jörg Heck

DGUV Information 205-022

Rettungs- und Löscharbeiten an Pkw mit alternativer Antriebstechnik

vfdb Richtlinie 06/01

Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen

vfdb Merkblatt 06/04

Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen

vfdb Merkblatt 10/07

Einsätze an Kraftfahrzeugen mit alternativen Antriebsarten und -kraftstoffen

VDA Verband der Automobilindustrie

Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen

Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg

Einsatzhinweise für alternativ angetriebene Fahrzeuge und alternative Energieträger