

Einsatzhinweise für Elektrofahrzeuge



- Allgemeines
- Gefahren
- **Einsatzhinweise**

Vortrag für die interne Verwendung bei den Freiwilligen Feuerwehren Südtirols - Weitergabe an Dritte nicht gestattet!

Dr.-Ing. Christoph Oberhollenzer

Hybrid- und Elektroantriebe



	Mild-Hybrid	Voll-Hybrid	Plug-In-Hybrid	Voll-Elektro (BEV)
Reichweite (rein elektrisch)	---	2 – 5 km	30 – 50 km	100 – 500 km
Versorgung	Akku und Verbrennungsmotor		Akku, Verbrennungsmotor und externe Stromversorgung	Akku und externe Stromversorgung



Batteriekapazität: ca. 0,5 bis max. 100 kWh

Batteriegewicht: bis 700 kg

Hochvolt-System



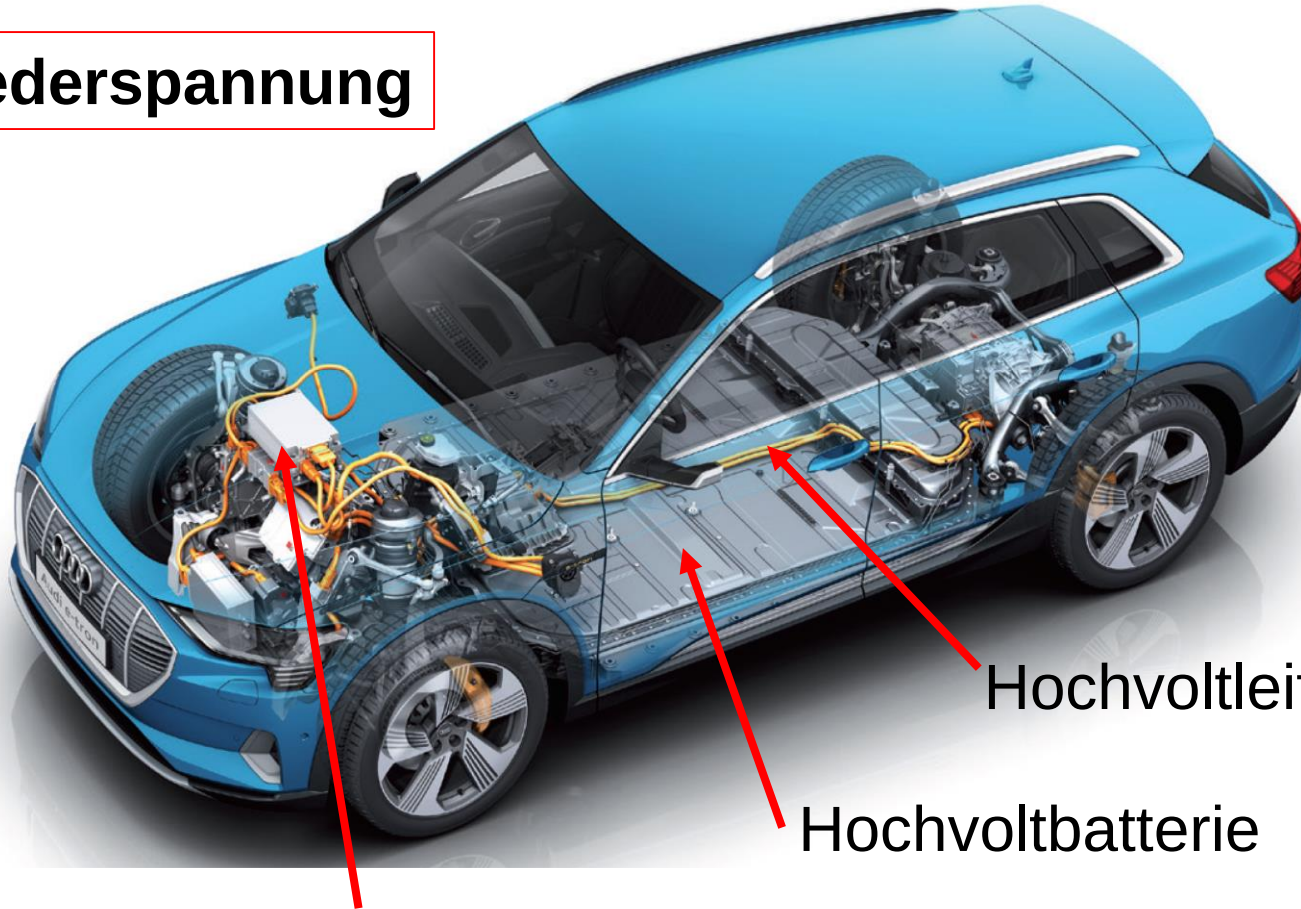
Hochvolt

> 60 V und $\leq$ 1500 V (Gleichstrom)

> 30 V und $\leq$ 1000 V (Wechselstrom)



Niederspannung



Hochvoltleitungen

Hochvoltbatterie

Hochvoltkomponenten (z.B. Spannungswandler, Elektromotoren)



Hochvoltbatterie (Hochvolt-Energiespeicher)

Lithium-Ionen Batterie



- Spannungen bis 900 Volt
- Energiedichte ca. 150 – 220 Wh/kg
- Kapazität bis 100 kWh
- Gewicht bis zu 700 kg



in stabilen, wasserdichten **Gehäuse** eingebaut



verwendete Elektrolyte sind reizend,
ätzend und brennbar

giftige Zellbestandteile
(Leitsalz, Flusssäure bei Reaktion mit Wasser, ...)

Hochvoltbatterie (Hochvolt-Energiespeicher)

Lithium-Ionen Batterie



kann bei Defekt das ca. **10-fache** der elektrisch gespeicherten **Energie** in Form von **thermischer Energie** freisetzen



Zum Unterbrechen der Kettenreaktion, Kühlen und Löschen wird **viel Wasser** benötigt

Sicherheitseinrichtungen, Schutzmechanismen

Hoher Sicherheitsstandard bei Serienfahrzeugen

- galvanische Trennung
- Berührungsschutz
- automatisierte Abschaltung
- Warnhinweise



Gefährdung bei stark deformierten Fahrzeugen mit **Beschädigung des Batteriegehäuses**

Besondere Gefahren bei Elektro- und Hybridfahrzeugen

- **ungewollte Bewegungen**

fehlendes Motorgeräusch, anderes Kippverhalten wegen verändertem Schwerpunkt



- **Elektrizität**

Stromschlag, Lichtbögen durch Kurzschlüsse



- **Austritt von giftigen, brennbaren, ätzenden Stoffen**

bei Beschädigung Hochvoltbatterie

- **Brand der Hochvoltbatterie**

mechanische Beschädigung, externe Beflammung, technische Mängel (auch zeitverzögert)



Bersten von Zellen - Explosionsgefahren

Im **Brandfall** muss mit **Bersten von Zellen** und einer „**Ausgasung**“ gerechnet werden.



Eine **Explosion des kompletten Hochvolt-Energiespeichers von E-Fahrzeugen** ist aufgrund entsprechender Sicherheitstechnik **ausgeschlossen**

Brand von Lithium-Ionen-Akkus

- im **Wechsel** auftretende **hellgraue** bis **tiefschwarze** Rauchwolke
- zyklische **Stichflammen**
- **Ausstoß** von brennenden Teilen



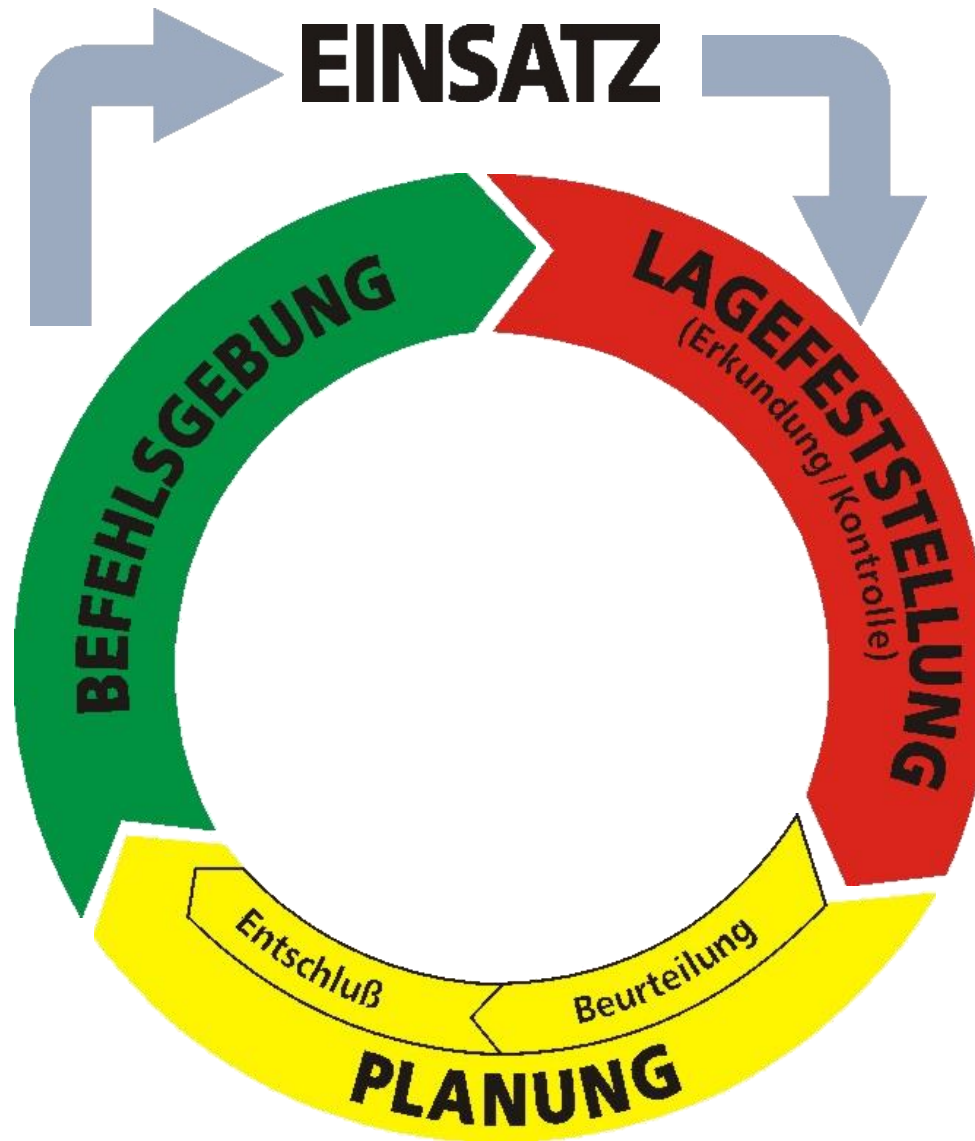
Verlauf ist abhängig von Bauform, Zellchemie und Ladezustand und somit **nicht vorhersehbar**

Ausschnitt Film „Brennende Akkus“ - IFS



Einsatzhinweise

Führungskreislauf

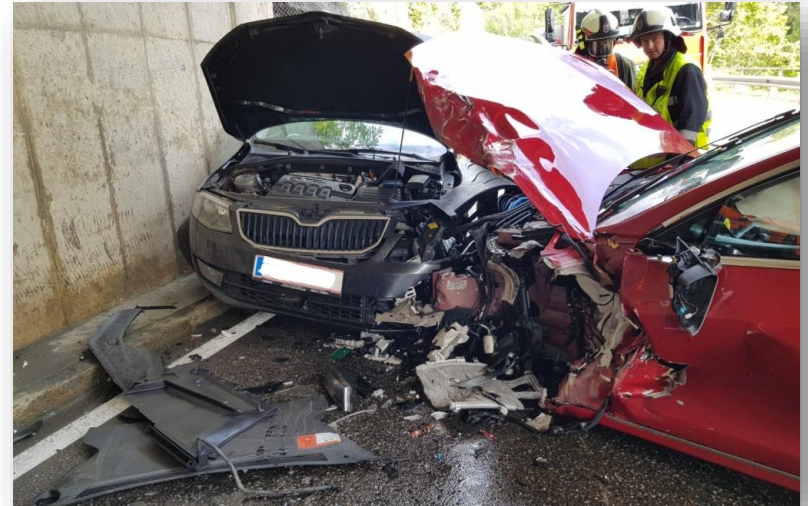


Art des Schadener eignisses

- leichter Unfall
- schwerer Unfall
- Fahrzeugbrand



Beteiligung Lithium-Ionen-Akkus



Anzeichen für Brand von Lithium-Ionen-Akkus

- Rauchentwicklung aus Batterie
- Geräuschentwicklung
- Funkenflug und Stichflammenbildung
- abnormer aromatischer Geruch
- Temperaturerhöhung des Batteriegehäuses
(Wärmebildkamera, Fernthermometer)



Interne Reaktion bei starker mechanischer Beschädigung oder Erhitzung von außen über längeren Zeitraum

Erkundung der Antriebsart

- Insassenbefragung
- (Kennzeichenabfrage)
- E-Kennzeichen (BRD)
- Äußere Indikatoren (Auto-Regel)



Erkennen der Antriebsart – AUTO-Regel

Austretende Betriebsstoffe: Zisch-, Knattergeräusche, Gasgeruch, Lachen-, Nebelbildung, ...

Anzeigen im Armaturenbrett

Unterboden, Motor- und Kofferraum erkunden: Gastanks, orangefarbene Hochvoltleitungen, ...

Tankdeckel öffnen: alternative oder zusätzliche Füllanschlüsse/Ladesysteme

Oberfläche absuchen: Überdruckventile, Beschriftungen, fehlender Auspuff



Informationsquellen

sicherheitsrelevante Informationen für Gefahrenabwehr

- Rettungsdatenblätter
(Rettungskarten)
- Rettungsleitfaden

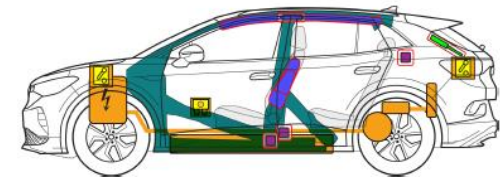
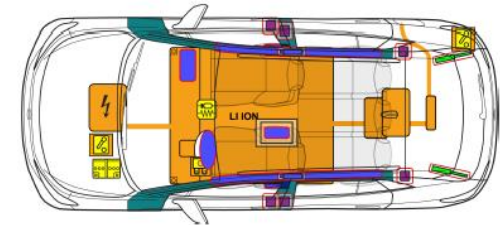
APP



Euro RESCUE 4+
Fiches de secours
Euro NCAP
N° 102 en Références
Gratuit



Volkswagen ID.4
5-Türer, ab 2020



Hinweis: Es ist die maximal mögliche Ausstattung abgebildet.

Automatisches Überrollschutzsystem	Gasdruckfeder/vorgespannte Feder	Hochfeste Bereiche	Besondere Aufmerksamkeit	
Niedervolt-Batterie	Niedervolt-Kondensator	Treibstofftank	Gastank	Sicherheitsventil
Hochvolt-Batterie	Hochvolt-Leitung	Hochvolt-Trennung	Sicherungsboxe, Deaktivierung Hochvolt-System	Hochvolt-Kondensator
Hochvolt Trennung, Niedervolt-System	Sicherungsboxe, Deaktivierung Hochvolt-System	Hochvolt-Komponente		

Zusätzliche Informationen

Hochvolt-Trennstelle Möglichkeit 3 geändert

Dokumentnummer

rds_vvw_316_001_de

Version

12/2020

Seite

1 von 4



Allgemeine Einsatzmaßnahmen



vollständige PSA tragen



Kontakt zum Hochvolt-System vermeiden



mechanische Manipulation des Akkus ausschließen



orangefarbige Hochvoltkabel nicht durchtrennen



Wasser zum Kühlen und Löschen bereit halten



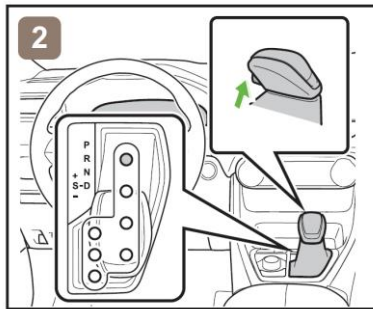
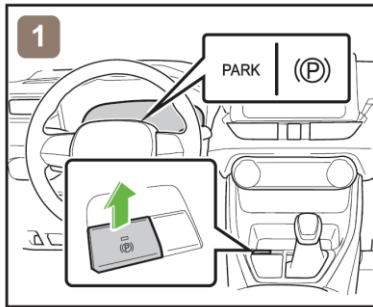
Temperaturkontrolle der Batterie mit Wärmebildkamera / Fernthermometer max. **70 °C**



Rettungskarten beachten

Sichern - Wegrollen Fahrzeug verhindern

- Nur das **Deaktivieren/Abschalten des HV-Antriebssystems** schließt ein ungewolltes In-Bewegung-Setzen aus!



1. Feststellbremse betätigen
2. Schalthebel in Stellung „P“ bringen bzw. Gang einlegen
3. Zündung ausschalten ggf. Start-Stop-Schalter betätigen
4. Schlüssel abziehen (bei vorhandenem schlüssellosem Schließsystem mind. 5 Meter vom Fahrzeug entfernt aufbewahren, ggf. zuerst Kofferraum entriegeln)

- Anschließende **Sicherung etwa mittels Keilen**
- **Hochvoltsystem deaktivieren**

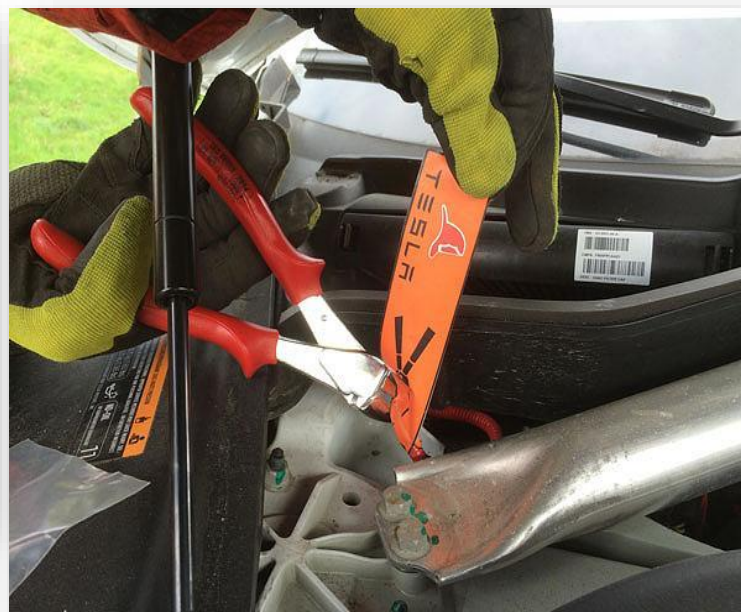
Hinweise gemäß Rettungskarten beachten

Elektroantrieb – Deaktivierung Hochvoltssystem

- Bei **schweren Unfällen** von Elektrofahrzeugen **erfolgt** in der Regel eine **Abschaltung des Hochvoltsystems**.
- Nach Möglichkeit ist immer eine **vollständige Deaktivierung des HV-Systems** durchzuführen



22.08.21 Lana: Tesla fährt gegen Lieferwagen und landet in den Obstwiesen.



Energieinhalt des Hochvolt-Speichers bleibt unverändert

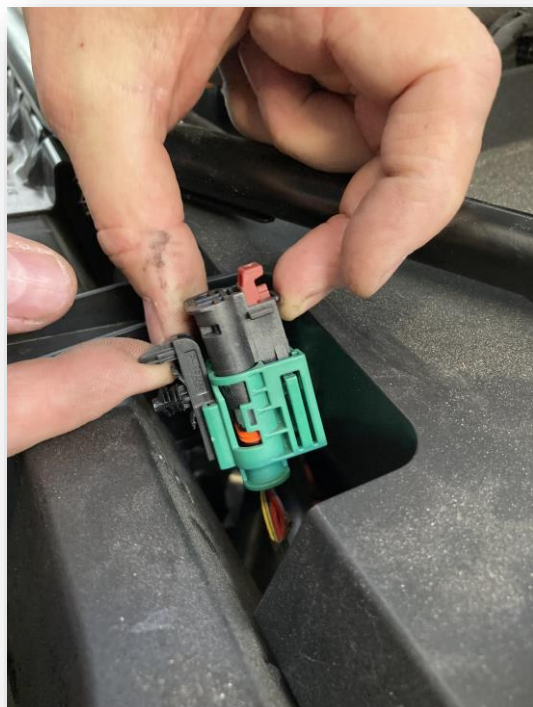
Beispiele für Deaktivierungsschritte

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



Keine Einheitlichkeit – Rettungskarten beachten!

Beispiel Deaktivierung HV-Anlage VW ID.4

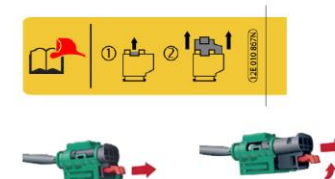


Möglichkeit 1: vom Motorraum aus



12-Volt Batterie abklemmen

Minuspol von der Karosserie-Kontaktstelle abklemmen.



Möglichkeit 2: vom Fahrgastraum aus

Linkslenker:



Rechtslenker:



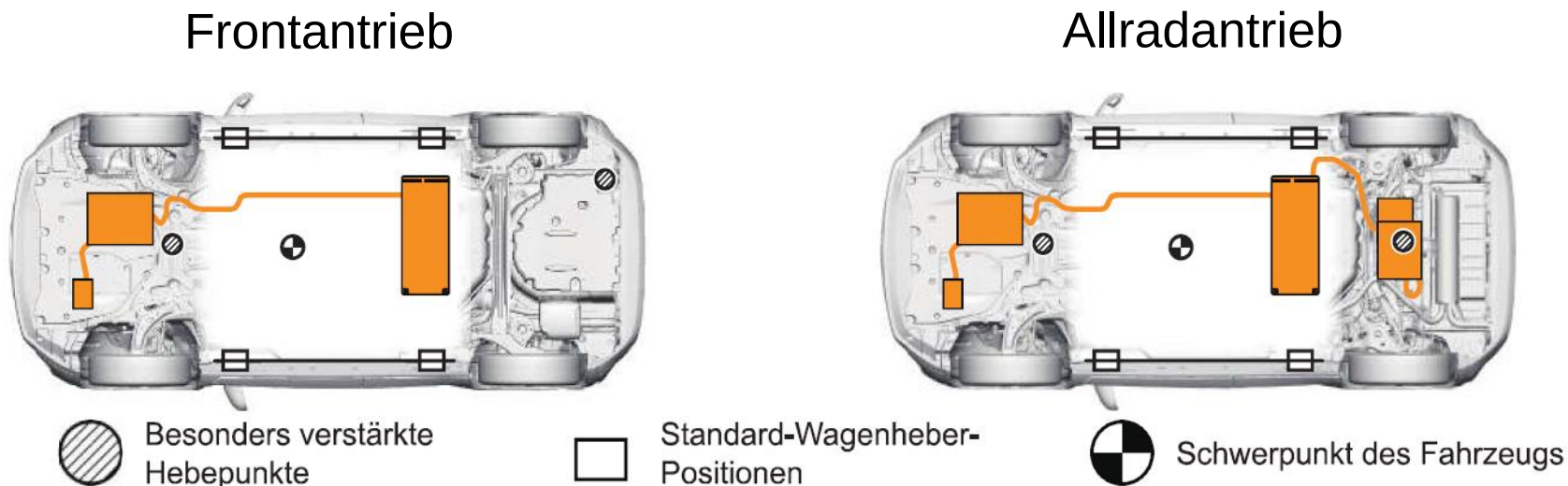
Möglichkeit 3: vom Fahrzeugheck aus



Stabilisierung – Hebepunkte

Eine **Beschädigung** der **HV-Batterie** und von **HV-Leitungen** infolge der Rettungsmaßnahmen **muss verhindert werden**:

- Platzieren des Stützmaterials (z.B. der Holzklötze) an den **vorgesehenen Wagenheber – Positionen**.
- **Kein Stützmaterial** oder Hebekissen unter Auspuffanlage, Kraftstoffsystem oder Hochvolt-Kabel.



Beispiel: Toyota Yaris Cross Hybrid

Maßnahmen bei Beschädigung der Hochvoltbatterie

- **Innenraum belüften** und ggf. **Atenschutz** tragen
- Beschädigte Hochvolt-Energiespeicher und HV-Leitungen **nicht direkt berühren**
- Beschädigte HV-Teile elektrisch isolierend abdecken
- **Löschangriff** zum Kühlen mit Wasser **vorbereiten**
- **Zustand des Energiespeichers beobachten**
(Rauchentwicklung, Geräusche, Wärmeentwicklung)
- Bei Temperaturanstieg das **Gehäuse mit Wasser kühlen**



Maßnahmen bei Beschädigung der Hochvoltbatterie

- Bei der Personenrettung aus verunfallten Elektrofahrzeugen **orangefarbene Hochvoltkabel nicht durchtrennen**
- Ausgelaufene **Elektrolyten** mit **Bindemittel** aufnehmen
- Dämpfe niederschlagen
- In geschlossenen Räumen **Ex-Messung** durchführen und **lüften**



Maßnahmen bei PKW im Wasser

- Kein erhöhtes Stromschlagrisiko
- In **geschlossenen Räumen Ex-Messung** durchführen und lüften/belüften (Elektrolyse durch Wassereintritt in Batterie möglich)
- Hochvolt-Anlage außer Betrieb nehmen (wenn möglich)
- Nach der Bergung **Wasser ablaufen lassen und Hochvoltanlage deaktivieren**



Die Vorgehensweise bei der Menschenrettung und beim Bergen ist identisch zu konventionellen Fahrzeugen

Unfall/Brand bei Ladestation

- **Ladekabel** vom Fahrzeug oder von der Ladestation **trennen** oder **Ladestation/Steckdose abschalten**



Mobile Ladestation



Stationäre Ladestation



Öffentliche Ladestation

- Vor dem Trennen Kabel und Stecker auf eventuelle Beschädigungen prüfen; **beschädigte/freiliegende Stellen nicht berühren.**
- Bei abgeschlossenen Fahrzeugen **ruckartig am Stecker ziehen** um die Sperre zu überwinden.
- Anschließend das **HV-System deaktivieren.**

Bekämpfung Fahrzeugbrand - Allgemein

Potenzielle Gefahren unabhängig von Antriebsart:

- Flammen, Hitze, Atemgifte
- Wegrollen oder Wegfahren
- umherfliegende Teile (z.B. Airbags, Gasdruckdämpfer)

Bei Hybrid- oder Elektroantrieb

- zusätzlich Elektrizität

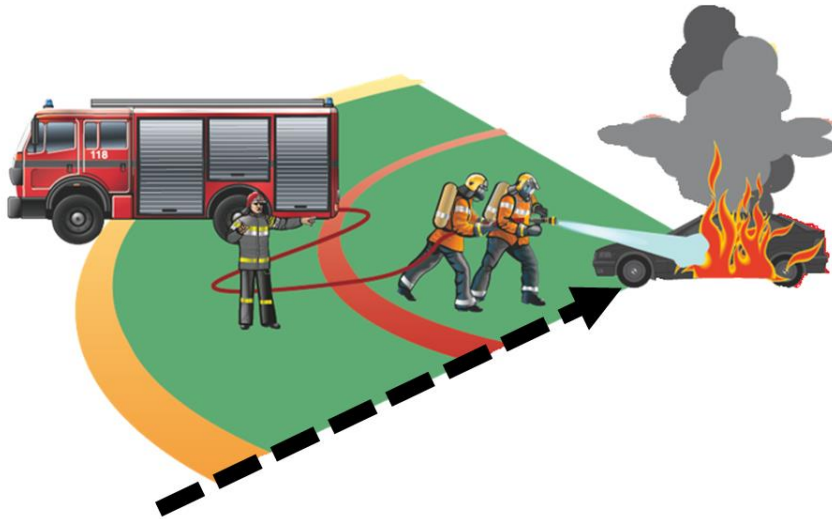


Brände im Innenraum führen i.d.R. zu **Totalschaden**



risikoarme Einsatztaktik

Bekämpfung Fahrzeugbrand - Allgemein



- PSA BK mit AS
- Ausnutzung Wurfweite
- diagonale Annäherung
- Sicherung gegen Wegrollen

- **Wasser** ggf. Schaum verwenden



Löschmaßnahmen brennende Hochvoltbatterie

- **Brandbekämpfung mit großen Mengen an Löschwasser** (ca. 200 l/min); ggf. zweites Rohr zum Kühlen der Batterie
Ausreichende Wasserversorgung sicherstellen (z.B. TLF nachfordern) verzögerte Wiederentzündung ist möglich.



- **Option: kontrolliertes Brennen lassen der Batterie,** gleichzeitiges Niederschlagen der Dämpfe

Löschmaßnahmen brennende Hochvoltbatterie

Die **Mindestabstände** für den **Niederspannungsbereich** gelten auch für Hochvoltanlagen von Hybrid- u. Elektrofahrzeugen

Spannungsbereich	Tätigkeit	Mindestabstand
Niederspannung (N) Wechselspannung bis 1.000 V oder Gleichspannung bis 1.500 V	Annäherung	1 m
	C-Rohr Sprühstrahl	1 m
	C-Rohr Vollstrahl	5 m

- Einige Fahrzeugtypen haben **Öffnungen** zum **Einbringen des Löschwassers in das Innere der Batterie** (Hinweise vgl. Rettungsdatenblatt)
- Eine **mechanische Manipulation** z.B. durch Löschlanzen oder Löschnägel ist wegen der möglichen Stichflammenbildung und elektrischen Gefährdung **nicht empfohlen**



Einsatzbeispiel – Brand eines Elektrofahrzeuges

17.10.2017- SS 16 bei Landeck

Brand eines Tesla nach Unfall mit Kollision Betonleitwand



Löschmaßnahmen brennende Hochvoltbatterie

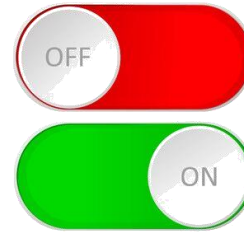
- Versenken des Fahrzeugs bis sich die **Hochvoltbatterie unter Wasser** befindet.
Die Batterie wird gekühlt und Wasser kann über Öffnungen in die Batterie eindringen



- **Großer logistischer Aufwand; diese Methode soll nur in begründeten Ausnahmefällen angewendet werden**
- Berufsfeuerwehr Bozen verfügt über Abrollbehälter-Hochvolt

Beendigung des Einsatzes

- Nach der Brandbekämpfung **Fahrzeug deaktivieren.** (vgl. Rettungsdatenblatt)



- **Temperaturkontrolle des Akkublocks** mit WBK, Fernthermometer (max. 70°C)

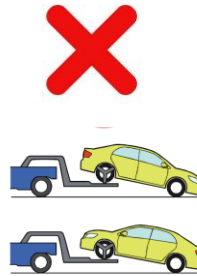


- Bei $T < 70^{\circ}\text{C}$ und keinen Temperaturanstieg **Übergabe Fahrzeug** mit **Sicherheitshinweisen** an den Abschleppdienst.

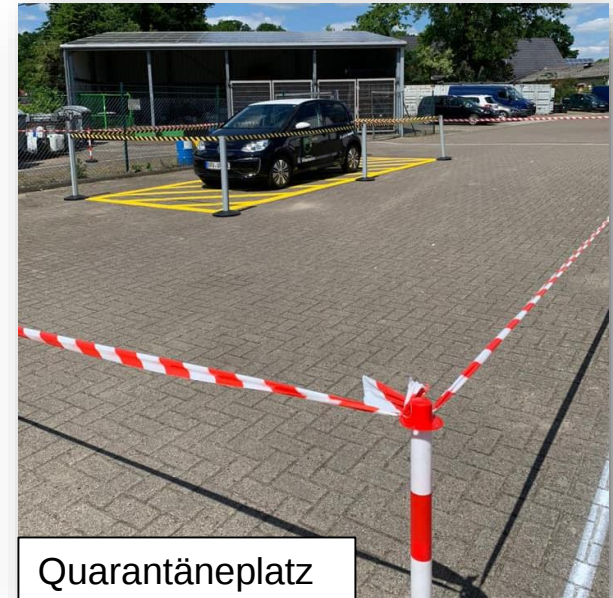
Das präventive Versenken von Hybrid- und Elektrofahrzeugen in ein Wasserbad wird nicht empfohlen.

Sicherheitshinweise an den Abschleppdienst

- Fahrzeug **nicht** auf den **Antriebsachsen** abschleppen



- Fahrzeug im Freien **isoliert abstellen** (5 - 10 Meter).
- Fahrzeug **vor Witterung schützen** (z.B. Abdeckplane).
- Abschleppdienst informiert Hersteller für die **weitere fachgerechte Behandlung** der Batterie.



Beendigung des Einsatzes



Leichter Unfall



 Hochvoltbatterie
unbeschädigt

 Übergabe, wenn
Hochvoltbatterie
unbeschädigt

 Info an Abschlepp-
unternehmen:
E-Fahrzeug

Schwerer Unfall



 Hochvoltbatterie
beschädigt

 Übergabe, wenn
Temperatur an der
Hochvoltbatterie unter
70 °C

 Info an Abschlepp-
unternehmen:
E-Fahrzeug mit
beschädigter
Hochvoltbatterie

Fahrzeugbrand



 Hochvoltbatterie
beschädigt

 Übergabe, wenn keine
offenen Flammen und
Temperatur an der
Hochvoltbatterie unter
70 °C

 Info an Abschlepp-
unternehmen:
brandgeschädigtes
E-Fahrzeug mit
beschädigter
Hochvoltbatterie

Zusammenfassung – Elektrofahrzeuge

- Grundsätzlich sind Elektro- und Hybridfahrzeuge **nicht gefährlicher** als herkömmliche Fahrzeuge

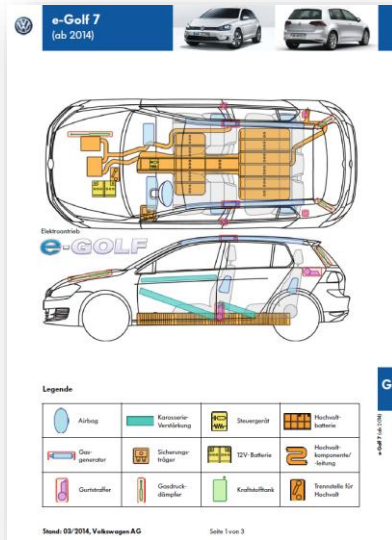


- Die grundsätzliche Einsatztaktik bei der patientenorientierten Rettung und bei Fahrzeugbränden **ändert sich nicht.**
- Es besteht ein erhöhter **Erkundungsaufwand.**

Zusammenfassung – Elektrofahrzeuge

Einsatzvorbereitung

- Schulung und Unterlagen
- Übungen



Einsatzmaßnahmen

- Eigenschutz: PSA – Abstand – Abschalten
- Löschen und Kühlen mit viel Wasser
- qualifizierte Übergabe der Fahrzeuge

Literatur und Unterlagen

- Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt- und 48-Volt-Systemen; VDA - Verband der deutschen Automobilindustrie, August 2020
- Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden; DGUV-FBFHB-024; 28.07.2020
- Einsatzhinweise beim Umgang mit Elektrofahrzeugen; Hessische Landesfeuerweherschule, Jänner 2020
- Handlungsempfehlung für Rettungskräfte bei Einsätzen mit Elektrofahrzeugen; Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales;
- Alternative Antriebe für Kraftfahrzeuge; Brandenburger Ministerium des Inneren und für Kommunales; April 2021
- Einsatzhinweise für alternativ angetriebene Fahrzeuge und alternative Energieträger; Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg; 2018
- Herausforderung Elektrofahrzeuge – Hilfestellung für den Einsatz; Brandwacht 1/2020;
- Rettungs- und Löscharbeiten an PKW mit alternativer Antriebstechnik; Infofalter DGUV 205-022
- Volkswagen: Informationen für Rettungsdienste

