

Gefahren und Möglichkeiten bei der Brandbekämpfung und der Technischen Hilfe bei Elektro-Fahrzeugen



Quelle: www.bz-berlin.de

Version 3.0
Stand 13.12.2023

Literatur- und Quellenverzeichnis



- Titelbild: www.bz-berlin.de, Elektro-Auto geht in Flammen auf, 04.11.2014
- Jörg Heck, Alternative Fahrzeugantriebe im Feuerwehreinsatz, Kohlhammer Verlag 1. Auflage 2018
- Deutscher Feuerwehrverband, Umgang mit Lithium Ionen Batterien, Internetseite www.dfv.de
- J. Nero, KfV Segeberg, Einsatzabwicklung KFZ Brand und/ mit E-Antrieb, Januar 2020
- Schweizerische Feuerwehr-Zeitung, Ausgabe 7 | 2020 Grundlagen zu Ereignissen mit alternativen Antrieben
- Moditech, Moditech Support Portal, Internetseite www.moditech.com
- Frank Hüscher, Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg, Einsatzhinweise für alternativ angetriebene Fahrzeuge, Ausgabe Oktober 2018
- Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Umgang mit Hochvoltsystemen von Hybrid und Elektrofahrzeuge Auflage 2015.
- Brandschutz, Deutsche Feuerwehr-Zeitung, 75. Jhg, Ausgabe Mai 2021 S.308 ff, www.kohlhammer-feuerwehr.de
- Firma Bridgehill, Löschdecke, Internetseite www.bridgehill.com/fire-blankets
- Firma Murer-Feuerschutz, Löschlanze, Internetseite: www.murer-feuerschutz.de
- Firma Leader, www.leader-group.company
- Kemal Dzomba, ASM-Schulungen, Rettungsarbeiten an Hochvolt-Fahrzeugen, www.asm-schulungen.de
- Kraftfahrtbundesamt, Statistiken, www.kba.de
- Firma Bosch, www.bosch.de
- Firma Rosenbauer, www.rosenbauer.com
- Jan Heinemann, www.loeschigel.de
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien bei Fahrzeugbränden, Ausgabe 29.11.2023, <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3907>

Literatur- und Quellenverzeichnis

Wir danken Herrn Kemal Dzomba von der Firma



bei der Zusammenarbeit und der Bereitstellung von Informationen und Bildern für die Erstellung dieser Unterrichtung.

Weitere Informationen unter info@asm-schulungen.de

Die Firma ASM-Schulungen ist Fördermitglied des Landesfeuerwehrverbands Schleswig-Holstein

Diese Unterrichtung fokussiert sich auf die stark zunehmende Elektromobilität als alternative Antriebsart und auf die Gefahren bzw. Besonderheiten bei der Technischen Hilfe und bei der Brandbekämpfung von Elektro-Fahrzeugen (Hybrid / Elektro).

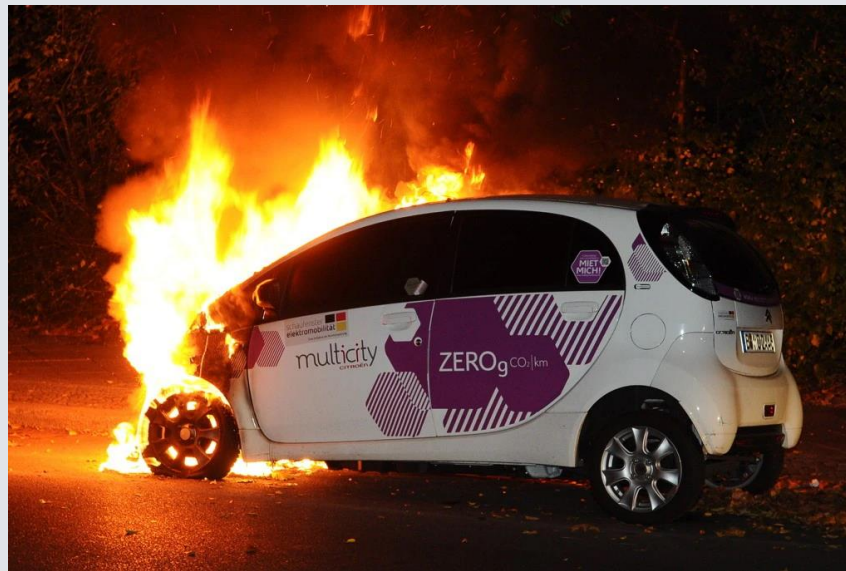
Dabei liegt der Schwerpunkt nicht auf der detaillierten Beschreibung, sondern soll den Einsatzkräften ein notwendiges Basiswissen, den sicheren Umgang und das Erkennen von möglichen Gefahren geben.

Der Landesfeuerwehrverband Schleswig-Holstein beabsichtigt somit eine abgestimmte und einheitliche Grundausbildung für die Freiwilligen Feuerwehren zu diesem besonderen Thema anzubieten.

Auf Grund der Komplexität können für Führungskräfte und Einsatzleitungen gegebenenfalls besondere und thematisch spezialisierte Lehrgänge durch private Anbieter über die Kreisfeuerwehrverbände angeboten werden.

Grundsätzliches

Die Einsatzwahrscheinlichkeit, dass eine Feuerwehr im Rahmen der Technischen Hilfeleistung oder Brandbekämpfung ein Fahrzeug mit alternativen Antrieben antrifft, nimmt zu.



Quelle:
www.bz-berlin.de

Grundsätzliches

Bestand an Personenkraftwagen in den Jahren 2013 bis 2022 nach ausgewählten Kraftstoffarten

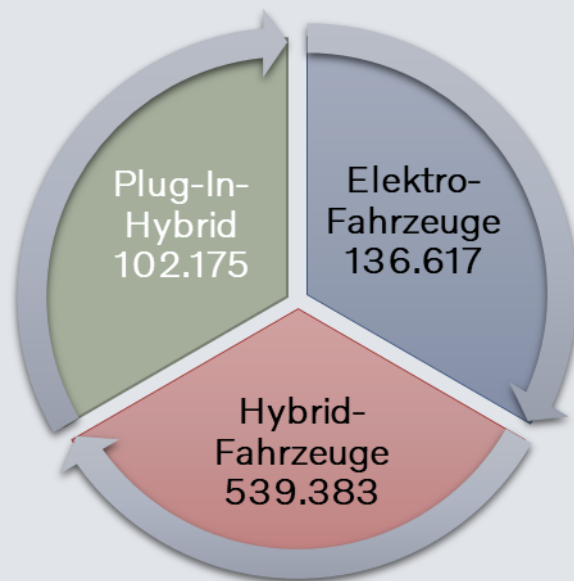
Jahr (jeweils 1. Januar)	Benzin	Diesel	Flüssiggas (LPG) (einschließlich bivalent)	Erdgas (CNG) (einschließlich bivalent)	Elektro (BEV)	Hybrid insgesamt	darunter Plug-in	Zum Vergleich: Insgesamt
2013	30.206.472	12.578.950	494.777	76.284	7.114	64.995	X	43.431.124
2014	29.956.296	13.215.190	500.867	79.065	12.156	85.575	X	43.851.230
2015	29.837.614	13.861.404	494.148	81.423	18.948	107.754	X	44.403.124
2016	29.825.223	14.532.426	475.711	80.300	25.502	130.365	X	45.071.209
2017	29.978.635	15.089.392	448.025	77.187	34.022	165.405	20.975	45.803.560
2018	30.451.268	15.225.296	421.283	75.459	53.861	236.710	44.419	46.474.594
2019	31.031.021	15.153.364	395.592	80.776	83.175	341.411	66.997	47.095.784
2020	31.464.680	15.111.382	371.472	82.198	136.617	539.383	102.175	47.715.977
2021	31.435.340	15.060.124	346.765	83.067	309.083	1.004.089	279.861	48.248.584
2022	31.005.134	14.824.262	331.481	82.309	618.460	1.669.051	565.956	48.540.878

Quelle: www.kba.de

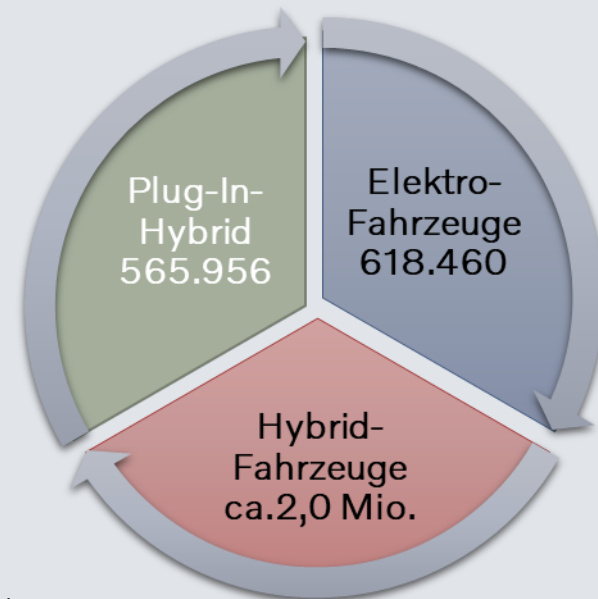
Der Anteil an Fahrzeugen mit alternativen Antrieben hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen.

Besonders hat sich die Zunahme ab dem Jahr 2020 deutlich verstärkt.

Stand Ende 2020

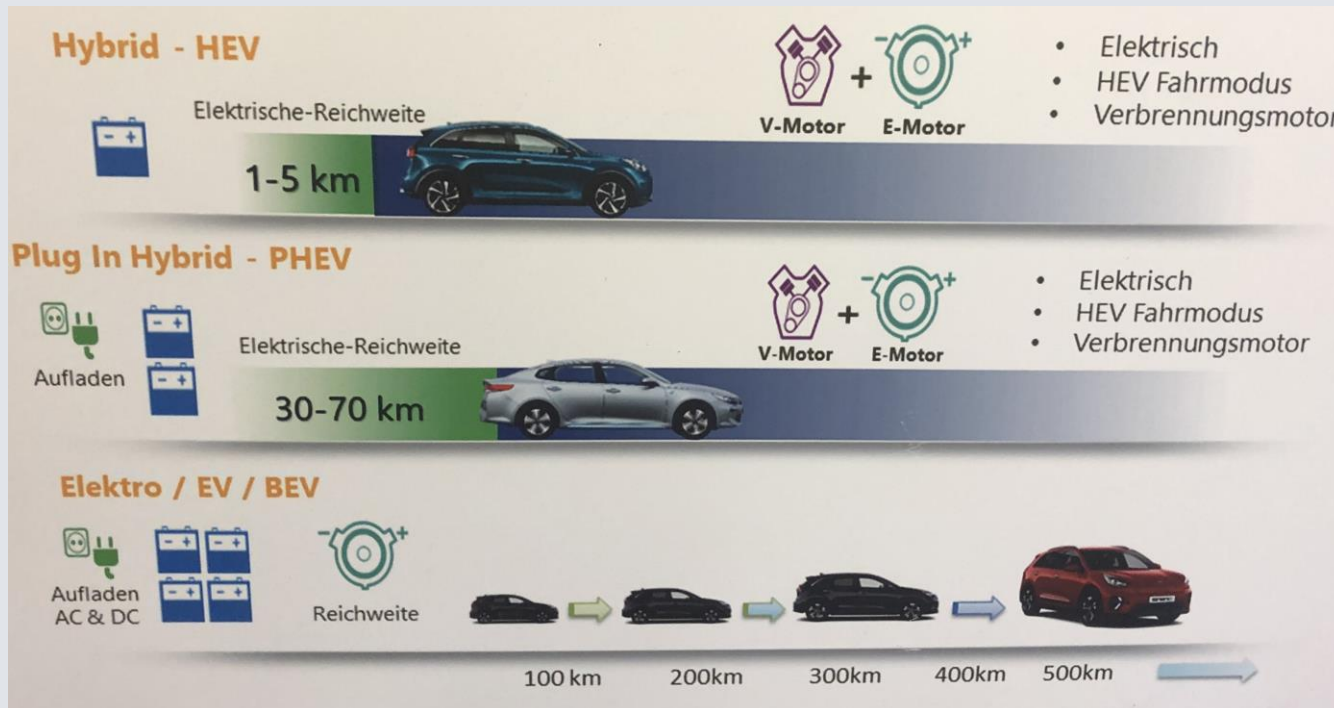


Stand Ende 2022



Quelle: www.asm-schulungen.de

Klassifizierung



Quelle: www.as-sm-schulungen.de

Elektro-Fahrzeuge können reine Elektro-Fahrzeuge mit einer Hochvoltbatterie sein oder aber auch sogenannte Hybrid-Fahrzeuge.

Hybrid- und Elektro-Antrieb

Elektro-Fahrzeuge verfügen als alleinige Antriebsart einen oder mehrere Elektromotor(-en), die ihre elektrische Energie aus einer Hochvolt-Batterie erhalten.

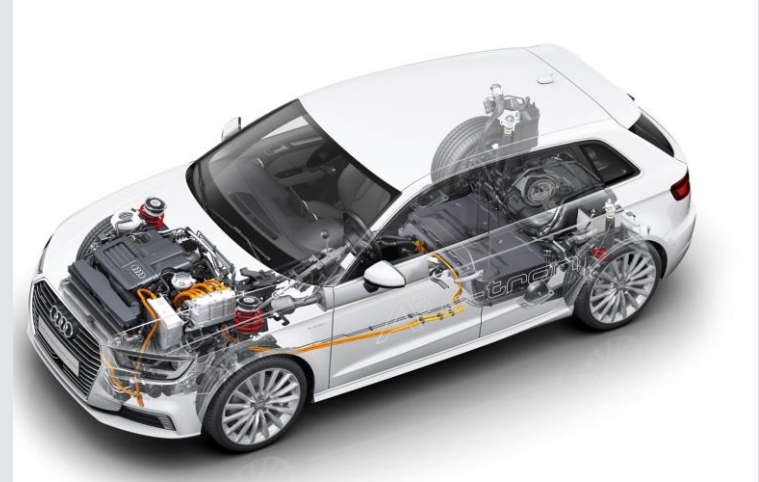


Quelle: www.opel.nl

Als Beispiel ein Opel Ampera als reines Elektro-Fahrzeug

Hybrid- und Elektro-Antrieb

Hybrid-Fahrzeuge haben neben einem Elektro-Antrieb auch noch einen Verbrennungsmotor und die dazugehörige Kraftstoffversorgung. Die Leistung der Hochvolt-Batterie kann dabei je nach Hersteller unterschiedlich sein.



Quelle: emobil.swhl.de

Als Beispiel ein Audi als Hybrid-Fahrzeug

Hybrid- und Elektro-Antrieb

Die Hochvoltbatterien, in der Regel Lithium-Ionen-Batterien, finden sich größtenteils am Fahrzeugboden wieder und sind nur schwer zugänglich.

Die schweren Akku-Blocks verändern den Schwerpunkt des Fahrzeuges.



Quelle: volkswagen.de

Hybrid- und Elektro-Antrieb

Die wesentlichen Komponenten des Hybrid- oder Elektro-Antriebes mit der Hochvolt-Batterie befinden sich in der Regel an Crash-geschützten Stellen des Fahrzeuges.



Quelle: www.BMW.de

Hybrid- und Elektro-Antrieb



Quelle: www.audi.de

Und die Hochvolt-Batterien sind kompakt und relativ robust verbaut.

Hybrid- und Elektro-Antrieb

Hochvoltleitungen, die die elektrische Energie leiten, sind grundsätzlich immer in orange gekennzeichnet.



Quelle: enomo.de



Quelle: asm-schulungen.de

Hybrid- und Elektro-Antrieb

Zusätzlich zu den Hochvoltbatterien finden sich noch weitere Hochvoltanlagen im Fahrzeug, z.B. Kondensatoren, Spulen.



Quelle: npue.de

Genauere Auskunft darüber gibt z.B. das Rettungsdatenblatt des Fahrzeugtyps.

Hochvoltbatterien

Innerhalb der HV-Batterie ist die für den Betrieb des Fahrzeuges notwendige Energie gespeichert. HV-Batterien bestehen aus vielen einzelnen, zusammengeschalteten Zellen und können eine Spannung bis zu 1200 Volt und ein Gewicht bis zu 700 kg haben.



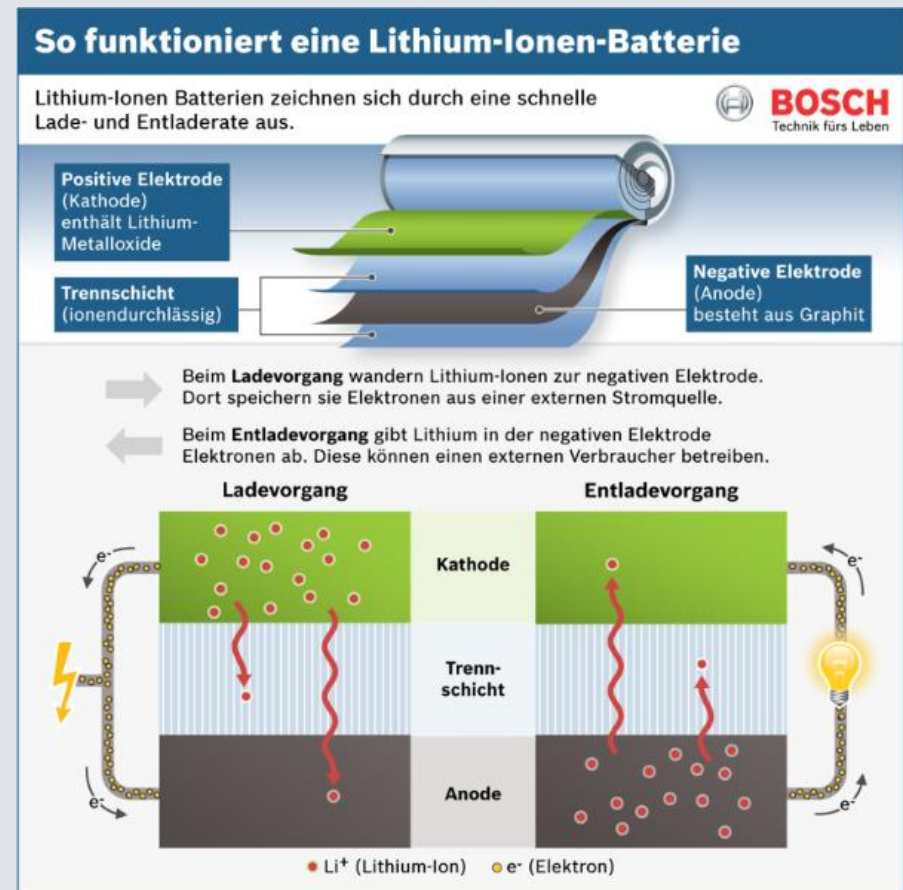
Quelle: enomo.de

Zusammensetzung von Hochvoltbatterien

HV-Batterien bestehen aus:

- Einer Kathode, in der Regel aus Lithium-Metalloxid.
- Einer Anode, meist aus Graphit.
- Beide sind von einem leitenden Medium, dem sogenannten Elektrolyt umgeben.

Damit es zu keinem Kurzschluss kommt, sind Kathode und Anode getrennt. Das ist Aufgabe des sogenannten Separators, der in der Regel aus einer Polymer- oder Keramikfolie besteht.



Quelle: www.bosch.de

Gefahren von Hochvoltbatterien

Das Problem von Lithium-Ionen-Batterien ist deren Anfälligkeit gegenüber Überladung, Tiefentladung und mechanischer Beschädigung (möglich bei Unfällen oder Bränden).

Dabei kann es zu Überhitzungen und Kurzschlüssen innerhalb der Batteriezellen kommen, bei denen sich schnell eine so große Hitze entwickelt, die sich auf die Nachbarzellen auswirkt (Kettenreaktion, „thermisches Durchgehen“).

Gefahren von Hochvoltbatterien



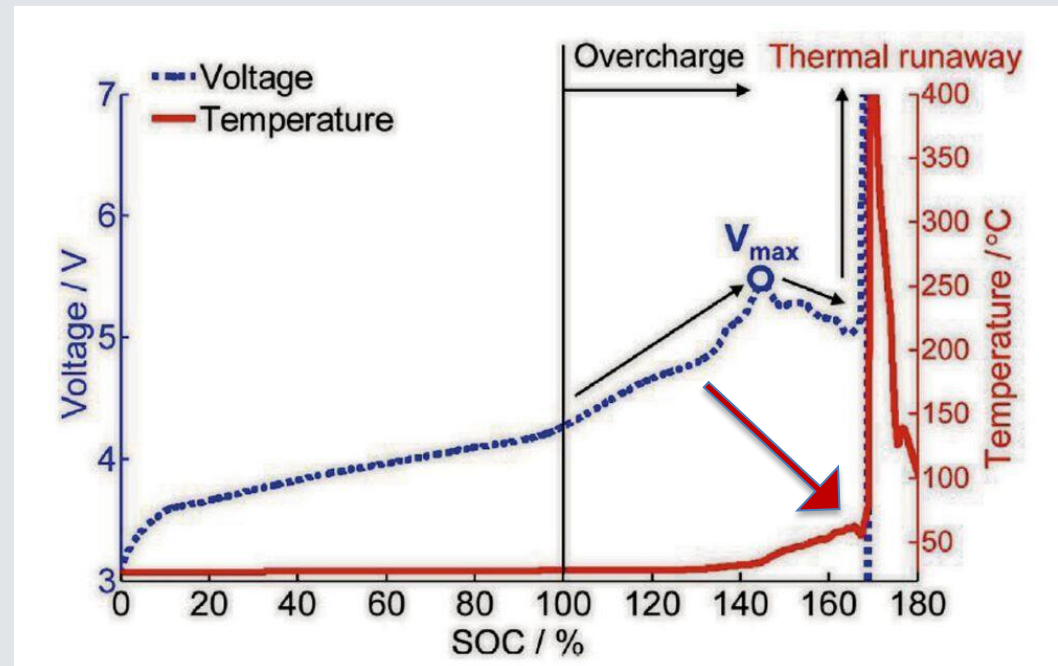
Die meisten Lithium-Ionen-Zellen sind nicht für Betriebs- und Lagertemperaturen **über 60°C** ausgelegt.

Bei **70 – 90°C** zeigen die meisten handelsüblichen Lithium-Ionen-Zellen eine Selbsterhitzung.

Dadurch oder durch von außen einwirkender Wärme von **130 – 150°C** beginnt die innere Zerstörung der betroffenen Zelle mit hohen Temperaturentwicklungen **über 600°C**.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Die Abbildung zeigt den Temperaturverlauf bei einer „Überladung“ einer Li-Io-Batterie. Bei einer kritischen Temperatur von 70 - 90 °C startet die thermische Reaktion.



Quelle: Fenga et al.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Dieses thermische Durchgehen innerhalb kurzer Zeit nennt man „thermal runaway“, das eine rasche Brandausbreitung mit hoher Energiefreisetzung und starker Rauchentwicklung zur Folge hat.

Bei der Brandbekämpfung ist dabei immer Umluft unabhängiger Atemschutz zu tragen.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Die Rauchentwicklung eines reagierenden Lithium-Ionen-Akkus zeigt sich meist durch eine im Wechsel auftretende hellgraue bis tiefschwarze Rauchwolke.



Quelle: nzz.ch

Hierbei werden brennbarer Elektrolyt (meist weißer Rauch) und Graphit (meist grauer Rauch) abgeblasen. Zusätzlich können auch sehr heiße Metallteile mit ausgestoßen werden.

Bei einem Brand treten neben

- Kohlenstoffmonoxid (CO)
- und Kohlenstoffdioxid (CO₂),
- auch Verbindungen wie Schwefeldioxid (SO₂), Ammoniak (NH₃) und Stickoxide (NO_x)
- sowie diverse Kohlenwasserstoffe auf.

Auch größere Mengen an Wasserstoff (bekannt als sogenanntes Knallgas) können während der Zersetzung der Batteriezellen entstehen.

Gefahren von Hochvoltbatterien



Besonders Fluorwasserstoff (HF), auch sogenannte Fluss-Säure, kann bei der Verbrennung der Leitsalze innerhalb der Batterie in Verbindung mit Wasser entstehen.

Da Fluss-Säure stark fettlösend ist, kann sie auch in geringen Mengen die ungeschützte Haut schnell durchdringen und dort zu schwerwiegenden Verletzungen bzw. Verätzungen führen.

Gefahren von Hochvoltbatterien



Das bei Fahrzeugbränden HF auftritt, ist schon länger bekannt. Als Quellen sind neben Klimaflüssigkeiten u.a. bestimmte Kunststoffteile, Leitungen und elektrische Kabel zu nennen.

Sollte es zu Kontakt mit Fluss-Säure kommen, ist **sofort** das medizinische Personal zu informieren.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Ist die persönliche Schutzkleidung mit Fluss-Säure in Kontakt gekommen, ist diese aus Sicherheitsgründen **sofort** als Sondermüll zu entsorgen. **Eine Reinigung ist nicht möglich.**

Bei der Brandbekämpfung ist dabei immer Umluft unabhängiger Atemschutz zu tragen.

Als Schutzausrüstung ist die vorhandene und geeignete persönliche Schutzausrüstung für eine Brandbekämpfung ausreichend.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Die Spannung im Antriebssystem des Fahrzeuges kann bis zu 1200 Volt betragen. Die HV-Batterie liefert Gleichstrom, der von einem Spannungswandler in Wechselstrom für den Fahrbetrieb umgewandelt wird.







Zugleich erzeugt ein Spannungswandler auch 12/24Volt für das Bordnetz.

Das Hochvoltsystem ist so abgesichert, dass es im normalen Betrieb zu keinen Kurzschlüssen oder unbefugten Eingriffen kommen kann.

**Stromstärken ab 50 mA sind lebensgefährlich.
Die Gefährdung nimmt mit höherer Stromstärke und
Einwirkdauer zu.**

Gefahren von Hochvoltbatterien

Stromschläge und deren Auswirkung auf den menschlichen Körper

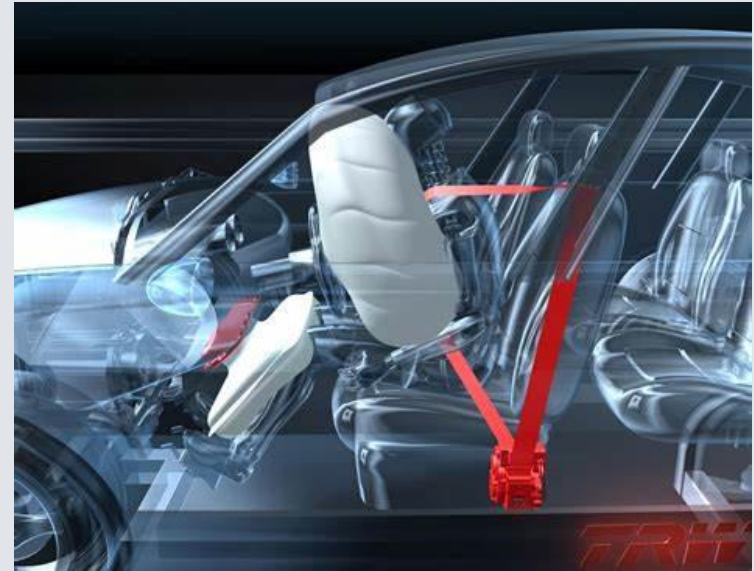
	Wechselstrom AC		Gleichstrom DC	
	Stromstärke (Richtwerte)	Wirkung auf den Menschen	Stromstärke (Richtwerte)	Wirkung auf den Menschen
	bis 1 mA	Reizschwelle. Strom ist kaum spürbar	bis 2 mA	Wahrnehmbarkeitsschwelle
	5 mA	Elektrisieren, Ameisenlaufen, Kribbeln. Der Leiter kann noch losgelassen werden, 5–10 mA werden als schmerzhaft empfunden	bis 100 mA	Schmerzschwelle, ohne Muskelkrämpfe. Beim Ein- und Ausschalten stechende Schmerzen in den Gelenken und Wärmegefühl.
	15 mA	Krampfschwelle. Loslassgrenze möglicherweise überschritten. Verkrampfung der Atemmuskulatur möglich.	ab 100 mA	Todesschwelle. Tödliche Wirkung: Herzkammerflimmern, Herzstillstand je nach Expositionszeit ab 100 mA möglich. Krampfschwelle. Muskelverkrampfungen, Loslassen erst nach Sekunden oder Minuten möglich, insbesondere ab 300 mA.
	50 mA	Gefahrenschwelle. Die Atmung wird behindert, evtl. Herzstillstand oder Herzkammerflimmern nach kurzer Zeit. Zeitfaktor ausschlaggebend.		
	ab 80 mA	Todesschwelle. Tödliche Wirkung: Herzkammerflimmern, Herzstillstand, Atemstillstand nach 0,3 bis 1 Sekunde wahrscheinlich.		

Quelle: EKAS INFORMATIONSBROSCHÜRE

Gefahren von Hochvoltbatterien

Es ist nicht sicher, dass nach einer Auslösung der Airbags auch das Hochvoltsystem automatisch deaktiviert wurde.

Dieses ist herstellerbezogen unterschiedlich.



Quelle: www.asm-schulungen.de

Bei Arbeiten mit hydraulischen Rettungsgeräten am Fahrzeug ist **immer** vorher eine manuelle Deaktivierung durchzuführen.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Die elektrischen Leitungen können an verschiedenen Stellen und Orten im Fahrzeug sein.

Beim Einsatz von hydraulischen Geräten am und im Fahrzeug ist dieses unbedingt zu beachten.



Quelle: www.kn-online.de

Gefahren von Hochvoltbatterien

Besonders beim Einsatz von hydraulischen Geräten innerhalb des Fahrzeuges ist zu beachten, dass der Fahrzeugboden brechen und die darunterliegende Hochvoltbatterie beschädigen kann.



Quelle: www.kfv-northeim.de

Gefahren von Hochvoltbatterien

Die manuelle Trennung und Deaktivierung des Hochvoltnetzes ist über die Sicherheitseinrichtung durchzuführen.

Siehe dazu auch die Rettungsdatenblätter des jeweiligen Fahrzeugtyps.



Quelle: asm-schulungen.de

Beim Austritt von Flüssigkeiten aus HV-Batterien (ohne Brand) handelt es sich um konventionelle wasserbasierende Kühlflüssigkeiten (bis zu 10 Liter).

Da wahrscheinlich bei einem Unfall nur wenige Zellen gleichzeitig beschädigt werden, handelt es sich auch nur um kleinere Mengen.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Das Elektrolyt in den Lithium-Ionen-Zellen ist reizend, ätzend und brennbar. Es kann mit den herkömmlichen Bindemitteln aufgenommen werden.

Dabei ist Umluft unabhängiger Atemschutz zu tragen.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Bei einem E-Fahrzeug im Wasser bestehen grundsätzlich keine erhöhten Gefahren oder ein Stromschlagrisiko auf Grund der Hochvoltbatterie oder stromführenden Leistungen.



Quelle: www.112groningen.nl

Gefahren von Hochvoltbatterien

Dennoch kann durch das Vorhandensein von Wasser an der Batterie bzw. zwischen den Polen durch Elektrolyse ein Gasgemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff entstehen.

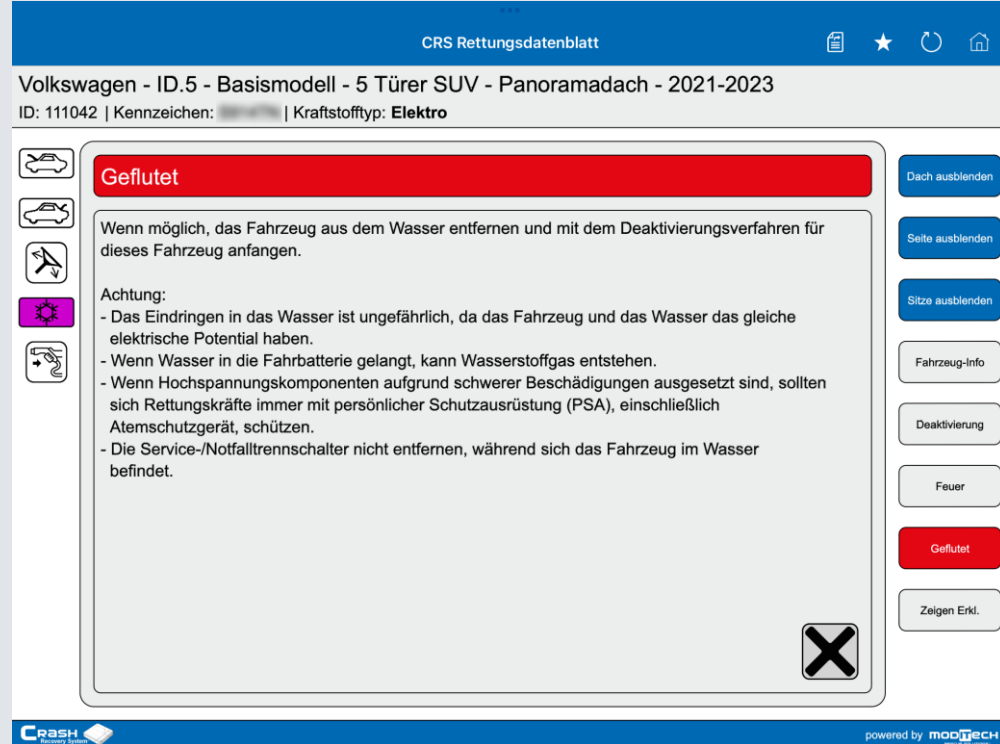


Quelle: www.moditech.com

Daher ist für eine Belüftung zu sorgen, indem die Fenster oder eine Tür geöffnet werden, bevor das Fahrzeug aus dem Wasser gezogen wird.

Gefahren von Hochvoltbatterien

Landet ein verunglücktes Elektroauto im Wasser, ist es immer ratsam, das betreffende Rettungsdatenblatt aufzurufen. Einige Anbieter haben besondere Hinweise und Informationen für Fahrzeuge im Wasser aufgeführt.



CRS Rettungsdatenblatt

Volkswagen - ID.5 - Basismodell - 5 Tüer SUV - Panoramadach - 2021-2023
ID: 111042 | Kennzeichen: [REDACTED] | Kraftstofftyp: Elektro

Geflutet

Wenn möglich, das Fahrzeug aus dem Wasser entfernen und mit dem Deaktivierungsverfahren für dieses Fahrzeug anfangen.

Achtung:

- Das Eindringen in das Wasser ist ungefährlich, da das Fahrzeug und das Wasser das gleiche elektrische Potential haben.
- Wenn Wasser in die Fahrbatterie gelangt, kann Wasserstoffgas entstehen.
- Wenn Hochspannungskomponenten aufgrund schwerer Beschädigungen ausgesetzt sind, sollten sich Rettungskräfte immer mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA), einschließlich Atemschutzgerät, schützen.
- Die Service-/Notfalltrennschalter nicht entfernen, während sich das Fahrzeug im Wasser befindet.

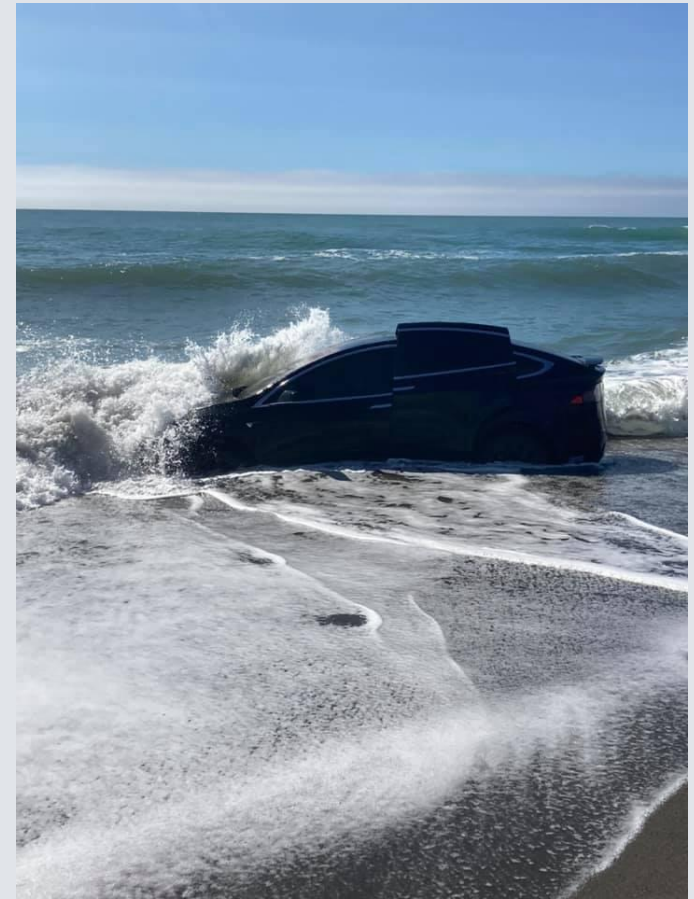
Dach ausblenden
Seite ausblenden
Sitze ausblenden
Fahrzeug-Info
Deaktivierung
Feuer
Geflutet
Zeigen Erkl.

powered by moditech

Quelle: www.moditech.com

Gefahren von Hochvoltbatterien

Dennoch ist das beauftragte Abschleppunternehmen darauf hinzuweisen, dass es sich grundsätzlich um einen Hochrisiko-Transport auf Grund des Wasserschadens handelt.



Quelle: twitter@driveteslaca

Hinweise für den Einsatz

Für die richtige Beurteilung der Einsatzlage ist es wichtig im Rahmen der Erkundung die Antriebsart des Fahrzeuges zu identifizieren.

Der Gesetzgeber schreibt den Herstellern keine besondere Kennzeichnungspflicht von alternativen Antrieben vor.

Im Rahmen der Erkundung hat sich die **AUTO**-Regel als gute Hilfestellung erwiesen.

Auto-Regel:

A	auslaufende Betriebsstoffe
U	Unterbodenkontrolle
T	Tankdeckel/Tankstutzen
O	Oberflächenkontrolle (Beschriftungen)

Für Fahrzeuge mit HV-Komponenten können weitere folgende Erkennungsmerkmale sein:

- ein **E** am Ende des Kennzeichens (keine Pflicht!),
- besondere Typenbezeichnungen (Hybrid, Plug-In, e-Golf usw.),
- Hersteller-spezifische Designelemente,
- nicht vorhandene Abgasanlage,
- Leitungen, Steckverbindungen im Motorraum oder Unterboden sind in orange ausgeführt oder orange gekennzeichnet.

Hinweise für den Einsatz

Die Mitnahme und Verwendung der **Wärmebildkamera** beim Einsatz ist **sehr wichtig**.

Nur durch regelmäßige Temperaturkontrollen kann der Zustand der HV-Batterie beurteilt werden.



Quelle: Morris Pudwell, www.rbb24.de

Sichern gegen Wegrollen

Elektro-Fahrzeuge können jederzeit betriebsbereit sein, auch wenn kein Motorgeräusch zu hören ist. Eine Gefahr ist, dass sie jederzeit beim Betätigen des „Gaspedals“ losfahren könnten.

Daher sollten alle Fahrzeuge frühzeitig gegen Wegrollen gesichert werden.

Maßnahmen können sein:

- Räder mit Unterlegkeilen sichern,
- Automatik in Stellung „P“ bringen (wenn noch möglich, Vorsicht: unterschiedliche Modelle können jeweils andere Funktions-Handhabungen haben!),
- Feststellbremse/elektronische Parkbremse.
- Ggfs. kann sich im Sicherungskasten ein sogenannter „Emergency Plug“ befinden, der das Fahrzeug auch deaktiviert.

Sichern gegen Wegrollen

Zusätzlich sollte bei sogenannten Key-Less-Start-Funktionen der Fahrzeugschlüssel (sofern auffindbar) mind. 10 Meter vom Fahrzeug entfernt werden.

Rettungsdatenblätter

Die Nutzung von digitalen Rettungsdatenblättern und die Kennzeichenabfrage stellen die verlässlichste Art der Erkennung von Fahrzeugen mit HV-Komponenten dar.

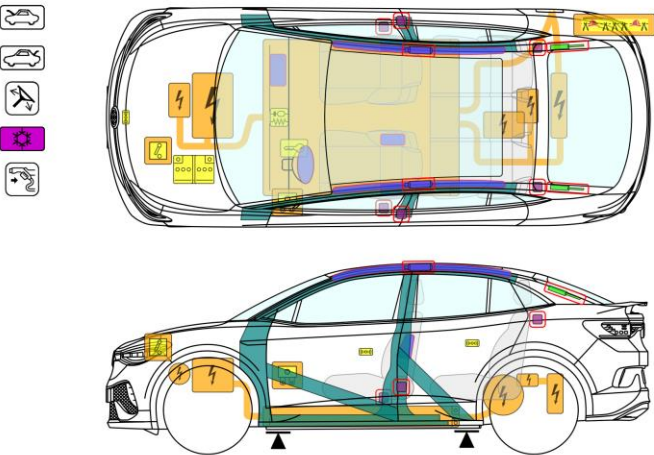


Quelle: Renault

Rettungsdatenblätter

CRS Rettungsdatenblatt

Volkswagen - ID.5 - Basismodell - 5 Tüer SUV - Panoramadach - 2021-2023
ID: 111042 | Kennzeichen: [REDACTED] | Kraftstofftyp: **Elektro**



Dach ausblenden
Seite ausblenden
Sitze ausblenden
Fahrzeug-Info
Deaktivierung
Feuer
Geflutet
Zeigen Erkl.

powered by modTECH

CRS Rettungsdatenblatt

Volkswagen - ID.5 - Basismodell - 5 Tüer SUV - Panoramadach - 2021-2023
ID: 111042 | Kennzeichen: [REDACTED] | Kraftstofftyp: **Elektro**

Achtung: Alternativ angetriebenes Fahrzeug

Elektrofahrzeug. Elektromotor mit Batteriepaket.
Lithium Ionen (Li-Ion) Batteriepaket.
Fahrzeug kann betriebsbereit sein, obwohl kein Motorgeräusch zu hören ist!
Fahrzeug muss immobilisiert und deaktiviert werden (siehe Deaktivierung).
Orange Hochvoltkabel oder Hochvoltkomponenten nicht berühren, beschädigen oder öffnen.
Batteriepaket nicht beschädigen, auch wenn das Antriebssystem deaktiviert wurde.

Dach ausblenden
Seite ausblenden
Sitze ausblenden
Fahrzeug-Info
Deaktivierung
Feuer
Geflutet
Zeigen Erkl.

powered by modTECH

Quelle: www.moditech.com

Auf dem Datenblatt sind alle einsatzrelevanten Informationen und Gefahren für die Einsatzkräfte dargestellt. Es gibt auch Aufschluss über die vorhandene Antriebsart.

Deaktivierung Hochvoltanlage

Deaktivierung Hochvoltanlage



Um ein Arbeiten am Fahrzeug zu ermöglichen, **muss** die HV-Anlage deaktiviert werden (sofern noch möglich).

Bei Unfällen kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Fahrzeug automatisch durch die Sicherheitssysteme deaktiviert wurde. Fahrzeuge sollten **immer** zusätzlich noch manuell deaktiviert werden.

Die Deaktivierung eines Fahrzeuges ist in den Rettungsdatenblättern erklärt und dargestellt.

Deaktivierung Hochvoltanlage

Beispiel eines
Wartungsschalters
zur Deaktivierung.

Durch Ziehen des
Schalters werden die
Hochvoltteile des
Fahrzeuges
deaktiviert.



Quelle: Mitsubishi.com

Deaktivierung Hochvoltanlage

Oder am Beispiel
eines Tesla Model S.



Auskunft gibt immer
das typenspezifische
Rettungsdatenblatt.

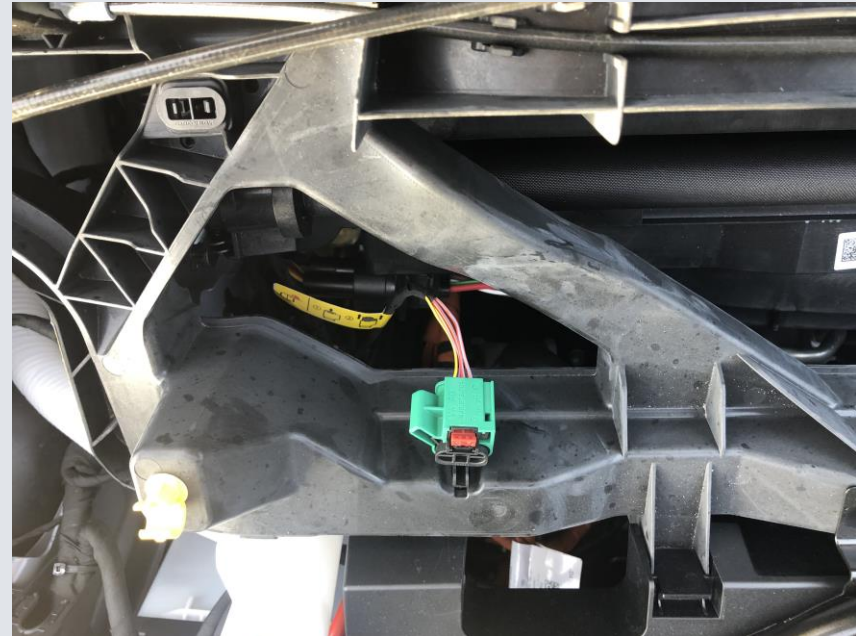


Quelle: Tesla.com

Deaktivierung Hochvoltanlage

Oder am Beispiel
eines Volkswagen.

Auskunft gibt immer
das typenspezifische
Rettungsdatenblatt.



Dabei immer die persönliche Schutzausrüstung mit Schutzhandschuhen und Helm/Augenschutz tragen.

Neu hinzugekommen sind die Elektroschutz-Handschuhe (Klasse 0) für Einsatzkräfte für ein Arbeiten an Hochvoltanlagen bis zu 1000 Volt Wechselstrom und 1500 Volt Gleichstrom.



Deaktivierung Hochvoltanlage

Ggfs. ist zu prüfen, ob die eigene Ausrüstung um besondere Rüstsätze für Elektrofahrzeuge erweitert werden sollte.



Quelle: www.asm-schulungen.de

Deaktivierung an der Ladestation

Deaktivierung an der Ladestation

Schwieriger gestaltet sich eine Deaktivierung während des Ladevorganges.

Die Hochvoltanlagen sind dabei nicht automatisch ausgeschaltet, die Unfallerkennung ist nicht aktiv.



Quelle: NDR.de

Es fließt dabei dauernd Strom von der Ladestelle zum Auto. Eine Deaktivierung ist ohne Zugang zum Fahrzeug kaum möglich.

Deaktivierung an der Ladestation

Für die Einsatzkräfte besteht die Gefahr durch Spannungsquellen am Fahrzeug und an der Ladestelle.



Quelle: electrive.net

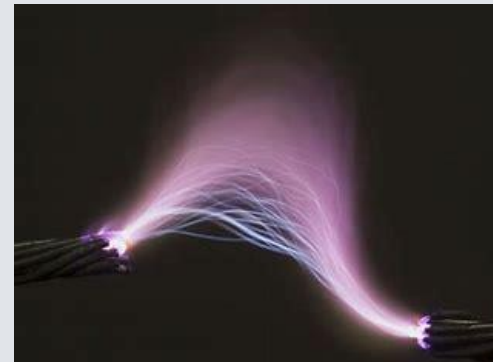
In der Regel ist der Stromstecker am Fahrzeug während des Ladevorganges gegen Diebstahl verriegelt, so dass das Kabel, wenn möglich, an der Ladesäule entfernt werden muss.

Deaktivierung an der Ladestation

Ein gewaltsames Entfernen des Ladesteckers am Fahrzeug ist zu unterlassen, da besonders bei hohen Ladeströmen die Gefahr eines Stromschlages durch einen möglichen Lichtbogen vorhanden ist.



Quelle: www.stadtmagazin-muenchen24.de



Quelle: www.stuttgarter-nachrichten.de

Deaktivierung an der Ladestation

Dennoch ist zu beachten, dass bei beschädigten Ladeeinrichtungen auch die Gefahr von Stromschlägen für die Einsatzkräfte existieren kann.

Bei der Erkundung ist dieses besonders zu beachten.



Quelle: www.presseservice.de

Deaktivierung an der Ladestation

Die Ladeeinrichtungen können nur durch den Betreiber ausgeschaltet werden.

Die entsprechende Hotline und Telefonnummer befinden sich an der Ladeeinrichtung (sofern noch möglich und erkennbar).



Quelle: www.adac.de

Deaktivierung an der Ladestation

Besonders die leistungsstarken Ladeeinrichtungen haben ebenfalls eigene Hochvolt-Batterien als Pufferspeicher mit verbaut, um so schnelle Ladevorgänge zu realisieren. Bei einem Brand sind diese eine zusätzliche Gefahr.



Quelle: www.asm-schulung.de

Deaktivierung an der Ladestation

Für die Einsatzkräfte ist kaum möglich, die Technik der Ladeeinrichtung ausreichend zu beurteilen, da es keine strukturierten Übersichten darüber gibt. Einzig die Betreiber und die zuständigen Bauämter führen im Rahmen der baulichen Zulassung eine regionale Übersicht.



Quelle: www.dmm-travel.de

Deaktivierung an der Ladestation

Anders verhält es sich bei den privaten Ladeeinrichtungen, die in der Regel über den häuslichen Sicherungskasten abgesichert sind und dort stromlos geschaltet werden können.



Quelle: www.asm-schulung.de

Deaktivierung an der Ladestation

Eine neue Gefahr ist das Versagen des Thermal Management der Hochvolt-Anlage beim Ladevorgang mit hohen bzw. sehr hohen Ladeströmen in Verbindung mit hohen Außentemperaturen (im Sommer).



Quelle: www.bz.de

Deaktivierung an der Ladestation

Lithium-Ionen-Batterien erwärmen sich immer beim Ladevorgang. Bei kompakten HV-Batterien in Fahrzeugen kann diese Wärme-Leistung bis zu 12 kw betragen.



Quelle: www.stuttgarter-Zeitung.de

Das Thermal Management des Fahrzeuges kontrolliert und kühlt bei Bedarf. Versagt dieses, können sich die Zellen innerhalb der Batterie über den kritischen Punkt von 60 – 90°C erwärmen und „durchgehen“.

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Solange keine Hochvolt-Batterien beim Brand beschädigt werden oder beteiligt sind, unterscheiden sich die Brände von Elektro-Fahrzeugen nicht wesentlich von herkömmlichen Fahrzeugen.



Quelle: www.feuerwehr.ch

Durch die tief liegende Batterie im Fahrzeug ist eine längere Vorbrennzeit erforderlich, bis es zu einer Entzündung oder Reaktion kommt.

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Die heutigen E-Fahrzeuge haben eine deutliche höhere Brandlast als herkömmliche Fahrzeuge, bedingt durch den hohen Kunststoffanteil im Fahrzeug zur Gewichtsreduktion.



Quelle: www.reuters.com

Dieser wirkt sich nachteilig auf das Brandverhalten und den Brandverlauf aus.

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Schwieriger gestaltet sich die Brandbekämpfung von in Brand stehenden Hochvolt-Batterien. Eine elektrische Gefährdung der Einsatzkräfte muss verhindert werden.

Die Abstände beim Einsatz von Wasser bei spannungsführenden Teilen sind einzuhalten.



Brände von Elektro-Fahrzeugen

Die entstehenden Atemgifte sind vergleichbar mit den Atemgiften, die beim Brand eines herkömmlichen Fahrzeuges entstehen.



Quelle: ukh.de

Ein Vorgehen mit entsprechender persönlicher Schutzausrüstung und unter Umluft unabhängigen Atemschutz ist zwingend geboten.

Gefahren für die Einsatzkräfte

Gefahren für	durch								
	Atemgifte	Angstreaktion	Ausbreitung	Atomare Strahlung	Chemische Stoffe	Erkrankung/ Verletzung	Explosion	Elektrizität	Einsturz/ Absturz
Welche Gefahren müssen bekämpft werden?									
Menschen	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
Tiere	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
Umwelt	relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	nicht relevant	relevant	nicht relevant	nicht relevant
Sachwerte	nicht relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant
Vor welchen Gefahren müssen sich Einsatzkräfte schützen?									
Mannschaft	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
Gerät	nicht relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant

Gefahrenmatrix relevant nicht relevant

Quelle: www.kl-format.de

Die Gefahren bei einem Brand können anhand der bekannten Gefahren-Matrix dargestellt werden.

Mit den Menschen für die Menschen im Land.

Gefahren für die Einsatzkräfte



Die vorrangigen Gefahren für die Einsatzkräfte sind:

A: Atemgifte

durch Rauch, Verbrennungsprodukte,

C: Chemische Gefahren

durch austretende Flüssigkeiten und
Verbrennungsprodukte der Hochvolt-Batterien,
Säuren, Fluss-Säure.

E: Elektrische Gefahren

durch Stromschläge, Kurzschlüsse, Lichtbogen.

Brände von Elektro-Fahrzeugen



Wasser ist das Löschmittel der Wahl und grundsätzlich sehr gut geeignet zum Löschen und Kühlen.

Der Zusatz von Netz- oder Schaummittel ist sicherlich möglich, aber erhöht nicht den Löscherfolg (dabei mögliche Umweltgefahren durch das Löschwasser beachten).

Brände von Elektro-Fahrzeugen



Die Brandbekämpfung einer Hochvolt-Batterie ist ein zeitaufwendigerer Einsatz, der deutlich länger als bei einem herkömmlichen Fahrzeug dauert.

Zur Brandbekämpfung und zur anschließenden Kühlung der Hochvolt-Batterie sind große Mengen von Löschwasser erforderlich. Dieses ist bei der Einsatzplanung zu berücksichtigen.

Brände von Elektro-Fahrzeugen



Sofern die Hülle der Hochvolt-Batterie noch unbeschädigt ist, ist es schwierig Wasser in das Innere der Batterie einzubringen.

Daher beschränken sich die meisten Maßnahmen nach der erfolgten Brandbekämpfung des Fahrzeuges auf die konsequente Kühlung der Batterie.

Bei einer bereits brennenden Hochvolt-Batterie sind in der Regel schon Öffnungen durch den Brand für das Einbringen von Löschwasser vorhanden.

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Da sich die Zersetzung innerhalb der Hochvolt-Batterie über einen sehr langen Zeitraum hinziehen kann, ist eine dauernde Kontrolle der Temperatur notwendig.



Quelle: rosenbauer.com

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Die Wärmebildkamera zeigt dabei aber nur die Temperatur des Gehäuses der Batterie an.

Die Temperatur innerhalb der Batterie kann dabei bis zu 20°C höher liegen.

Die Brandgefahr bleibt sehr lange erhalten.



Quelle: J.Nero, KFV Segeberg

Brände von Elektro-Fahrzeugen

Wichtig ist, die Temperatur-Kontrolle regelmäßig über einen längeren Zeitpunkt durchzuführen. Dabei sollten immer die gleichen Punkte an der Batterie überwacht werden.

Temperaturmessung Energiespeicher										
Zeit										
Temperatur										

In dem beigefügten Übergabe-Protokoll besteht die Möglichkeit, die Temperatur-Kontrolle zu dokumentieren.

Anzeichen für eine thermische Reaktion innerhalb der Batterie sind:

- „Knister- oder Blubbergeräusche“,
- Rauchentwicklung (im Wechsel gräulicher und schwarzer Rauch,
- Optische Verfärbungen.

Für die Einsatzplanung ist der längere Zeitraum der Überwachung und der notwendige Löschwasser-Bedarf für eine weitere Kühlung zu berücksichtigen.

Sofern keine Löschwasserversorgung vor Ort vorhanden ist, ist die rechtzeitige Anforderung von wasserführenden Fahrzeugen zu bedenken.

Auch eine zeitgerechte Personalplanung, ggfs. Nachforderung von weiteren Einsatzkräften bei der Überwachung ist einzukalkulieren.

Entsorgung und Abschleppen



Es ist **nicht die Aufgabe** der Feuerwehr die Entsorgung zu beauftragen oder durchzuführen, **sondern nur** eine gesicherte Übergabe der Einsatzstelle an die Polizei oder an einen zertifizierten Entsorger zu gewährleisten.

Die Polizei und/oder der Entsorger sind darauf hinzuweisen, dass es sich um ein Fahrzeug mit Hochvolt-Anlagen handelt. Dabei ist auch der Zustand der HV-Batterie zu besprechen.

Es wird empfohlen die Übergabe in einem Protokoll festzuhalten und die Leitstelle zu informieren.

Ein mögliches Übergabe-Protokoll ist dieser Unterrichtung als Download mit angefügt.

Entsorgung und Abschleppen

Hochvolt-Batterien können noch über einen sehr langen Zeitraum eine Gefährdung darstellen.



Quelle: all-in.de


Die Gefahr einer Wiederverzündung einer beschädigten Hochvolt-Batterie besteht bis zu einer vollständigen Entladung der Batterie.

Übergabe und Dokumentation


In Zusammenarbeit mit ASM-Schulungen wurde für die Einsatzleiter der Feuerwehren ein Dokumentationsblatt als Download im Fachbereich Einsatz bereitgestellt.

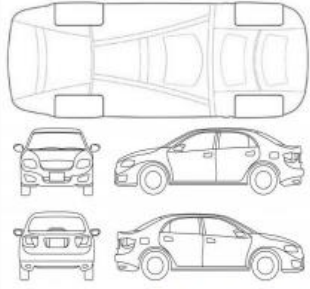











<https://www.lfv-sh.de/downloads>






**EINSATZ- / ÜBERGABEPROTOKOLL
HOCHVOLT-FAHRZEUGE**



Fahrzeugmarke / Typ:		Kennzeichen:	
Antriebsart	<input type="radio"/> Hybrid <input type="radio"/> Plug In Hybrid <input type="radio"/> Elektro <input type="radio"/> Sonstige		
Situation an der Einsatzstelle			
Verkehrsunfall	Brandsituation	Sonstiges	
<input type="radio"/> Leicht <input type="radio"/> Schwer	<input type="radio"/> Fahrzeugbrand <input type="radio"/> Energiespeicher		
Beschädigungen am Fahrzeug		Arbeiten am Hochvolt-System	
 <p style="font-size: small;">Quelle: www.stock.adobe.com</p>		<input type="radio"/> Abgeklemmt  12V Batterie <input type="radio"/> Ausgebaut <input type="radio"/> Getrennt  HV-Batterie Trennschalter <input type="radio"/> Gezogen  HV-Trennstelle Sicherung <input type="radio"/> Geschnitten  HV-Trennstelle Schneidelösung <input type="radio"/> Gezogen <input type="radio"/> Isolierend geschützt / abgedeckt  Hochvolt-Komponenten / Leitungen <input type="radio"/> Gekühlt  Hochvolt-Batterie <input type="radio"/> Geflutet	
BESONDERE GEFAHREN		INFO / RISIKO	
 Beschädigte / offene Hochvolt-Batterie / Sonstiges			
 Beschädigte / offene Hochvolt-Komponenten / Leitungen			
 Fahrzeug unter Wasser / Sonstiges			
 Auslaufende Betriebsmittel			
 Auslösung Airbag / Sonstiges			



SCHULUNGEN FÜR RETTUNGSKRÄFTE

www.asm-schulungen.de

Nachfolgend werden zu den bereits dargestellten herkömmlichen Methoden der Brandbekämpfung weitere unterschiedliche Methoden und Möglichkeiten gezeigt.

Sie sind nur exemplarische Beispiele. Eventuelle rechtliche Bedingungen in der Beschaffung und Anwendung sind zu beachten (z.B. Vorgaben und Empfehlungen DGUV, HFUK Nord, etc).

Anmerkung:

Eine Bewertung und Vergleich der Methoden darf durch den Landesfeuerwehrverband aus rechtlichen Gründen leider nicht vorgenommen werden.

Es wird den Feuerwehren überlassen eigene Bewertungen und weitere Vergleiche durchzuführen.

Löschdecken



Quelle: J.Nero, KFV Segeberg



Löschdecke der Firma
Bridgehill

www.bridgehill.com/fire-blankets/



Löschdecke der Firma
Leader
www.leader-group.company/de

Hinweis zu Löschdecken

Löschdecken ersticken nur das Primärfeuer durch den Entzug von Sauerstoff. Sie verhindern aber kein thermisches Durchgehen der Batterie.

Bei dem sogenannten „thermal runaway“ wird durch die chemische Zersetzung innerhalb der Hochvolt-Batterie eigener Sauerstoff produziert und der Brand kann auch durch eine Löschdecke nur schwer oder nicht unterbunden werden.

Löschlanzen und Löschdorn



Löschlanze der Firma Murer
Feuerschutz

www.murer-feuerschutz.de



Löschdorn der Firma
Rosenbauer

[www.rosenbauer.com/de/at/press
e/fachpresse/nd/neues-
loeschsystem-fuer-brennende-
traktionsbatterien-bei-
elektrofahrzeugen-1](http://www.rosenbauer.com/de/at/presse/fachpresse/nd/neues-loeschsystem-fuer-brennende-traktionsbatterien-bei-elektrofahrzeugen-1)

Hinweis zu Löschanlagen und Löschdorn

Die Anwendung dieser Geräte führt immer zu einer vollständigen Zerstörung der Hochvolt-Batterie.

Die Hinweise und Empfehlungen der DGUV sind dabei zu beachten.

<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3907>

Stand: 29.11.2023



Methoden der Brandbekämpfung

Das Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen (IdF NRW) hat eine Sprühlanze zum schnellen Kühlen einer Hochvolt-Batterie unterhalb des Fahrzeuges entwickelt.



Quelle: www.kohlhammer-feuerwehr.de

Methoden der Brandbekämpfung

Beim Bundes-
Wettbewerb 2023
„Jugend forscht“ hat
ein Entwicklerteam
aus Jugendlichen
eine einfache
Kühlungsmethode
auf Basis von D-
Schläuchen
entwickelt.



Quelle: www.loeschigel.de

Alternativ kann auch eine kleineres Hydroschild (C) mit geringem Wasserdruck für eine Kühlung des Unterbodens vorgenommen werden.



Quelle: www.adobe.stock.com

Bei Anmerkungen und weiteren Informationen steht Euch/Ihnen der Landesfeuerwehrverband zur Verfügung.

Internet: www.lfv-sh.de

Mail: einsatz@lfv-sh.de

Vielen Dank