

# Besonderheiten, sowie Gefahren und Möglichkeiten der Brandbekämpfung bei Elektro-Lastkraftwagen und Elektro-Busse



Quelle: [www.daimler.de](http://www.daimler.de)



Stand 23.09.2023

# Literatur- und Quellenverzeichnis



- Jörg Heck, Alternative Fahrzeugantriebe im Feuerwehreinsatz, Kohlhammer Verlag 1. Auflage 2018
- Deutscher Feuerwehrverband, Umgang mit Lithium Ionen Batterien, Internetseite [www.dfv.de](http://www.dfv.de)
- Schweizerische Feuerwehr-Zeitung, Ausgabe 7 | 2020 Grundlagen zu Ereignissen mit alternativen Antrieben
- Moditech, Moditech Support Portal, Internetseite [www.moditech.com](http://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, 76. Jhg, Ausgabe Dezember 2022 S.1022 ff, [www.kohlhammer-feuerwehr.de](http://www.kohlhammer-feuerwehr.de)
- Kemal Dzomba, ASM-Schulungen, Rettungsarbeiten an Hochvolt-Fahrzeugen, [www.asm-schulungen.de](http://www.asm-schulungen.de)
- Kraftfahrtbundesamt, Statistiken, [www.kba.de](http://www.kba.de)
- Firma Bosch, [www.bosch.de](http://www.bosch.de)
- DGUV, <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/feuerwehren-hilfeleistungen-brandschutz/feuerwehren-und-hilfeleistungsorganisationen/3907/fbfhb-024-hinweise-fuer-die-brandbekämpfung-von-lithium-ionen-akkus-bei-fahrzeugbraenden>
- Firma Daimler, [www.daimler.de](http://www.daimler.de)
- Firma Bullard, [www.bullard.com](http://www.bullard.com)

# 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](mailto:info@asm-schulungen.de)

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

Diese Unterrichtung baut im besonderen Maße auf die bereits schon erschienene Unterrichtung des LFV-SH über die Brandbekämpfung und die Technische Hilfe bei E-Autos auf.

Viele Technologien von E-Autos und E-Lkw bzw. E-Busse sind grundsätzlich identisch, daher werden viele Informationen der Unterrichtung hier mit abgebildet.

Diese Unterrichtung fokussiert sich auf die stark zunehmende Elektromobilität als alternative Antriebsart und auf die Gefahren bzw. Besonderheiten 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 beabsichtigt somit eine abgestimmte und einheitliche Grundausbildung für die Freiwilligen Feuerwehren zu diesem besonderen Thema anzubieten.

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

# Grundsätzliches

Wie bei den Kleinfahrzeugen mit alternativen Antrieben steigen auch die Zulassungszahlen für Lastkraftwagen und Busse mit alternativen Antrieben.

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



Quelle: [www.daimler.de](http://www.daimler.de)

# Grundsätzliches

## Fahrzeugzulassungen (FZ)

Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Bundesländern, Fahrzeugklassen und ausgewählten Merkmalen

FZ 27.8 Bestand an Kraftfahrzeugen am 1. Januar 2023 nach Fahrzeugklassen sowie nach ausgewählten Kraftstoffarten bzw. Energiequellen

Fahrzeugklasse	Kraftfahrzeuge insgesamt	Darunter mit alternativem Antrieb											
		Anzahl insgesamt	Anteil in %	Elektro-Antriebe					Hybrid (ohne Plug-in-Hybrid)			Gas insgesamt	Wasserstoff
				Anzahl insgesamt	Anteil in %	davon			Anzahl insgesamt	darunter			
				Elektro (BEV)	Brennstoffzelle (Wasserstoff)	Plug-in-Hybrid		Benzin-Hybrid	Diesel-Hybrid				
<b>1. Januar 2023</b>	<b>60.133.124</b>	<b>3.939.369</b>	<b>6,6</b>	<b>2.007.430</b>	<b>51,0</b>	<b>1.139.734</b>	<b>2.141</b>	<b>865.555</b>	<b>1.482.914</b>	<b>1.059.007</b>	<b>423.443</b>	<b>448.976</b>	<b>49</b>
Kraftträder	4.913.099	61.837	1,3	60.651	98,1	60.644	-	7	1.057	1.002	31	116	13
Personenwagen	49.709.099	2.789.095	5,6	1.479.719	53,0	1.019.099	1.099	881.719	1.179.195	1.057.319	115.876	193.199	7
Kraftomnibusse	82.932	7.393	8,9	1.976	26,7	1.884	69	23	4.595	4	4.332	796	26
Lastkraftwagen	3.641.755	99.205	2,7	61.336	61,8	60.803	37	496	2.259	134	2.066	35.610	-
Zugmaschinen insgesamt	2.388.886	4.723	0,2	876	18,5	853	2	21	117	29	56	3.728	2
darunter Sattelzugmaschinen	227.938	3.720	1,6	85	2,3	72	-	13	17	-	16	3.617	1
Gesamte FZ	60.133.124	3.939.369	6,6	2.007.430	51,0	1.139.734	2.141	865.555	1.482.914	1.059.007	423.443	448.976	49

© Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg

Quelle: www.kba.de

Der Anteil von LKW mit alternativen Antrieben liegt zum Anfang des Jahres 2023 bereits bei ca. 14 % und bei Bussen bei 8,9 % (gemessen am Anteil aller zugelassenen Fahrzeuge in dieser Klasse in Deutschland).



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 mehreren Hochvolt-Batterien erhalten.



Quelle: [www.zerauto.nl](http://www.zerauto.nl)

Als Beispiel ein DAF-Truck 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: [www.zerauto.nl](http://www.zerauto.nl)

Als Beispiel ein ähnlicher DAF-Truck als Hybrid-Fahrzeug

# Hybrid- und Elektro-Antrieb

Eine technische Besonderheit sind die E-LKW mit Stromabnehmern, um während der Fahrt den Strom aus Oberleitungen für die Elektromotoren aufzunehmen. Diese sind aber noch in der „Pilot- und Versuchsphase“ und nur auf wenigen Autobahnabschnitten vertreten.



Quelle: [www.futurezone.at](http://www.futurezone.at)

# Hybrid- und Elektro-Antrieb

Die Hochvoltbatterien, in der Regel Lithium-Ionen-Batterien, finden sich bei den E-LKW größtenteils an den Seiten, hinter dem Unterfahrschutz.



Die schweren Akku-Blocks verändern den Schwerpunkt des Fahrzeuges.



# Hybrid- und Elektro-Antrieb

Die Hochvoltbatterien bei E-Bussen finden sich an verschiedenen Stellen wieder.

Sie können entweder im Heck, im Boden oder im Dachbereich verbaut sein.



Quelle: [www.sor.cz](http://www.sor.cz)



Quelle: [www.daimler.de](http://www.daimler.de)

# Hybrid- und Elektro-Antrieb



Quelle: [www.dekra.de](http://www.dekra.de)

Zusätzlich können sich auf dem Dach der Fahrzeuge bzw. Trailer noch Solar-Zellen als weitere Lade-Technologie befinden.

Diese können die Gefahren an der Einsatzstelle erhöhen.

# Hybrid- und Elektro-Antrieb

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



Wobei dieses nicht durch eine ISO-Norm vorgegeben ist!

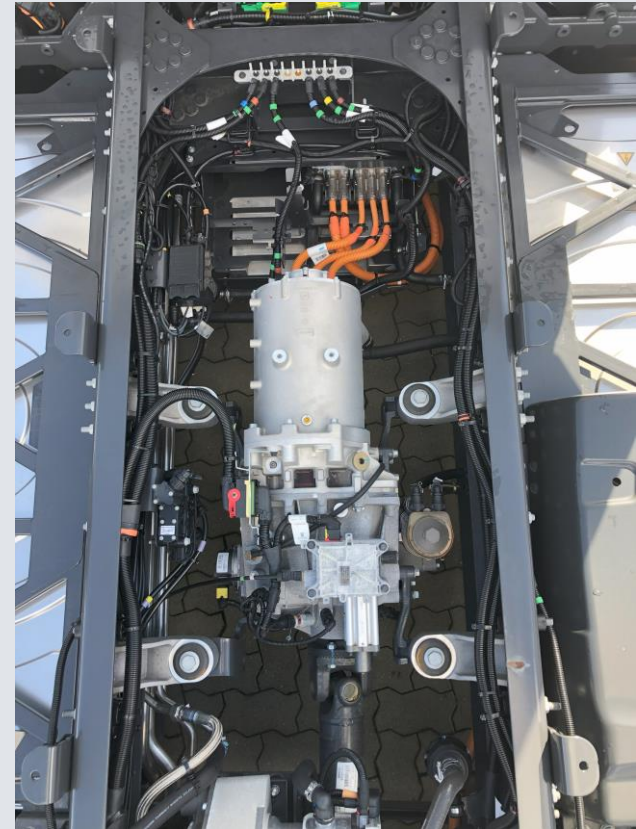
Quelle: asm-schulungen.de



# Hybrid- und Elektro-Antrieb

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

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



# Hochvoltbatterien

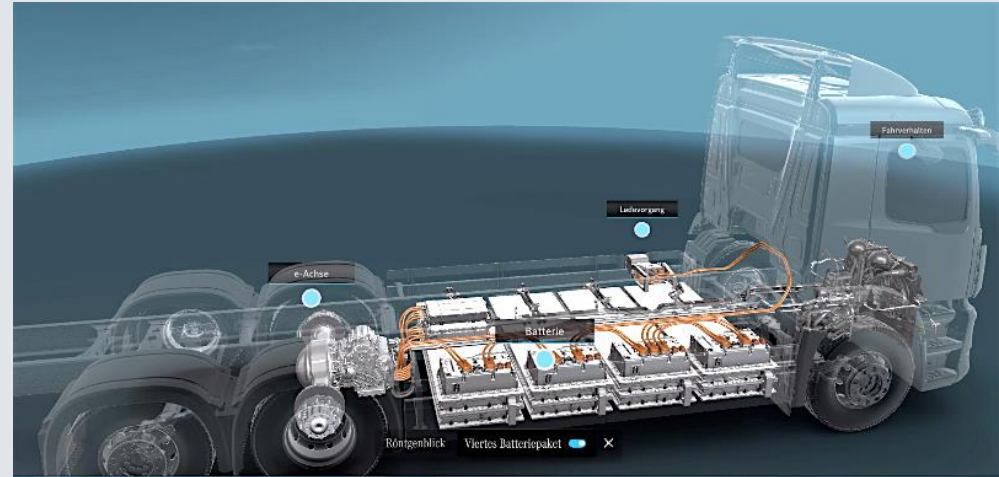
Innerhalb der HV-Batterie ist die für den Betrieb des Fahrzeuges notwendige Energie gespeichert. Eine einzelne HV-Batterie besteht aus vielen einzelnen, zusammengeschalteten Zellen und können eine Spannung bis zu 900 Volt und ein Gewicht bis zu 700 kg haben.



Quelle: Martina Harasim/www.mainpost.de

# Hochvoltbatterien

Um die erforderliche Leistung zu erbringen sind mehrere Akku-Blöcke zusammengeschaltet.



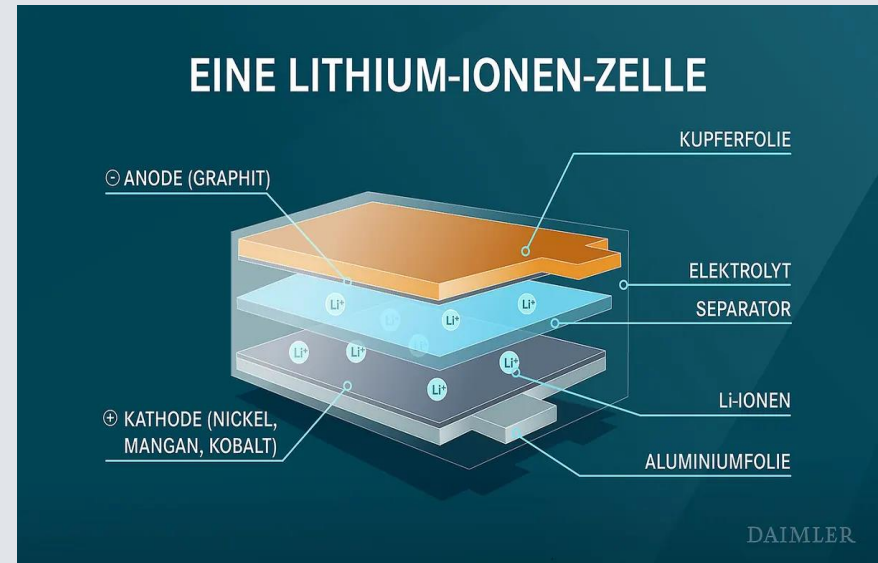
Quelle: [www.daimler.de](http://www.daimler.de)

z.B. ein Mercedes-Benz e-Actros mit vier Batteriepaketen mit einer Nennkapazität von jeweils 112 kWh erbringt 448 kWh. Das Gewicht aller Batterien kann dabei bis zu 3 Tonnen betragen.

# 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.



Quelle: [www.daimler.de](http://www.daimler.de)

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.

# Gefahren von Hochvoltbatterien

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

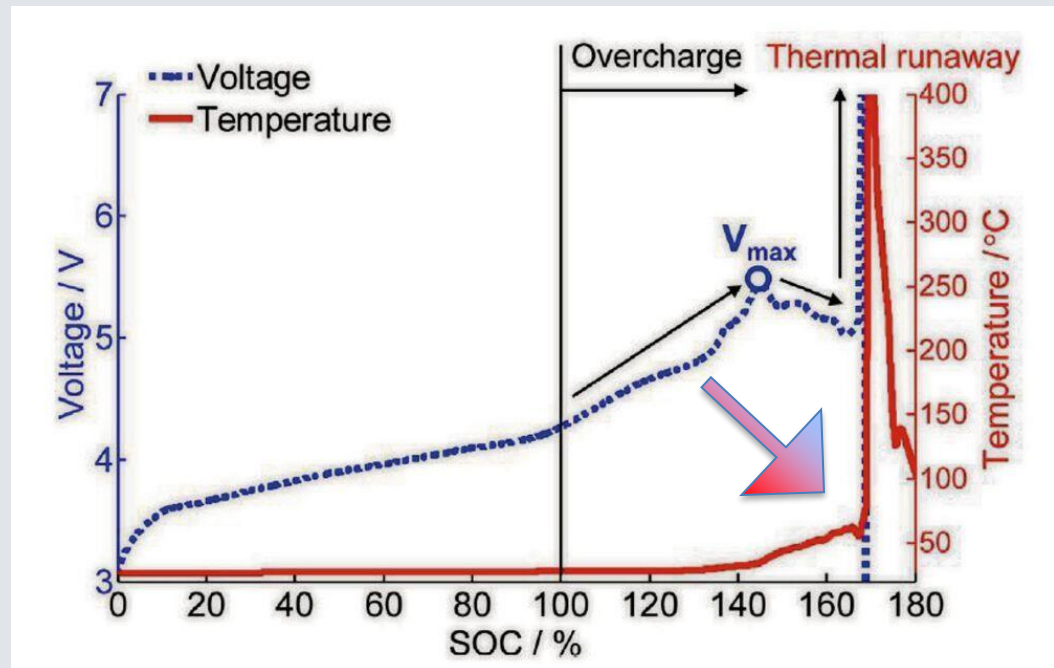
Dabei kann es zu Überhitzungen und Kurzschlüssen innerhalb der Batteriezellen kommen, bei denen sich schnell eine so große Hitze entwickelt, die sich auf die Nachbarzellen auswirkt (Kettenreaktion, „thermisches Durchgehen“).

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 (CO<sub>2</sub>),
- auch Verbindungen wie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>)
- sowie diverse Kohlenwasserstoffe auf.

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

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 oder Rettungsdienst 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 900 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

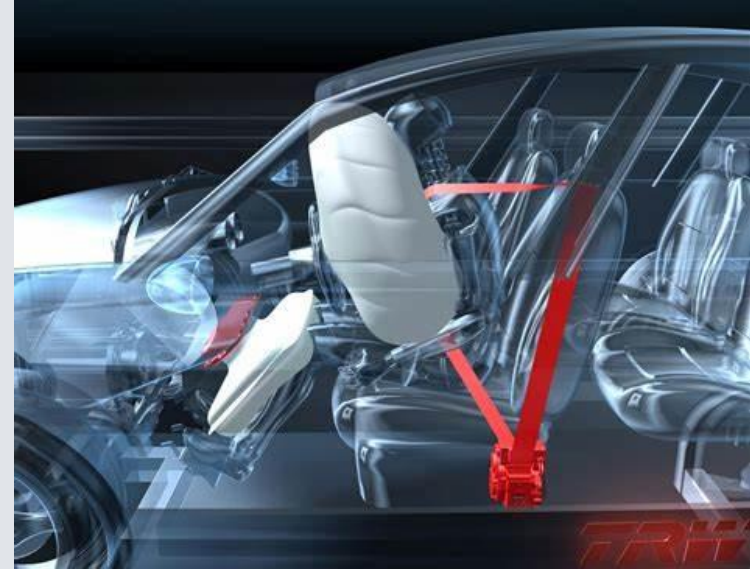
## Stromschläge und deren Auswirkung auf den menschlichen Körper

	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	<b>Todesschwelle.</b> Tödliche Wirkung: Herzkammerflimmern, Herzstillstand je nach Expositionszeit ab 100 mA möglich.  <b>Krampfschwelle.</b> 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	<b>Todesschwelle.</b> 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](http://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.

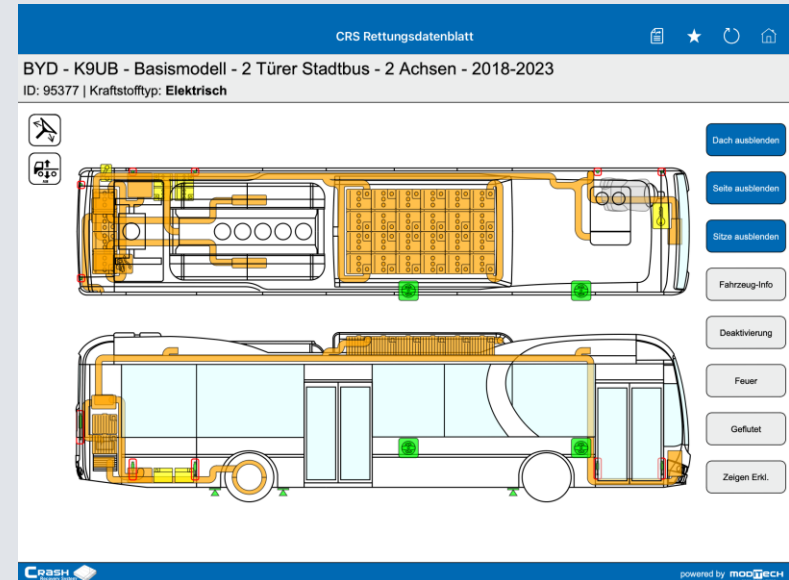
Beim Einsatz von hydraulischen Geräten am und im Fahrzeug ist dieses unbedingt zu beachten.



# Gefahren von Hochvoltbatterien

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

Siehe dazu auch die Rettungsdatenblätter des jeweiligen Fahrzeugtyps.



Quelle: [www.moditech.com](http://www.moditech.com)

# Gefahren von Hochvoltbatterien



Als Beispiel die Deaktivierung mit einem Sicherheitsknopf bei einem MAN-Bus neben dem festen Ladeanschluss.

# Gefahren von Hochvoltbatterien



Oder als Sicherheitsschalter bei einem Renault-Truck, ebenfalls neben dem festen Ladeanschluss.



# Gefahren von Hochvoltbatterien

Oder als Sicherheitsschalter  
bei einem Mercedes-Truck im  
Führerhaus an der  
Mittelkonsole



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

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



# Gefahren von Hochvoltbatterien

Der Elektrolyt in den Lithium-Ionen-Zellen ist reizend, ätzend und brennbar. Er 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 Hochvolt-batterie oder der strom-führenden Leistungen.



Quelle: [www.thw.de](http://www.thw.de)

# 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.



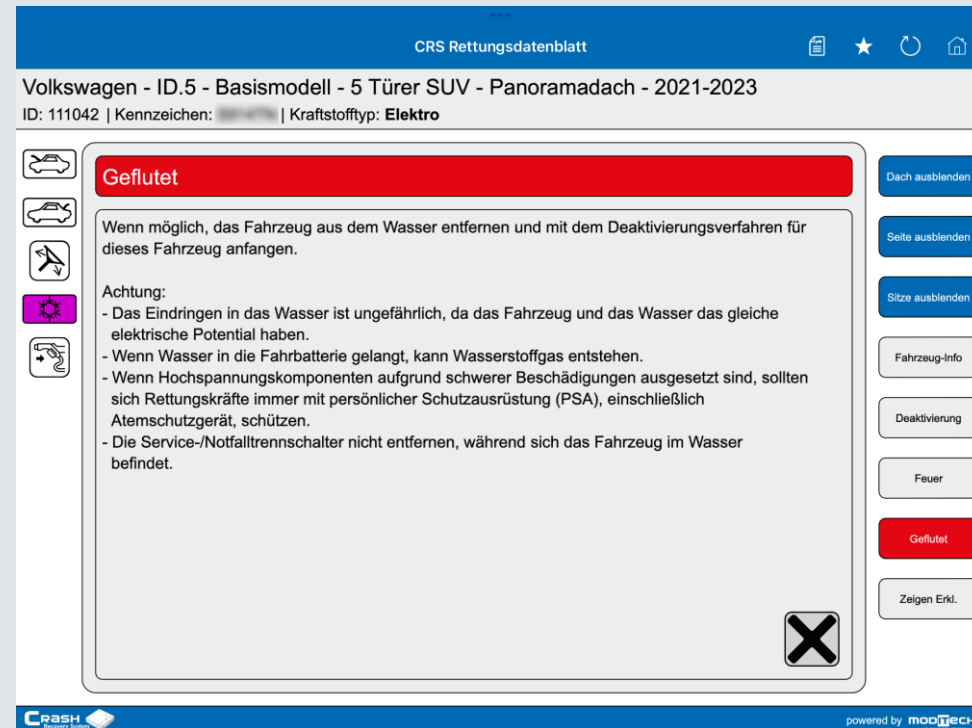
Quelle: [www.debeste.de](http://www.debeste.de)

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 Elektrofahrzeug 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.

powered by moditech

Quelle: [www.moditech.com](http://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:7aktuell.de/Simon Adomat

# 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:

<b>A</b>	<b>auslaufende Betriebsstoffe</b>
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, usw.),
- Hersteller-spezifische Designelemente,
- nicht vorhandene Abgasanlage,
- Leitungen, Steckverbindungen im Motorraum oder Unterboden sind in orange ausgeführt oder orange gekennzeichnet.

# AUTO-Regel

Vor allem bei E-LKW und E-Bussen ist die Erkennung von alternativen Antrieben besonders herausfordernd.



Quelle: [www.mercedes-benz.de](http://www.mercedes-benz.de)

# 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: [www.feuerwehrmagazin.de](http://www.feuerwehrmagazin.de)

# Sichern gegen Wegrollen

Elektro-Fahrzeuge können jederzeit betriebsbereit sein, da 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 bestätigen.

# Sichern gegen Wegrollen

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

# Abstützen des Fahrzeuges

Die schweren HV-Batterien können den Schwerpunkt der Fahrzeuge erheblich verändern.

Dieses ist bei den Sicherungs- und Abstützmaßnahmen besonders zu beachten



Quelle: Jochim Striebel/[www.swp.de](http://www.swp.de)

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



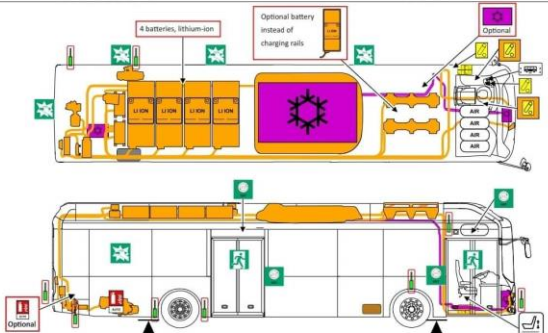

Quelle: [www.moditech.com](http://www.moditech.com)























# Rettungsdatenblätter

Auf dem Datenblatt sind alle relevanten Informationen und Gefahren für die Einsatzkräfte dargestellt. Es gibt auch Aufschluss über die Antriebsart und die Position der HV-Komponenten.

**VOLVO** Volvo Buses, 7900 Electric  
Body type: Low floor 12m, 2-doors  
Production start: 2018



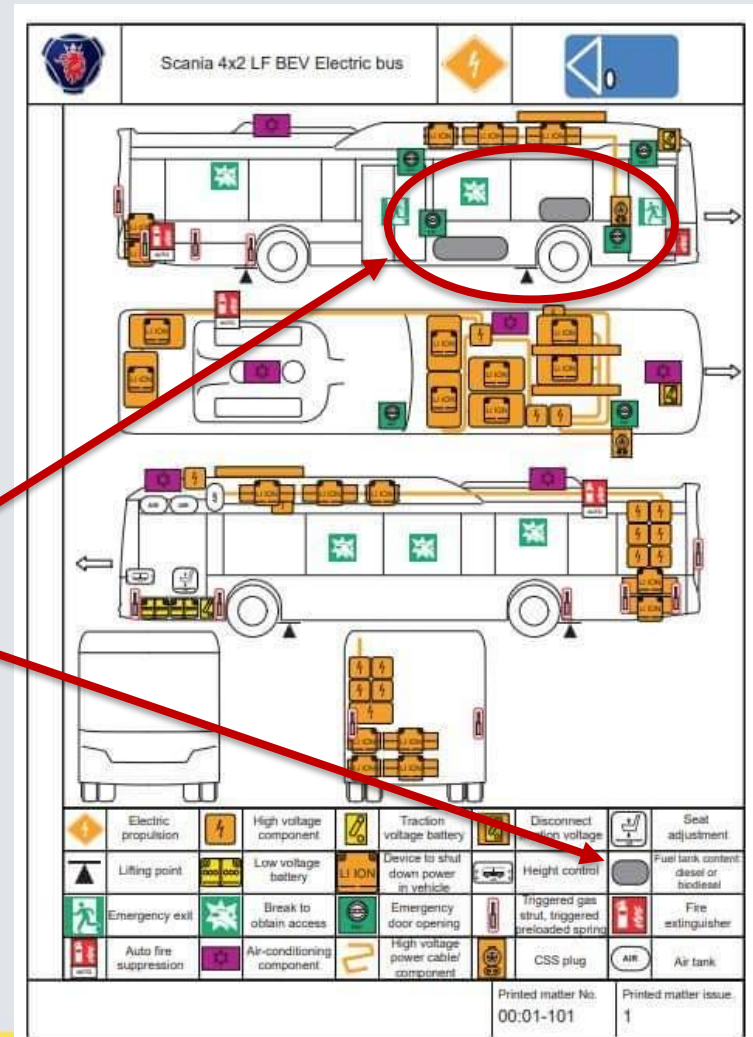
						
Electric propulsion	Traction voltage battery (600 V), lithium-ion	Traction voltage component	Traction voltage power cable	Disconnect traction voltage	Device to shut down power in vehicle	Triggered gas strut, triggered preloaded spring
						
Low voltage battery	Break to obtain access	Emergency door opener	Emergency exit	Height control	Seat adjustment	Lifting point
						
Tank content: oil	Fuel tank content: diesel or biodiesel	Auto fire suppression	Air-conditioning component	Air-conditioning line	Air tank	
Identification number		Version number		Page number		
001120210		2/2022		1		

1/5

# Standheizungen

Es ist durchaus auch möglich, das für Standheizungen auch noch ein „herkömmlicher“ Dieseltank mit einem Fassungsvermögen bis zu 100 Liter vorhanden ist.

Dieses ist bei der Erkundung besonders zu beachten.



# Deaktivierung der Hochvoltanlage

# Deaktivierung Hochvoltanlage

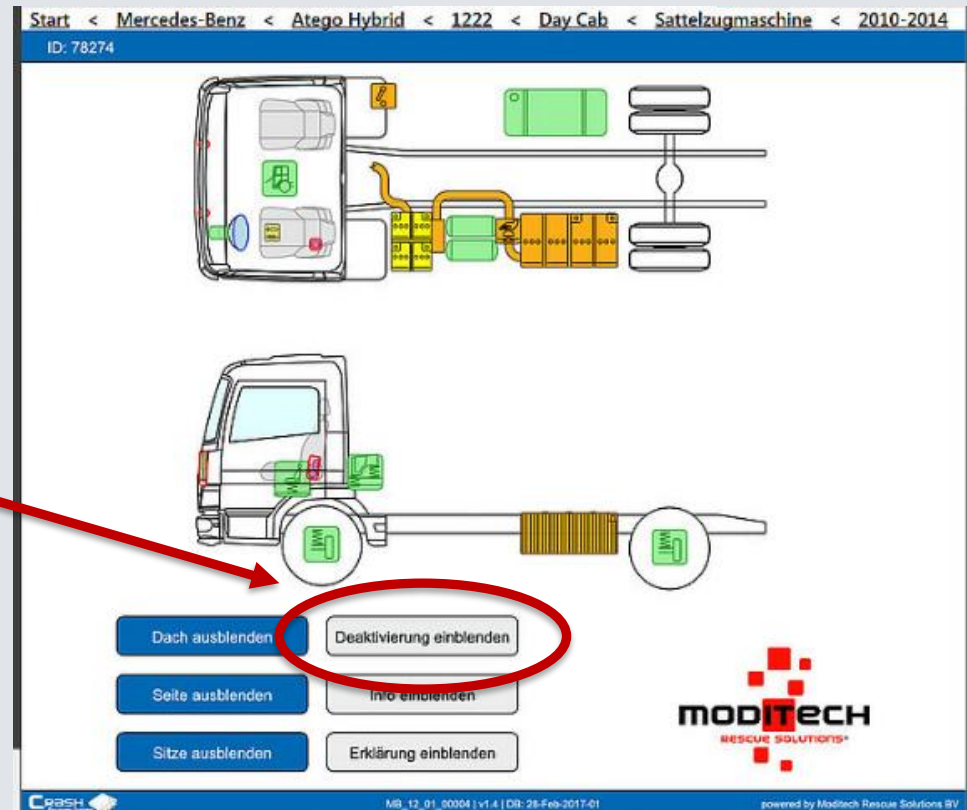


Um ein Arbeiten am Fahrzeug zu ermöglichen, **muss** die HV-Anlage deaktiviert werden (sofern noch möglich).

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.

Hinweise zur  
Deaktivierung von  
Hochvolt-Anlagen,  
z.B bei einem E-LKW.



Quelle: [www.moditech.com](http://www.moditech.com)

Hinweise zur  
Deaktivierung von  
Hochvolt-Anlagen,  
z.B. bei einem E-Bus.



Quelle: [www.moditech.com](http://www.moditech.com)

# 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: [www.eletrive.net](http://www.eletrive.net)

Es fließt dabei dauernd Strom von der Ladestelle zum Fahrzeug. 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 Ladestelle entfernt werden muss.

# Deaktivierung an der Ladestation

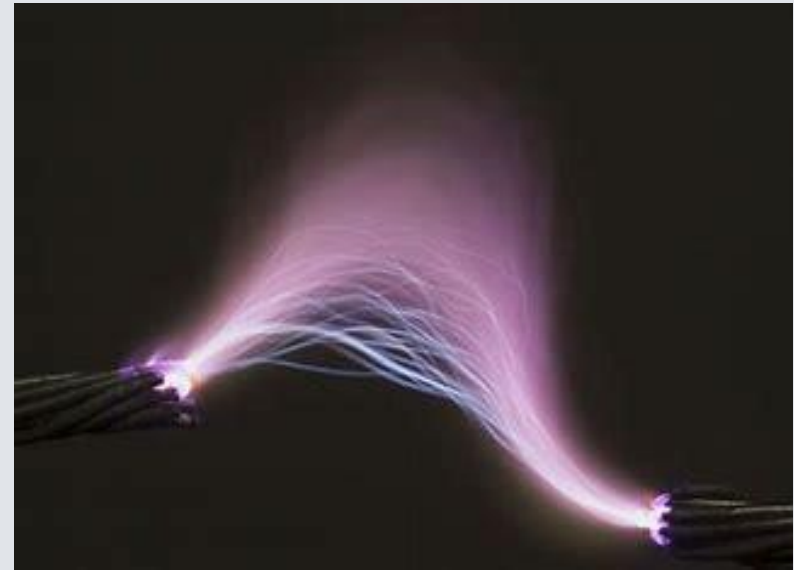
Dabei ist es möglich, dass im Vergleich zu den Ladestellen für Kleinfahrzeuge bei den Ladestellen für E-LKW und E-Busse erheblich größere Ladungsleistungen vorhanden sind (**bis zu 600 kW**).



Quelle: [www.daimler.de](http://www.daimler.de)

# 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.



# Deaktivierung an der Ladestation

Bei der Erkundung ist besonders zu beachten, dass bei beschädigten Ladeeinrichtungen auch die Gefahr von Stromschlägen für die Einsatzkräfte existieren kann.



Quelle: [www.asm-schulung.de](http://www.asm-schulung.de)

# Deaktivierung an der Ladestation

Die meisten Ladeeinrichtungen können nur durch den Betreiber ausgeschaltet werden. Die entsprechende Hotline und Telefonnummer befindet sich an der Ladeeinrichtung (sofern noch möglich und erkennbar).



Quelle: [www.adac.de](http://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](http://www.asm-schulung.de)

# Deaktivierung an der Ladestation

Für die Einsatzkräfte ist es kaum möglich, die Technik der Ladeeinrichtung ausreichend zu beurteilen, da es keine strukturierten Übersichten darüber gibt.



Quelle: [www.mercedes-benz.de](http://www.mercedes-benz.de)

Einzig die Betreiber und die zuständigen Bauämter führen im Rahmen der baulichen Zulassung eine regionale Übersicht.

# Deaktivierung an der Ladestation

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



Quelle: [www.eurotransport.de](http://www.eurotransport.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.bayerische-staatszeitung.de](http://www.bayerische-staatszeitung.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.

Dabei ist aber zu erkunden, wo sich die Hochvolt-Batterien im Fahrzeug befinden, um die Gefahr einer Entzündung oder Reaktion zu beurteilen.

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



Quelle: stuttgarter-zeitung.de

# Brände von Elektro-Fahrzeugen

Hinzu kommen noch als Brandlast die unterschiedlichen Beladungen der LKW.

Diese Bedingungen haben wesentlichen Einfluss auf die benötigte Löschwassermenge am Einsatzort.



Quelle: paletten-logistik-westfalen.de

# 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.



Quelle: feuerwehrmagazin.de

# Brände von Elektro-Fahrzeugen

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



Quelle: Feuerwehr Sonsbeck

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	
<b>Welche Gefahren müssen bekämpft werden?</b>										
Menschen	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
Tiere	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
Umwelt	relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	nicht relevant	relevant	nicht relevant	relevant	nicht relevant
Sachwerte	nicht relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
<b>Vor welchen Gefahren müssen sich Einsatzkräfte schützen?</b>										
Mannschaft	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant	relevant
Gerät	nicht relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	nicht relevant	relevant	relevant	relevant	relevant

Gefahrenmatrix    relevant    nicht relevant

Quelle: [www.kl-format.de](http://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 möglich und kann den Löscherfolg des Fahrzeugbrandes erhöhen (dabei mögliche Umweltgefahren durch das Löschwasser beachten).

Für das Löschen von HV-Anlagen ist Netz- oder Schaummittel nicht zwingend notwendig.

# 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

Vorsicht bei der Brandbekämpfung von E-Bussen. Auf dem Fahrzeugdach verbaute Komponenten der HV-Anlage können durch die Schwächung der Struktur nach unten brechen bzw. fallen.



Quelle: Gerhard Berger/[www.rp-online.de](http://www.rp-online.de)

# 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: [www.bullard.com](http://www.bullard.com)

# Brände von Elektro-Fahrzeugen



Quelle: J.Nero, KfV Segeberg

Die Wärmebildkamera zeigt dabei aber nur die Temperatur des Gehäuses der Batterie an. Innerhalb der Batterie bleibt die Brandgefahr sehr lange erhalten.

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.

Auf Grund der höheren Gewichte der Fahrzeuge sind speziell ausgerüstete Entsorger notwendig.

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 ist zu empfehlen die Übergabe in einem Protokoll festzuhalten und die Leitstelle zu informieren.

# Entsorgung und Abschleppen

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



Quelle: VN24.nrw

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

Die aus dem Bereich der E-Autos bekannten Löschmethoden finden bei E-LKW und E-Bussen kaum Anwendung.

Durch die unterschiedlichen Lagen und Größen der Hochvolt-Anlagen ist es für die Einsatzkräfte schwierig an die Hochvolt-Batterien zu gelangen. Daher liegt neben dem Fokus der Brandbekämpfung auch der Schwerpunkt auf die ausreichende und ggfs. länger andauernde Kühlung der Batterien.

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

Internet: [www.lfv-sh.de](http://www.lfv-sh.de)

Mail: [einsatz@lfv-sh.de](mailto:einsatz@lfv-sh.de)

Vielen Dank