



# Leitfaden für Rettungskräfte Pkw

Mercedes-Benz



# Inhaltsverzeichnis

## Einleitung

Vorwort	4
Fahrzeugidentifizierung mit QR-Code	5
Weiterführende Informationen	6
Pyrotechnische Systeme	7

## Verbrennungsmotoren

11

### Übersicht

Karosserie	12
48-Volt-Bordnetz	13

### Rettung bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor

Motor abschalten	15
Ein- und Ausstiegshilfe beachten	16
Überrollbügel beachten	18

## Rettung bei Fahrzeugen mit Erdgasantrieb

Übersicht	19
Fahrzeugidentifikation	20
Automatische Abschaltung	22
Fahrzeugbrand	23

## Hochvolt-Systeme

24

### Hochvolt-Systeme in Fahrzeugen mit elektrischen Antrieben

Übersicht	25
Unterscheidung nach Unfallart	26
Vorgehensweise bei Unfällen mit Elektro-Hybridfahrzeugen	27
Sicherheitsmaßnahmen	28

## Rettung bei Fahrzeugen mit Hybrid- und Elektroantrieben

Übersicht	29
Fahrzeugidentifikation	31
System-Komponenten: Hochvolt-Batterie	34
System-Komponenten: Hochvolt-Antrieb	38
Weitere Hochvolt-Komponenten	39
Brandbekämpfung bei Hochvolt-Batterien	45
Fahrzeugbrand mit Hochvolt-System	48

## Rettung bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellensystem

Übersicht	52
Fahrzeugidentifikation	53
System-Komponenten	55
Abschaltung des Hochvolt-Systems	56
Abschaltung des Wasserstoff-Systems	57
Fahrzeugbrand mit Brennstoffzellensystem	58

## Anhang 60

Impressum	61
-----------	----

# Vorwort

## **Sehr geehrte Leserinnen und Leser,**

ein möglichst hohes Maß an Sicherheit zu gewährleisten, ist traditionsgemäß eines der obersten Ziele im Hause Daimler. Unsere Fahrzeuge sind daher immer auf dem neuesten Stand der Technik. Dies gilt im Besonderen auch für die Fahrzeugsicherheit.

Zu einem möglichst umfassenden Sicherheitskonzept gehört auch die gezielte Bereitstellung von Informationen zu unseren Fahrzeugen und deren Sicherheitssystemen für die Rettungskräfte. Rettungskräfte müssen sich möglichst schnell Zugang zu den Verletzten verschaffen, ohne sie oder sich selbst einer vermeidbaren zusätzlichen Gefahr auszusetzen. Neben einer fundierten Ausbildung sind hierfür Kenntnisse über fahrzeugspezifische Zugangsmöglichkeiten sowie die Funktions- und Wirkungsweise der Sicherheitssysteme unerlässlich. Mercedes-Benz stellt diese Informationen mit dem „Leitfaden für Rettungskräfte“ bereits seit März 1994 zur Verfügung. Seit dieser Zeit wird der Leitfaden regelmäßig überarbeitet und aktualisiert. Im Leitfaden sind Standardmethoden zur Befreiung von Verunfallten aus dem Fahrzeug beschrieben.

Wir möchten jedoch ausdrücklich darauf hinweisen, dass dieser Leitfaden keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und auf keinen Fall einen Ersatz für eine fundierte Ausbildung und die einschlägige Fachliteratur darstellen kann und will. Mit dieser Ausgabe erscheint der Leitfaden in neuem Erscheinungsbild und mit neuer inhaltlicher Struktur. Die ständige Weiterentwicklung unserer Fahrzeuge, insbesondere im Bereich Fahrzeugsicherheit, sowie die Erweiterung unserer Produktpalette haben eine inhaltliche und formelle Überarbeitung erforderlich gemacht.

Daimler AG  
Retail Operation (GSP/OR)

## **Hinweis**

---

Übersichten der Fahrzeugmodelle mit Anordnung der Sicherheitsrückhaltesysteme, Gasgeneratoren, Batterien, Kraftstoffbehälter etc. sind den jeweiligen Rettungskarten zu entnehmen. Weitere Informationen finden Sie unter <http://rk.mb-qr.com>.

---

# Fahrzeugidentifizierung mit QR-Code

Der QR-Code bietet Rettungskräften mit internetfähigen, mobilen Endgeräten einen schnellen und direkten Zugriff auf die digitalen Rettungsdatenblätter (Rettungskarten) aller Mercedes-Benz Pkw und smart Fahrzeuge. Hierfür ist lediglich eine kostenlose, frei herunterladbare App zum Scannen von QR-Codes erforderlich. Durch Scannen des QR-Codes wird die aktuelle Rettungskarte des jeweiligen Fahrzeugs analog der im mobilen Endgerät eingestellten Sprache angezeigt.

Die QR-Code-Aufkleber (Rettungs-Sticker) werden seit 2014 serienmäßig in allen Mercedes-Benz Pkw und smart Neufahrzeugen angebracht. Kunden, deren Fahrzeuge noch keinen Rettungs-Sticker haben, können diesen seit 2014 in

jedem Mercedes-Benz Servicebetrieb nachrüsten lassen. Die Rettungs-Sticker sind erhältlich für Fahrzeuge ab Baujahr 1990. Die QR-Code-Aufkleber werden am Tankdeckel und an der B-Säule auf der gegenüberliegenden Fahrzeugseite angebracht. Durch die automatische Entriegelung der Türen bei erkannten schweren Unfällen kann der QR-Code somit schnell aufgefunden und mit einem Smartphone oder Tablet-PC gelesen werden.



# Weiterführende Informationen

## Rettungskarten online

Ergänzend zum vorliegenden Leitfaden gibt es unter <http://rk.mb-qr.com> ausführliche Informationen für Rettungsdienste und Einsatzkräfte.

Über die Webseite können z. B. Rettungskarten aller Mercedes-Benz Pkw abgerufen werden.

## Hinweis

---

Ihr Link zu den Digitalen Rettungshelfern von Mercedes-Benz: <http://rk.mb-qr.com>.

---

## App „Rescue Assist“

Einen weiteren Zugang bietet die App „Rescue Assist“ der Daimler AG. Momentan ist diese für Smartphone und Tablet mit Android- oder Apple-Betriebssystem verfügbar. Die App bietet neben einem QR-Code-Scanner für die Rettungs-Sticker (vgl. S. 5) auch die Möglichkeit, ein zum jeweiligen Fahrzeug passendes Rettungsdatenblatt zu finden und herunterzuladen.



# Pyrotechnische Systeme

## Airbags und Gurtstraffer

Bei Bränden im Fahrzeuginnenraum kann es zur Aktivierung nicht ausgelöster Gasgeneratoren kommen. Diese sind Bestandteil folgender Airbag- bzw. Gurtstraffer-Einheiten:

- Frontairbags
- Seitenairbags
- Knieairbags
- Head-/Thorax-Sidebags
- Windowbags bzw. Headbags (Carbios/Roadster)
- Pyrotechnische Gurtstraffer

## Hinweis

---

Bei der Auslösung eines Airbags bzw. eines Gurtstraffers erfolgt eine kontrollierte Verbrennung und keine Explosion der entsprechenden Bauteile.

---

## Motorhaubenaufsteller für den Fußgängerschutz

Der pyrotechnische Motorhaubenaufsteller für den Fußgängerschutz ist ein Rückhaltesystem für Fußgänger mit Pyrotechnik, das bei Brand ausgelöst werden kann.



Ein Gasgenerator zündet bauartbedingt, sobald eine Temperatur von 160–180°C im Gasgenerator erreicht ist. Durch die Verbrennung von Zündpille und Festtreibstoff entsteht eine definierte Gasmenge, die unter einem bestimmten Druck in den Airbag bzw. Gurtstraffer geleitet wird.

### **Sitzkissenairbag**

Durch diesen Airbag wird die Submarining-Gefahr im Executive Liege-/Ruhesitz reduziert und über ein Crash-Signal bei Liegeposition der Sitzlehne aktiviert.

### **Windowbag**

Die Druckgasgeneratoren der Windowbags sind nicht mit Festtreibstoff, sondern hauptsächlich mit komprimiertem Gas gefüllt. Bei Auslösung eines Windowbags wird der Verschluss des Gasgenerators durch die Zündpille geöffnet.

### **Hinweis**

---

Vor dem Schneiden entsprechender Karosserieteile sind die Innenverkleidung von A-, B- und C-Säulen sowie der Dachverkleidung zu entfernen, um den genauen Einbauort des Gasgenerators feststellen zu können.

---

### **Hinweis**

---

Die Druckgasgeneratoren der Windowbags dürfen nicht durchtrennt werden, da sonst das komprimierte Gas explosionsartig entweichen kann.

---

### Insassenrückhaltesysteme

Alle Fahrzeuge von Mercedes-Benz und smart sind mit Insassenschutzsystemen ausgestattet. Je nach Modell und Ausstattung gehören dazu:

- Airbags
- Sicherheitsgurte mit Gurtstraffer und Gurtkraftbegrenzer
- Rückhaltesysteme für Kinder

Die ungefähre Position eines Airbags im Fahrzeug ist baureihenabhängig an der „SRS AIRBAG“- bzw. „Airbag-Plakette“ am Einbauort bzw. in seiner unmittelbaren Nähe erkennbar. Folgende Airbags können je nach Modell und Ausstattung im Fahrzeug vorhanden sein:

- Fahrerairbag im Lenkradgehäuse
- Beifahrerairbag oberhalb oder an Stelle des Handschuhfaches
- Sidebags (Seitenairbags) in den Außenseiten der Vordersitzlehnen und bei einigen alten Baureihen in der Türmittelverkleidung
- Sidebags hinten in den Türen, in den Seitenverkleidungen oder im Radlauf
- Head-/Thorax-Sidebags in den Türen oder den Außenseiten der Vordersitzlehnen
- Windowbags im Dachrahmen zwischen A- und C- bzw. D-Säule
- Windowbags bei Cabrios/Roadstern von der Türverkleidung der vorderen Türen aus nach oben entfaltend

- Knieairbag in der Instrumententafel auf Höhe der Knie von Fahrer und Beifahrer
- Sitzkissenairbag mittig unter der Sitzfläche des Fondinsassens
- Beltbag – aufblasbarer Sicherheitsgurt auf den äußeren Rücksitzen einiger Baureihen



Übersicht Airbags am Beispiel S-Klasse (Typ 222).

- |   |                 |   |                        |
|---|-----------------|---|------------------------|
| 1 | Fahrerairbag    | 4 | Gasgenerator Windowbag |
| 2 | Beifahrerairbag | 5 | Seitenairbag           |
| 3 | Windowbag       | 6 | Knieairbag             |

### **Achtung**

---

Beim Abklemmen der Batterien oder beim Durchtrennen von elektrischen Leitungen immer zuerst die Masseleitungen abklemmen bzw. durchschneiden, sonst besteht Kurzschlussgefahr.

Falls dies nicht möglich ist, müssen beim Abklemmen oder Durchtrennen der Leitungen elektrisch isolierte Werkzeuge verwendet werden.

---

### **Hinweis**

---

Bei Fahrzeugen mit Zwei-Batterien-Bordnetz\* müssen beide Batterien abgeklemmt werden. Wird nur eine Batterie abgeklemmt, versorgt die andere Batterie das Airbagsystem, sodass dieses weiterhin aktiv bleibt.

\*siehe Rettungskarten

---

### **Achtung**

---

Im Entfaltungsbereich nicht oder nicht vollständig ausgelöster Airbags besteht Verletzungsgefahr.

Falls während der Rettungsarbeiten bei nicht abgeklemmter Batterie Teile des Fahrzeugs stark verschoben oder elektrische Leitungen durchtrennt werden, ist die Auslösung eines Airbags (Frontairbag, Side- oder Windowbag) nicht auszuschließen. Dabei können sowohl der Airbag als auch lose Gegenstände und Glassplitter, die gegen den Verunfallten oder die Helfer geschleudert werden, Verletzungen verursachen.

Fahrzeuginsassen vor den Arbeiten vorzugsweise mit Klarsichtfolie abdecken! Schutzkleidung/ Schutzbrille tragen.

Alle Batterien abklemmen. Falls dies nicht oder nicht vollständig möglich ist, Aufenthalt im Bereich nicht oder nicht vollständig ausgelöster Airbags vermeiden.

Keine Schneidarbeiten im Bereich nicht oder nicht vollständig ausgelöster Airbags durchführen. Erhitzung im Bereich nicht oder nicht vollständig ausgelöster Airbags vermeiden.

Keine Gegenstände im Bereich nicht oder nicht vollständig ausgelöster Airbags ablegen.

---

# Verbrennungsmotoren

## Übersicht

# Karosserie

## Rohbaukarosserie Mercedes-Benz

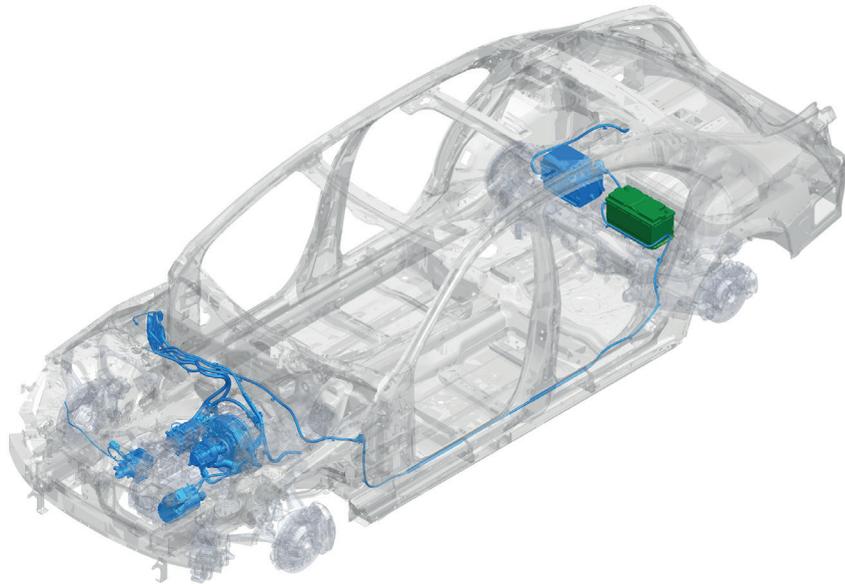
Art und prozentualer Anteil der jeweiligen Werkstoffe sind bei den einzelnen Baureihen unterschiedlich. Strukturverstärkungen in den A- und B-Säulen sind vor allem bei Coupés, Cabrios und Roadstern verbaut, da bei diesen Fahrzeugarten besonders hohe Stabilitätsanforderungen in diesen Bereichen bestehen.



Werkstoffübersicht am Beispiel E-Klasse Limousine (W213).

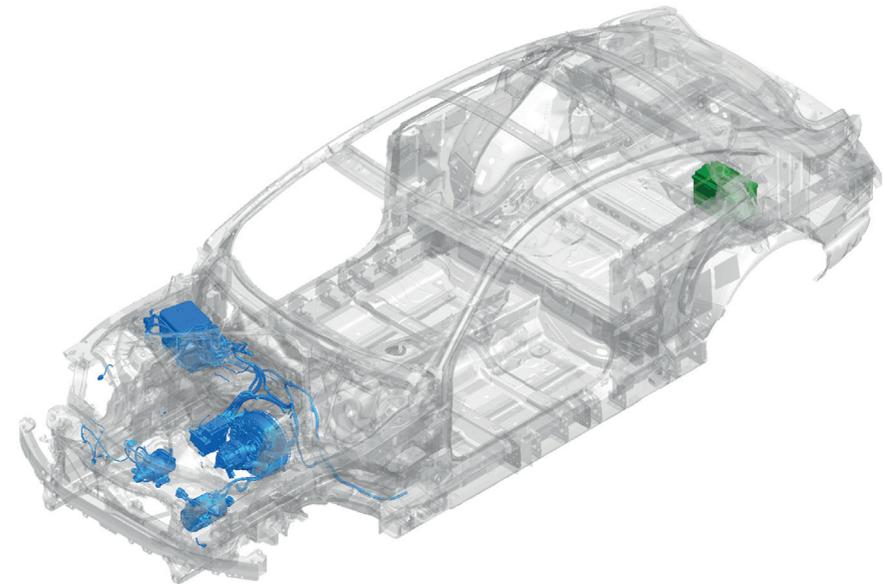
- A** Aluminium
- B** Hochfeste Stahlsorten
- C** Höchstfeste, warm umgeformte Stahlsorten

# 48-Volt-Bordnetz



## Hinweis

Das 48-Volt-Bordnetz wird in Abhängigkeit der Motorisierung in den Baureihen 222 ab Modellpflege und 238 ab Änderungsjahr 17/2 verbaut.



## Hinweis

Der im 48-Volt-Bordnetz verwendete Spannungsbereich liegt stets unter der Berührungsspannungsgrenze von 60-Volt-Gleichspannung. Innerhalb von 48-Volt-Komponenten können höhere Spannungen auftreten, welche durch entsprechende Gefahrensymbole gekennzeichnet und berührungsgeschützt ausgeführt sind.

### Mögliche Gefahren

Bei internem Kurzschluss der Lithium-Ionen-Zellen kann die gespeicherte chemische Energie unkontrolliert in Form von thermischer Energie abgegeben werden. Es besteht Brandgefahr. Auslaufender Batterieelektrolyt kann bei Berührung und Einatmen starke Verätzungen hervorrufen.

### Spannungsfreischaltung 12-Volt

Das 12-Volt-Bordnetz wird spannungsfrei geschaltet, indem die 12-Volt-Batterie vom Bordnetz getrennt wird (z. B. durch Trennen der Masseleitung von der 12-Volt-Batterie) und der Signalstecker abgezogen bzw. die Leitung durchtrennt wird.

### Spannungsfreischaltung 48-Volt

Das 48-Volt-Bordnetz wird spannungsfrei geschaltet, indem das 12-Volt-Bordnetz mindestens 10 Sekunden außer Betrieb genommen wird.

### Abschaltung

Das 48-Volt-Bordnetz wird deaktiviert, sobald das Airbag-SG einen Crash erkannt und über den CAN-Bus mitgeteilt hat. Nach schweren Unfällen wird die Spannungsversorgung (Klemme 30c) durch eine Pyrosicherung unterbrochen.



---

#### Hinweis

Anhand der Rettungskarte ist zu prüfen, ob eine 48-Volt-Batterie verbaut ist.

---

Rettung bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor

# Motor abschalten

## Motor abschalten bei Fahrzeugen mit START/STOP-Starte

KEYLESS-GO ist ein schlüsselloses Zugangs- und Fahrberechtigungssystem. Es sind Unfallsituationen denkbar, bei denen der Motor nach einem Unfall weiterläuft. Wenn bei Fahrzeugen mit START/STOP-Starte der Fahrzeugschlüssel nicht im Zündschloss steckt, kann der Motor folgendermaßen abgeschaltet werden:

- Wählhebel in Stellung „P“ oder „N“ bringen.
- START/STOP-Starte einmal drücken.

### Hinweis

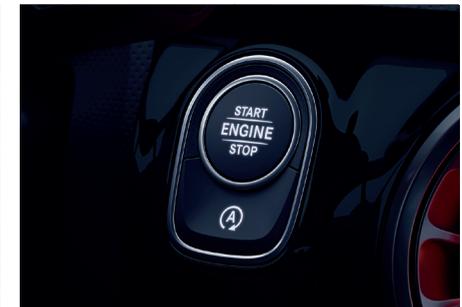
Die START/STOP-Starte befindet sich je nach Modell oben am Wählhebel oder am Zündschloss anstelle des Zündschlüssels.

### Hinweis

Bei KEYLESS-GO Systemen sollte der „Schlüssel“ mindestens 5 m vom Fahrzeug aufbewahrt werden, um ein versehentliches Starten des Motors zu vermeiden.



Zündschlüssel



START/STOP-Starte

## Motor abschalten bei Fahrzeugen mit Zündschlüssel

Motor durch Drehen des Zündschlüssels gegen den Uhrzeigersinn in Stellung „0“ abschalten und Zündschlüssel abziehen.

### Hinweis

Bei Fahrzeugen mit Automatikgetriebe kann der Zündschlüssel erst abgezogen werden, wenn sich der Wählhebel in Stellung „P“ befindet.

# Ein- und Ausstiegshilfe beachten

Für Mercedes-Benz Fahrzeuge wird als Sonderausstattung eine elektronische Ein- und Ausstiegshilfe angeboten. Im Maybach gehört die elektronische Ein- und Ausstiegshilfe zur Serienausstattung. Beim Öffnen der Fahrertür (Zündung aus) oder beim Abziehen des elektronischen Schlüssels wird die Lenksäule bis zum oberen Anschlag angehoben. Gleichzeitig kann der Fahrersitz nach hinten gefahren werden. Beim Schließen der Fahrertür werden Lenksäule und Fahrersitz automatisch in die zuletzt eingestellte Position zurückgestellt. Der Drehschalter für die Ein- und Ausstiegshilfe befindet sich am Einstellhebel für die elektronische Lenksäulenverstellung unterhalb des Kombischalters (Licht und Scheibenwischer) am Lenkrad. Bei Mercedes-Benz Fahrzeugen der neuesten Generation wird die Ein- und Ausstiegshilfe im Untermenü „KOMFORT“ des Bediensystems über die Tasten am Multifunktionslenkrad ein- bzw. abgeschaltet.

## Hinweis

Bei abgeklemmter Batterie ist ein Nutzen der Ein- und Ausstiegshilfe nicht mehr möglich.



1 Drehschalter



2 Tasten Multifunktionslenkrad

## Hinweis

Bei eingeschalteter Ein- und Ausstiegshilfe wird beim Öffnen der Fahrertür nach Ausschalten der Zündung oder beim Abziehen des elektronischen Schlüssels die Lenksäule nach oben bewegt und der Fahrersitz nach hinten gefahren. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass niemand durch die sich bewegenden Teile eingeklemmt wird. Falls möglich, alle Batterien abklemmen. Bei Aktivierung der Ein- und Ausstiegshilfe Verstellvorgang sofort abbrechen.



1 Schalter Lenksäulenverstellung



2 Schalter Lenksäulenverstellung



3 Schaltergruppe Sitzverstellung

4 Tasten Memory-Funktion

### Ein- und Ausstiegshilfe deaktivieren

Bei Gefahr des Einklemmens muss der Verstellvorgang sofort abgebrochen werden. Dies geschieht entweder

- 1 durch Betätigen des Schalters Lenksäulenverstellung am Lenkrad oder
- 2 durch Drücken des Schalters Lenksäulenverstellung im Bedienfeld an der Fahrertür oder
- 3 durch Betätigen des Schalters für die Sitzeinstellung im Bedienfeld an der Fahrertür oder
- 4 durch Drücken auf eine Positionstaste der Memory-Funktion. Der Sitz und die Lenksäule stoppen sofort.

# Überrollbügel beachten

In Fällen, in denen eine Rettung oder Versorgung von Verletzten im Bewegungsbereich eines nicht aufgestellten Überrollbügels durchgeführt werden muss (z. B. bei eingeklemmten Personen), sind vor Beginn der Rettungsmaßnahmen folgende Punkte zu beachten:

- Zündung ausschalten
- Beide Batterieleitungen (Plus- und Minuskabel) abklemmen oder durchschneiden (bei Fahrzeugen mit zwei Batterien an beiden Batterien)
- Keine Werkzeuge, Rettungsgeräte oder andere Gegenstände auf einem nicht ausgefahrenen Überrollbügel ablegen.

## Achtung

---

Im Aufstellbereich eines nicht ausgelösten Überrollbügels besteht Verletzungsgefahr.

Falls während der Rettungsarbeiten bei nicht abgeklemmter Batterie Teile des Fahrzeugs stark verschoben oder elektrische Leitungen durchtrennt werden, ist eine Auslösung des Überrollbügels nicht auszuschließen. Dabei kann es zu Verletzungen kommen, wenn sich jemand im Aufstellbereich des Überrollbügels befindet.

Alle Batterien abklemmen. Falls dies nicht möglich ist, müssen die Fahrzeuginsassen vor dem Aufstellen des Überrollbügels geschützt werden.

Helfer sollten sich nicht unnötigerweise im Aufstellbereich eines nicht ausgelösten Überrollbügels aufhalten.

Keine Gegenstände im Bereich eines nicht ausgelösten Überrollbügels ablegen.

---

## Rettung bei Fahrzeugen mit Erdgasantrieb

# Übersicht

### Fahrzeuge mit Erdgasantrieb

In verschiedenen Mercedes-Benz Serienfahrzeugen werden Motoren mit Benzin- und Erdgasbetrieb eingesetzt. Der Antriebsmotor kann wahlweise mit Erdgas, auch als „Compressed Natural Gas“ (CNG oder c) bezeichnet, oder mit Ottokraftstoff betrieben werden. Modellabhängig kann die Wahl der Betriebsart manuell durch den Fahrer oder automatisch erfolgen. Die Auswahl erfolgt automatisch, wenn eine der beiden Kraftstoffarten verbraucht ist.

#### Hinweis

---

Die Einbaulagen der einsatzrelevanten Komponenten des Erdgasantriebs können den fahrzeugspezifischen Rettungskarten entnommen werden.

---

Zusätzlich zu dem konventionellen Kraftstoffbehälter sind Gasbehälter aus hochfestem Stahl bzw. aus Kunststoff-Verbundwerkstoff verbaut. Diese können sich in der Reserveradmulde sowie hinter den Fondsitzen im Kofferraum befinden.

Das Erdgas wird in diesen Druckbehältern unter einem Normaldruck von bis zu 200 bar gespeichert. Das Befüllen der Gasbehälter erfolgt über einen Füllanschluss, der sich neben dem Tankeinfüllstutzen für den Ottokraftstoff hinter der verlängerten Tankklappe befindet.

# Fahrzeugidentifikation

## Fahrzeuge mit Erdgasantrieb

Die Typbezeichnungen „Natural Gas Drive“, „c“ oder „NGT“ am Fahrzeugheck weisen auf ein Fahrzeug mit Erdgasantrieb hin. Verfügt das Fahrzeug über keine Typbezeichnung an der Karosserie, kann ein Blick hinter die Tankklappe oder an die B-Säule (QR-Code), in die Betriebsanleitung, auf Kennzeichnungen auf der Instrumententafel oder auf Füllstandsanzeigen im Kombiinstrument Auskunft über die Antriebsart geben.

### Hinweis

Die fahrzeugspezifischen Erkennungsmerkmale können den jeweiligen Rettungskarten entnommen werden.



Typbezeichnung am Beispiel der B-Klasse Natural Gas Drive.

Die folgenden Erkennungsmerkmale zeigen an, dass es sich bei dem an der Einsatzstelle angetroffenen Mercedes-Benz Fahrzeug um ein Fahrzeug mit einem Erdgas-Antriebssystem handelt:

- 1 Schriftzug CNG/NGT/NGD im Kombiinstrument und getrennte Reichweitenanzeige für Benzin- und Erdgasbetrieb
- 2 QR-Code für Einsatzkräfte
- 3 Füllstutzen für Erdgasbetankung neben dem konventionellen Tankfüllstutzen
- 4 „NGT“, „c“ oder „Natural Gas Drive“ Schriftzug am Kofferraumdeckel rechts
- 5 Gasflaschen im Unterbodenbereich und/oder in der Reserveradmulde



# Automatische Abschaltung

## Erdgassystem

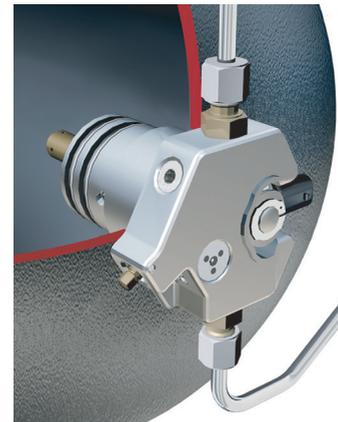
Das Erdgassystem arbeitet mit Drücken von bis zu 260 bar. Bei einem Unfall mit Auslösung eines Rückhaltesystems werden sofort alle Gasventile geschlossen und somit die Gaszufuhr zum Motor gestoppt. Das Erdgas selbst ist in seinen Eigenschaften wesentlich ungefährlicher als z. B. Benzin. So hat ein Erdgas-Luft-Gemisch nur einen sehr eingeschränkten Zündbereich, eine dreifach so hohe Zündtemperatur wie Benzin und ist leichter als Luft. Daher wird bei Einhaltung aller entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen kein höheres Sicherheitsrisiko gegenüber konventionellen Fahrzeugen erwartet.

Jeder Gasbehälter ist mit einer Sicherheitsarmatur ausgerüstet. Bei einem abgestellten Fahrzeug, im Benzinbetrieb und bei einem Unfall werden die Behälter durch das elektromagnetische Abschaltventil automatisch verriegelt. Die thermisch aktivierbaren Sicherheitsventile mit Schmelzsicherung (Wirkbereich  $110 \pm 10 \text{ °C}$ ), Berstscheiben sowie Durchflussmengenbegrenzer verhindern das Bersten der Gasbehälter. Bei Übertemperatur wird durch Auslösung der Schmelzsicherungen das Gas kontrolliert abgeblasen.

## Sicherheitsabschaltung der Gasbehälter

Erkennt das Airbag-Steuergerät eine Kollision des Fahrzeugs, wird die Sicherheitsabschaltung der Gasbehälter ausgelöst. Durch dieses Crash-Signal wird das Erdgas- sowie das Benzin-Einspritzsystem abgeschaltet.

Die Gasbehälter sind in stabilen Halterungen untergebracht. Jeder einzelne Gasbehälter wird mit einem Prüfdruck von 300 bar getestet und ist konstruktiv auf einen Berstdruck von mehr als 600 bar ausgelegt.



# Fahrzeugbrand

## Erdgas

Erdgas ist in seinen Eigenschaften in der Regel weniger kritisch als Benzin, so besitzt es z. B. nur einen sehr eingeschränkten Zündbereich (ca. 4-16,5 Vol.-%), eine dreifach so hohe Zündtemperatur (ca. 640 °C) und ist leichter als Luft (Dichteverhältnis Erdgas/Luft ca. 0,6).

Erdgas ist in der Regel farb- und geruchlos. Um eventuell austretendes Erdgas orten zu können, ist es mit einem Duftstoff versehen, der für den typischen Gasgeruch verantwortlich ist.

Bei austretendem Gas ist Folgendes zu beachten:

- Zündquellen vermeiden
- Motor abstellen
- Gaskonzentration messen
- Gas ausströmen lassen und ggf. für Querlüftung sorgen (Erdgas „verblasen“)

## Warnung

---

Durch unkontrolliert ausströmendes Erdgas besteht Explosionsgefahr!

---

## Erdgassystem

Die Thermosicherungen der Gasbehälter aktivieren sich bei einer Temperatur von ca. 110 °C ± 10 °C. Beachten Sie die Ausblasrichtungen der Gasbehälter bei Fahrzeugen, die auf der Seite oder auf dem Dach liegen, da es bei Auslösung der Thermosicherungen zu kontrollierten Stichflammen kommen kann. Mit der konventionellen Brandbekämpfung sollte erst nach Entweichen des Erdgases begonnen werden. Wenn möglich, sollte die Entweichung des Erdgases durch Querlüftung begünstigt werden.

Das Abblasen des Gases kann kurzzeitig zu großen Stichflammen führen. Dies kann mehrmals hintereinander auftreten. Achten Sie auf laute „Zisch-Geräusche“, die durch das unter Hochdruck ausströmende Gas verursacht werden.

## Löschmittel

Erdgas ist nach der Europäischen Norm EN2 der „Brennbaren Stoffe verschiedener Natur“ der Brandklasse C „Gase“ zugeordnet. Als Löschmittel kommen alle C-Klasse Löschmittel infrage wie z. B. ABC Pulverlöscher. Mit der Brandbekämpfung sollte in der Regel erst begonnen werden, wenn die Gaszufuhr unterbunden ist, um die Entstehung eines explosionsfähigen Gas-Luft-Gemisches zu verhindern.

# Hochvolt-Systeme

## Hochvolt-Systeme in Fahrzeugen mit elektrischen Antrieben

# Übersicht

Bei Komponenten, die in Kraftfahrzeugen mit einer Wechselspannung oberhalb 30-Volt oder einer Gleichspannung oberhalb 60-Volt versorgt werden, spricht man von Hochvolt-Komponenten bzw. Hochvolt-Systemen. Hochvolt-Systemen werden bei den unterschiedlichsten Baureihen von Mercedes-Benz und smart mit einer Spannungslage von 120-450 V DC betrieben und in folgende Kategorien eingeteilt: Batteriebetriebene, Plug-in Hybrid- und Brennstoffzellen-Fahrzeuge. Plug-in-Hybrid Vehicle und Brennstoffzellen-Fahrzeuge.

Der grundsätzliche Aufbau des Hochvolt-Systems und die daraus abgeleiteten rettungstechnischen Hinweise sind unabhängig vom Fahrzeugtyp. Über den unten stehenden QR-Code kann eine Übersicht von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben abgerufen werden.

Der Abruf ist auch möglich unter: [http://rk.mb-qr.com/de/alternative\\_engines](http://rk.mb-qr.com/de/alternative_engines)



Das konventionelle 12-Volt-Bordnetz zur Versorgung der 12-Volt-Komponenten (Fahrzeugbeleuchtung, Steuergeräte, Komfortsysteme usw.) bleibt unverändert. Das Hochvolt-System ist von der Fahrzeugmasse und vom 12-Volt-Bordnetz galvanisch getrennt.

Bei technischen Fragestellungen nach einem schweren Unfall bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen, die nicht im Rettungsleitfaden beantwortet werden, können über die Rettungsleitstelle weitere Informationen beim Hersteller angefordert werden.

### Hinweis

Die fahrzeugspezifischen Einbauten der Hochvolt-Komponenten können den jeweiligen Rettungskarten entnommen werden.

# Unterscheidung nach Unfallart

## Variante 1

Fahrzeug durch Unfall geringfügig beschädigt



- Keine Auslösung der Rückhaltesysteme
- Hochvolt-Batterie ist optisch unbeschädigt

## Variante 2

Fahrzeug durch Unfall stark beschädigt



- Auslösung eines der Rückhaltesysteme (Airbag oder Gurtstraffer)
- Hochvolt-System hat sich automatisch abgeschaltet (Hochvolt-Schütze geöffnet)
- Hochvolt-Batterie ist eventuell beschädigt

## Variante 3

Fahrzeugunfall im Stand (auch ladend)



- Keine Auslösung eines der Rückhaltesysteme (Airbag oder Gurtstraffer)
- Hochvolt-System ist eventuell noch aktiv
- Hochvolt-Batterie ist eventuell beschädigt

# Vorgehensweise bei Unfällen mit Elektro-Hybridfahrzeugen

## Variante 1

**Fahrzeug durch Unfall geringfügig beschädigt  
(wenn kein Rückhaltesystem ausgelöst hat)**

1. Zündschlüssel auf Position „0“ drehen und abziehen.
2. Bei KEYLESS-GO Fahrzeugen: Schlüssel mind. 5 m vom Fahrzeug entfernen.

## Variante 2

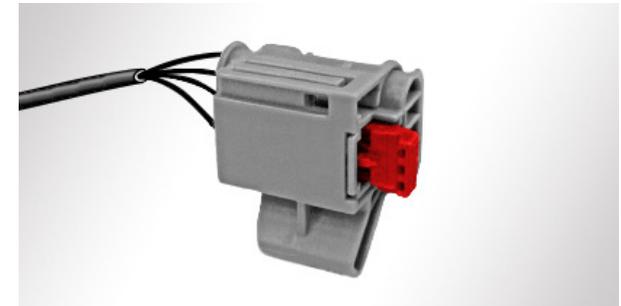
**Fahrzeug durch Unfall stark beschädigt**

1. Zündschlüssel auf Position „0“ drehen und abziehen. Bei KEYLESS-GO Fahrzeugen: Schlüssel mind. 5 m vom Fahrzeug entfernen.
2. Hochvolt-Abschaltvorrichtung betätigen/öffnen (siehe Rettungskarte).
- 2.1 Alternativ: Kabel der Hochvolt-Abschaltvorrichtung durchschneiden.

## Variante 3

**Fahrzeugunfall im Stand beschädigt  
(auch ladend)**

1. Wenn Fahrzeug an Ladesäule angeschlossen, Hotline der Ladesäule kontaktieren, dann Ladekabel trennen. Zum Trennen des Ladekabels (fahrzeugseitig) muss zuvor der Zentralverriegelungsschalter im Innenraum betätigt werden.
2. Hochvolt-Abschaltvorrichtung betätigen (öffnen) (siehe Rettungskarte).
  - 2.1 Alternativ: Kabel der Hochvolt-Abschaltvorrichtung durchschneiden.
  - 2.2 Falls Hochvolt-Abschaltvorrichtung nicht zugänglich, Rettungstrennstelle durchschneiden (Schneidlösung).



Hochvolt-Abschaltvorrichtung

# Sicherheitsmaßnahmen

## Hochvolt-System

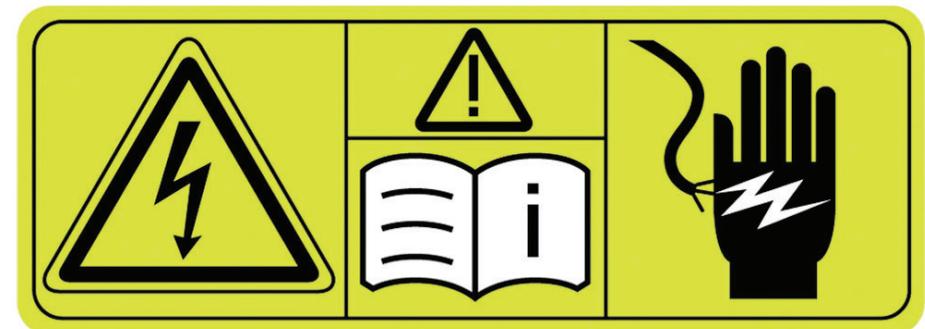
Alle Hochvolt-Komponenten sind mit einem entsprechenden Warnaufkleber gekennzeichnet. Hochvolt-Leitungen zur Versorgung der Komponenten sind orangefarben ausgeführt.

## Persönliche Schutzmaßnahmen

Grundsätzlich sollte der Kontakt mit beschädigten Hochvolt-Komponente eines Fahrzeugs vermieden werden. Dies gilt insbesondere bei Fahrzeugen, die in einen Unfall verwickelt wurden oder aufgrund eines technischen Problems liegen geblieben sind. Folgende Schutzmaßnahmen sind zu beachten:

- Keine Hochvolt-Leitungen (orangefarben) an der beschädigten Stelle berühren.
- Keine Hochvolt-Leitungen (orangefarben) durchtrennen.
- Keine Hochvolt-Komponenten mit beschädigtem oder gebrochenem Gehäuse berühren, da von diesen grundsätzlich eine elektrische Gefährdung ausgehen kann.

Das Durchtrennen oder Deformieren der Karosserie mit Rettungsgeräten im Bereich Hochvolt führender Leitungen und Bauteile sollte vermieden werden. Die Lage der Hochvolt-Leitungen und der entsprechenden Hochvolt-Komponenten können den jeweiligen Rettungskarten der Fahrzeuge entnommen werden.



Rettung bei Fahrzeugen mit Hybrid- und Elektroantrieben

# Übersicht

## Plug-in-Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

In verschiedenen Mercedes-Benz Fahrzeugen werden Verbrennungsmotoren in Verbindung mit einem Elektromotor eingesetzt. HYBRID und PHEV werden entsprechend ihres Anteils der elektrischen Antriebsleistung und ihrer Reichweite unterschieden. Der prinzipielle Aufbau des Antriebstrangs gleicht dem des konventionellen Fahrzeugs. Der Elektroantrieb ist an den Verbrennungsmotor gekoppelt und wird über die Hochvolt-Batterie versorgt. Die Ladung der Batterie erfolgt über die Generatorfunktion des Elektroantriebs über ein rekuperatives Bremssystem oder auch, im Falle des Plug-in-Hybrids, über eine Ladedose. Für eine optimale Betriebstemperatur der Hochvolt-Batterie sorgt der elektrische Kältemittelkompressor (Hochvolt-Komponente).

### Hinweis

Die Einbaulagen der Hochvolt-Komponenten eines Hybrid-Fahrzeugs können den fahrzeugspezifischen Rettungskarten entnommen werden.



Am Beispiel S500 Plug-in-Hybrid

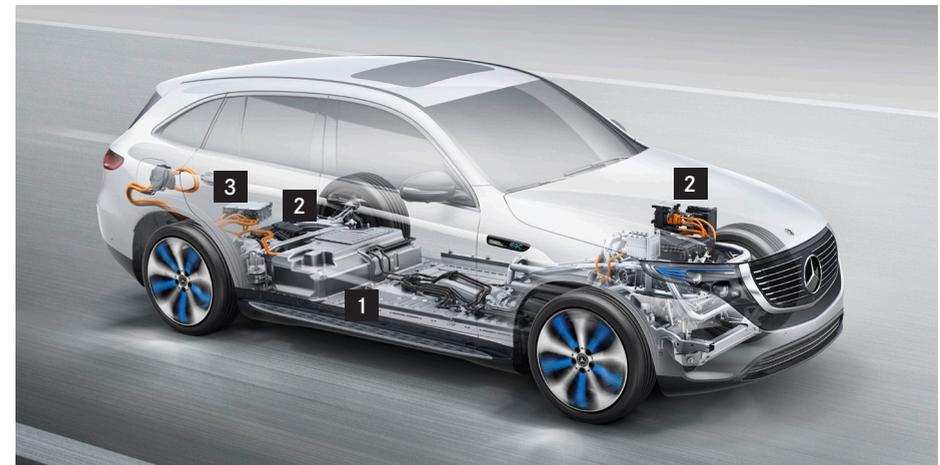
- 1 Hochvolt-Batterie
- 2 Verbrennungsmotor und elektrische Maschine
- 3 Hochvolt-Leitung (orangefarben)
- 4 Ladedose (Plug-in-Hybrid)
- 5 Kältemittelkompressor

### Battery Electric Vehicle (BEV)

Verschiedene Fahrzeuge der Marken Mercedes-Benz und smart werden rein batterieelektrisch angetrieben. Die gesamte Antriebskraft wird von einem oder mehreren Elektromotoren erzeugt. Die Hochvolt-Batterie liefert die nötige Energie für den Antrieb. Diese wird über die Ladedose und ein rekuperatives Bremssystem aufgeladen. Neben dem elektrischen Antriebsmotor werden weitere Aggregate, wie z. B. der elektrische Kältemittelkompressor (Hochvolt-Komponente), das Hochvolt-Heizelement und die 12-Volt-Bordnetz-Batterie versorgt bzw. geladen. Die 12-Volt-Bordnetz-Batterie versorgt, wie bei einem konventionell angetriebenen Fahrzeug, Komfortsysteme (Radio, Innenbeleuchtung usw.), Beleuchtungselemente, Steuergeräte und 12-Volt-Aggregate (wie z. B. die Servolenkung).

#### Hinweis

Die Einbaulagen der Hochvolt-Komponenten eines Elektrofahrzeugs können den fahrzeugspezifischen Rettungskarten entnommen werden.



Einbaulagen der Komponenten am Beispiel des Mercedes-Benz EQC.

- 1 Hochvolt-Batterie
- 2 Elektrisches Antriebssystem
- 3 Ladegerät

# Fahrzeugidentifikation

## Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Die Typenbezeichnungen am Fahrzeugheck wie z. B. „HYBRID“, „ED“, „h“ (Hybrid), „E“ (Elektrofahrzeug, Plug-in-Hybrid) oder „E-CELL“ weisen auf ein Fahrzeug mit alternativem Antrieb hin. Oft gibt es auch noch zusätzliche Beschriftungen, z. B. am Kotflügel. Alternativ kann das „E“ am Kennzeichen ein Hinweis auf ein rein elektrisch angetriebenes Fahrzeug sein, dies ist jedoch nicht verpflichtend in Deutschland. Weitere Indizien können eine Ladeanschlussdose oder der Entfall der Abgasanlage bei rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen sein. Darüber hinaus kann ein Blick hinter die Tankklappe oder an die B-Säule (QR-Code), in die Betriebsanleitung, auf Kennzeichnungen auf der Instrumententafel oder auf Lade-/Füllstandsanzeigen im Kombiinstrument Auskunft über die Antriebsart geben. Hochvolt-Komponenten im Fahrzeug sind immer mit einem Warnaufkleber versehen. Hochvolt-Leitungen sind orangefarben.



## Hinweis

---

Die fahrzeugspezifischen Erkennungsmerkmale können den jeweiligen Rettungskarten entnommen werden.

---

Typische Erkennungsmerkmale für Hybrid- und Elektrofahrzeuge sind:

- 1 Hochvolt-Leitungen (orangefarben) sowie Warnaufkleber auf Hochvolt-Komponenten
- 2 Ladeanzeige im Kombiinstrument
- 3 QR-Code für Einsatzkräfte an der B-Säule Fahrerseite als auch auf der Innenseite der Tankklappe
- 4 Hochvolt-Ladedose hinter der Tankklappe (Elektrofahrzeug) oder im Heckstoßfänger (Plug-in-Hybrid)
- 5 Typenkennzeichen am Kofferraumdeckel rechts
- 6 „Blue HYBRID“, „Electric Drive“ Schriftzug an Kotflügel/A-Säule rechts/links

- „Electric Drive“ Symbol an der B-Säule rechts und links (nur bei smart)
- Kein Abgassystem (nur bei Elektrofahrzeugen)
- Betriebsanleitung
- Alternativ kann das „E“ am Kennzeichen ein Hinweis auf ein rein elektrisch angetriebenes Fahrzeug sein, dies ist jedoch nicht verpflichtend in Deutschland.



## FAQ

## Erkundung/Fahrzeug Identifikation

**Wie kann man erkennen, dass es sich um ein Fahrzeug mit Hochvolt-System handelt?**

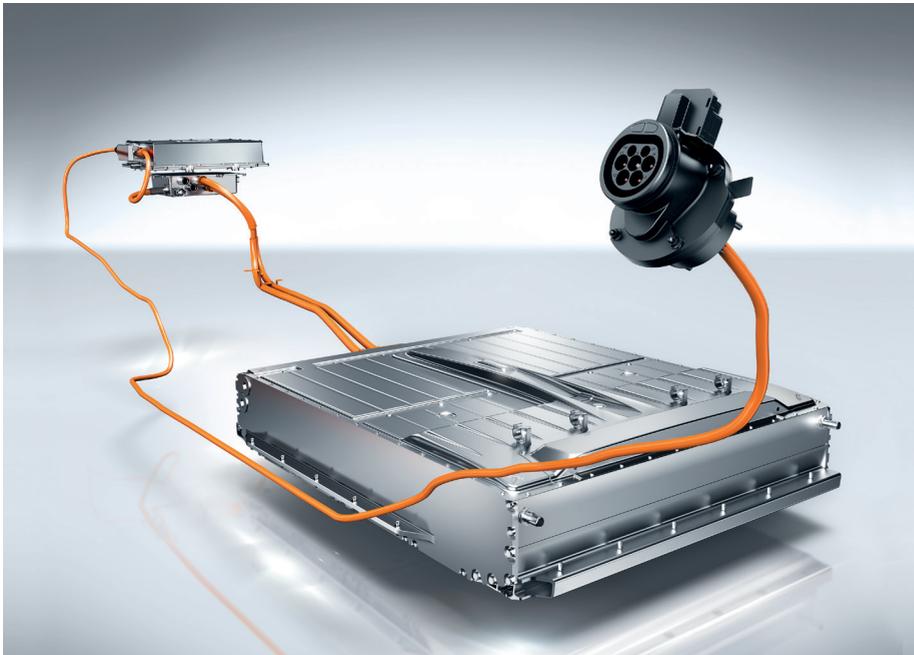
- Mittels Fahrzeugkennzeichenabfrage durch die Rettungsleitstellen oder durch die Feuerwehren ist in einigen Ländern Europas die eindeutige Zuordnung zur betreffenden Rettungskarte möglich.
- Die Typbezeichnungen am Fahrzeugheck wie z. B. Hybrid, Electric Drive oder zusätzliche Beschriftungen, z. B. am Kotflügel weisen eventuell darauf hin.
- Verfügt das Fahrzeug über keine derartige Typbezeichnung, können folgende Merkmale auf ein Fahrzeug mit Hochvolt-System hinweisen:
  - Keine Abgasanlage bei rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen.
  - Vorhandensein eines „E“ am Ende der Buchstaben-Nummern-Kombination eines deutschen Kennzeichens<sup>(1)</sup>.
  - Elektrischer Ladeanschluss (eventuell als zweite Außenklappe ausgeführt)
  - Herstellerspezifische Designelemente
- Orangefarbene Hochvolt-Leitungen (Hinweis: Hochvolt-Leitungen im Innern von Hochvolt-Energiespeichern können auch andere Farben haben als orange).
- Warnaufkleber an elektrischen Hochvolt-Komponenten
- Ggf. Ladekabel oder vergleichbare Ausrüstungsgegenstände im Fahrzeug vorhanden
- Ladeanzeige im Kombiinstrument und /oder Statusanzeige zum Betriebszustand des Fahrzeugs (z. B. „Ready“)
- Kennzeichnungen auf der Instrumententafel mittels des QR-Codes

Quelle VDA-Leitfaden.

<sup>(1)</sup> Die Ausgabe dieser speziellen E-Kennzeichen erfolgt in Deutschland erst seit September 2015. Die Kennzeichnung eines Fahrzeugs mit einem E-Kennzeichen ist an Bedingungen gemäß § 3 Gesetz zur Bevorzugung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz-EmoG) geknüpft. Im Sinne des Gesetzes sind nur reine Batterieelektrofahrzeuge, von außen aufladbare

Hybridelektrofahrzeuge oder Brennstoffzellen-Fahrzeuge, die alle jeweils eine Reichweite von mindestens 40 km mit elektrischen Antrieb oder höchstens 50 Gramm Kohlendioxidemission je gefahrenen Kilometer aufweisen dürfen, berechtigt dieses Kennzeichen zu nutzen. Achtung: Der Fahrzeughalter ist im Rahmen der Fahrzeugzulassung nicht verpflichtet, für sein Fahrzeug ein E-Kennzeichen zu beantragen und sein Fahrzeug damit zu kennzeichnen!

# System-Komponenten: Hochvolt-Batterie



Die Hochvolt-Batterie ist der zentrale Energiespeicher, der die Energie für die elektrische Antriebsmaschine liefert. Die Batterie wird durch den Generator des Verbrennungsmotors (HYBRID), durch die Brennstoffzellen (F-CELL), über ein rekuperatives Bremssystem oder über eine Ladedose (Plug-in-Hybrid oder BEV) geladen.

In aktuellen Mercedes-Benz und smart Fahrzeugen mit Hochvolt-System werden als Hochvolt-Batterien ausschließlich Lithium-Ionen (Li-Ionen) Batteriezellen eingesetzt. Entsprechend der Bauart und Größe der Li-Ionen-Batterie werden die einzelnen Zellen in Modulen zusammengefasst. Je nach Bautyp und chemischer Zusammensetzung der einzelnen Zelle wird eine Zellspannung von ca. 3,6-Volt erreicht. Diese werden in Reihe geschaltet, um die jeweilige Betriebsspannung des Hochvolt-Systems zu erreichen (bis 450-Volt). Da die Hochvolt-Batterie eine sicherheitsrelevante Komponente ist, wird diese in besonders crashgeschützten Fahrzeugbereichen verbaut. Darüber hinaus wird die Hochvolt-Batterie durch konstruktive Maßnahmen (Batterieschutzgehäuse, Batteriegehäuse mit Crashprofilen, Schutzrahmen) vor Deformationen und Eindringen durch umliegende Bauteile geschützt.

Jede Hochvolt-Batterie verfügt über mechanische Sicherungseinrichtungen, die bei einem außergewöhnlichen Temperatur- und Druckanstieg im Inneren der Batterie auslösen und so zu einer gezielten Druckentspannung führen. Zum Schutz der Batterie vor mechanischen Beschädigungen wird die Hochvolt-Batterie durch weitere Absicherungsmaßnahmen geschützt. Zur Überwachung und Regelung besitzt jede Hochvolt-Batterie ein Batteriemanagementsystem (BMS). Das BMS überprüft in allen Fahrbetriebszuständen den Status der Hochvolt-Batterie. Im Falle eines schweren Unfalls oder eines Systemfehlers versetzt das BMS die Batterieanschlüsse und das Hochvolt-Bordnetz in einen spannungslosen Zustand, indem es die Batterieschütze öffnet. Die Hochvolt-Batterie selbst bleibt auch nach Abschaltung und Entladung des Hochvolt-Systems elektrisch geladen.

### **Bei beschädigter Hochvolt-Batterie**

Batteriesäure ist in der Regel brennbar, reizend und ätzend. Daher sind Hautkontakt und das Einatmen der Dämpfe unbedingt zu vermeiden. Der Zustand der Hochvolt-Batterie ist zu beobachten (z. B. auf Rauchentwicklung), da eine spätere Selbstentzündung bei Li-Ionen-Batterien nicht ausgeschlossen werden kann.

## FAQ

## Gefährdung durch Hochvolt-Energiespeicher

**Wie ist an der Unfallstelle mit einem beschädigten und nicht brennenden Hochvolt-Energiespeicher im Fahrzeug zu verfahren?**

- Der beschädigte Hochvolt-Energiespeicher im Fahrzeug darf nicht direkt berührt werden.
- Der Zustand des Hochvolt-Energiespeichers ist zu beobachten (z. B. Rauchentwicklung, Geräusche, Funken, Wärmeentwicklung).
- Ein Löschangriff zum Kühlen des Hochvolt-Energiespeichers mit Wasser ist vorzubereiten.
- Wird bei dem Hochvolt-Energiespeicher eine deutlich über der Außentemperatur liegende Temperatur in Verbindung mit einem stetigen Temperaturanstieg gemessen, ist das Gehäuse des Hochvolt-Energiespeichers mit Wasser zu kühlen.

**Wie ist mit einem durch Unfall vom Fahrzeug getrennten bzw. gelösten Hochvolt-Energiespeicher bzw. Teilen davon zu verfahren?**

- In diesem Fall ist von elektrischen, chemischen, mechanischen und thermischen Gefährdungen durch den Hochvolt-Energiespeicher auszugehen. Die Schutzkleidung ist entsprechend anzupassen.
- Der Hochvolt-Energiespeicher darf nicht direkt berührt werden.
- Separierte Bestandteile von Hochvolt-Energiespeichern sind nur mit elektrisch isolierender Ausrüstung vom Boden aufzuheben. Die weitere Vorgehensweise ist situations- und lageabhängig zu entscheiden.
- Der Zustand des Hochvolt-Energiespeichers ist zu beobachten (z. B. Rauchentwicklung, Geräusche, Funken, Wärmeentwicklung).
- Ein Löschangriff zum Kühlen des Hochvolt-Energiespeichers ist vorzubereiten.

## FAQ

## Gefährdung durch Hochvolt-Energiespeicher

**Was ist eine geeignete Abdeckung zum Isolieren spannungsführender Teile?**

- Es wird empfohlen, eine geeignete elektrisch isolierende schmiegsame Abdeckung (z. B. gemäß IEC 61112) zu verwenden.
- Die Bereitstellungsplane der Feuerwehr ist in der Regel eine Folie aus Polyethylen. Infolge des regelmäßigen Gebrauchs der Plane und möglicher Vorschädigungen wird die Verwendung zum Isolieren spannungsführender Teile nicht empfohlen.

**Können Hochvolt-Energiespeicher nach einem Unfall entladen werden?**

- Nein, ein elektrisches Entladen der Hochvolt-Energiespeicher oder einzelner Zellen an der Unfallstelle ist nicht praktikabel und nicht zu empfehlen. Durch eine unsachgemäße Entladung des Hochvolt-Energiespeichers kann dieser in einen kritischen Zustand gebracht werden.

**Wie ist mit einem durch Unfall vom Fahrzeug getrennten bzw. gelösten Hochvolt-Energiespeicher bzw. Teilen davon zu verfahren, wenn gleichzeitig eine Person im Fahrzeug eingeklemmt ist?**

- Der beschädigte Hochvolt-Energiespeicher im Fahrzeug darf nicht direkt berührt werden.
- Der Zustand des Hochvolt-Energiespeichers ist zu beobachten (z. B. Rauchentwicklung, Geräusche, Funken, Wärmeentwicklung).
- Ein Löschgriff zum Kühlen des Hochvolt-Energiespeichers mit Wasser ist vorzubereiten.
- Wird bei dem Hochvolt-Energiespeicher eine deutlich über der Außentemperatur liegende Temperatur in Verbindung mit einem stetigen Temperaturanstieg gemessen, ist das Gehäuse des Hochvolt-Energiespeichers mit Wasser zu kühlen.

# System-Komponenten: Hochvolt-Antrieb

Die Aufgaben eines Elektromotors in einem Hybrid-Fahrzeug sind vielseitig. Der Hochvolt-Antrieb ersetzt die herkömmliche Funktion eines 12-Volt-Starters und lädt in Bremsphasen die Hochvolt-Batterie auf (Rekuperation). Im Fahrbetrieb kann der Elektroantrieb den Verbrennungsmotor unterstützen (Boost-Mode) oder für kurze Strecken ganz ersetzen.

## Hochvolt-Leitungen

Alle Hochvolt-Komponenten werden durch ein spezielles Leitungssystem miteinander verbunden. Hochvolt-Leitungen sind anhand ihres größeren Querschnitts sowie der orangefarbenen Schutzummantelung sofort erkennbar und klar von der Verkabelung des 12-Volt-Bordnetzsystems zu unterscheiden. Entsprechend der Verwendung sind Hochvolt-Leitungen als Einzelleitung ausgeführt (Gleichspannung +/- separat, Wechselspannung U, V, W separat). In Einzelfällen sind Leitungen auch 2-adrig ausgeführt. Durch die Verbindung aus hoher Widerstandskraft gegen mechanische Zugbelastung in Kombination mit einer hohen Flexibilität, sind Hochvolt-Leitungen auch im Crashfall vor Beschädigungen geschützt. Die Anschlüsse und Stecker an den Hochvolt-Komponenten sind berührgeschützt ausgeführt und werden darüber hinaus durch eine separate Signalleitung (Interlock) überwacht. Eine weitere Schutzeinrichtung stellt die Isolationsüberwachung des Hochvolt-Systems dar. Bei Detektion eines schweren Isolationsfehlers wird das Hochvolt-System

abgeschaltet und entladen. Das Hochvolt-System ist elektrisch vollständig von der Fahrzeugkarosserie isoliert. Nur bei einem Kontakt beider stromführenden Leiter besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags. Das Hochvolt-Bordnetz ist galvanisch vom 12-Volt-Bordnetz getrennt.

## FAQ

### Gefährdung durch elektrischen Schlag

#### Welche Gefahr geht von beschädigten Hochvolt-Leitungen nach einem Unfall aus, wenn zu erkennen ist, dass die Airbags nicht ausgelöst haben?

- Von beschädigten Hochvolt-Leitungen oder -Komponenten kann grundsätzlich eine elektrische Gefährdung ausgehen. Beschädigte Hochvolt-Leitungen/-Komponenten dürfen nicht berührt werden. Das Hochvolt-System wird bei Airbagauslösung abgeschaltet.

#### Hinweis

Hochvolt-Leitungen außerhalb von Hochvolt-Energiespeichergehäusen oder vergleichbaren Einhausungen sind immer orangefarben. Hochvolt-Komponenten sind mit Warnaufklebern gekennzeichnet.

# Weitere Hochvolt-Komponenten

## Leistungselektronik

Die Hauptaufgabe der Leistungselektronik ist das Umrichten der Gleichspannung aus der Batterie in Dreiphasenwechselspannung mit entsprechender Frequenz, sodass der elektrische Antriebsmotor in seinem optimalen Betriebspunkt bedarfsgerecht betrieben werden kann. In einigen Hybrid-Fahrzeugen entfällt zudem der konventionelle 12-Volt-Generator. Die Funktion des Generators wird von einem DC-DC-Wandler übernommen, der die Gleichspannung der Hochvolt-Batterie auf die benötigte Gleichspannung des 12-Volt-Bordnetzes wandelt.



## On-Board-Lader

Um die Hochvolt-Batterie aus dem elektrischen Stromnetz aufzuladen, wird ein On-Board-Lader benötigt. Er wandelt die Wechselspannung in die für eine Batterie notwendige Gleichspannung mit festgelegter Ladeleistung um. Zudem stellt der On-Board-Lader die sicherheitsrelevante Potenzialtrennung zwischen dem Stromnetz einer Ladestation und der Hochvolt-Batterie her.



## FAQ

## Gefährdung durch elektrischen Schlag

**Kann von einem geparkten Fahrzeug, das in einen Unfall verwickelt wurde (Standcrash), eine elektrische Gefährdung ausgehen?**

- Ja, unter Umständen kann das Fahrzeug-Hochvolt-System auch im Stand aktiv sein (z. B. Standklimatisierung).
- Eine Airbagauslösung wird bei geparkten Hochvolt-Fahrzeugen, die in einen „Standcrash“ verwickelt wurden, in aller Regel nicht erfolgen, sodass dadurch auch keine automatische Abschaltung des Hochvolt-Systems herbeigeführt werden kann.
- Bei schweren Unfällen ist daher das Hochvolt-System des Fahrzeugs manuell zu deaktivieren (siehe Rettungskarte).
- Dieses gilt sowohl für Fahrzeuge an einer elektrischen Ladestation als auch für geparkte Fahrzeuge, die nicht an einer Ladestation angeschlossen sind.
- Unabhängig vom Fahrzeug könnte eine Gefährdung von der Stromversorgung der Ladestation ausgehen, soweit diese bei dem Unfall beschädigt wurde.

**Elektrischer Kältemittelkompressor**

Um auch bei stehendem Fahrzeug und damit bei abgestelltem Verbrennungsmotor ausreichend Kühlleistung für die Klimaanlage zur Verfügung zu stellen, ist es notwendig den Antriebsmotor zu entkoppeln, um die unabhängige Kühlung der Hochvolt-Batterie und die Klimatisierung des Fahrzeuginnenraums zu gewährleisten. Dies erfolgt durch den elektrisch angetriebenen Kältemittelkompressor. Bei rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen wird die Kühlung immer durch einen elektrischen Kältemittelkompressor erreicht.



### Hochvolt-PTC-Heizelement

Beim elektrischen Fahren steht die Abwärme des Verbrennungsmotors nicht zum Heizen des Fahrgastraums zur Verfügung. Bei Fahrzeugen, welche im Fahrbetrieb ohne Verbrennungsmotor betrieben werden können, liefert daher das Hochvolt-PTC-Heizelement die benötigte Wärme.



## FAQ

### Gefährdung durch elektrischen Schlag

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

- Eine Personengefährdung durch einen elektrischen Schlag ist grundsätzlich nicht gegeben.
- Die Fahrzeuge sind mit mehreren, verschiedenartigen Schutzmechanismen ausgestattet.
- Das Hochvolt-System ist berührungsschützt ausgeführt.
- Das Hochvolt-System ist elektrisch vollständig von der Fahrzeugkarosserie isoliert (galvanische/elektrische Trennung).
- Bei schweren Unfällen mit Airbagauslösung wird das Hochvolt-System bei den meisten Fahrzeugen abgeschaltet.
- Sind jedoch bei sehr schweren Unfällen Hochvolt-Komponenten oder Hochvolt-Leitungen beschädigt (z. B. offene Bauteile, abgerissene Leitungen), ist ein Berühren dieser Schadstellen zu vermeiden. Bei unvermeidbaren Arbeiten in diesen Bereichen sollen beschädigte Teile elektrisch isolierend abgedeckt werden.

Im Zweifelsfall ist das Hochvolt-System des Fahrzeugs sofern möglich manuell zu deaktivieren.

## FAQ

### Gefährdung durch elektrischen Schlag

#### Ist eine manuelle Deaktivierung eines Hochvolt-Systems für die Einsatzkräfte möglich?

- Ja, Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge verfügen über verschiedene Möglichkeiten der manuellen Deaktivierung des Hochvolt-Systems.
- Die meisten Fahrzeuge verfügen über eine zusätzliche Abschaltvorrichtung für das Hochvolt-System, die von Rettungskräften verwendet werden kann. Dabei handelt es sich um Trennstellen, die in der Rettungskarte beschrieben sind. Diese können zur Deaktivierung des Hochvolt-Systems betätigt werden.
- Die empfohlene Vorgehensweise zur manuellen Deaktivierung beschreibt die Rettungskarte des jeweiligen Fahrzeugmodells.

#### Hinweis

---

Der Hochvolt-Energiespeicher wird hierdurch nicht entladen – jedoch vom restlichen Hochvolt-System elektrisch getrennt.

---

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

- Eine direkte Anzeige der Spannungsfreiheit nach einem Unfall ist aufgrund der verschiedenartigsten Schadensszenarien nicht möglich.
- Im Zweifelsfall ist das Hochvolt-System des Fahrzeugs, sofern möglich, manuell zu deaktivieren (siehe Beschreibung links sowie in der fahrzeugspezifischen Rettungskarte).

#### Hinweis

---

Der Energieinhalt (Ladezustand) eines Hochvolt-Energiespeichers bzw. einzelner Zellen im Innern des Energiespeichers bleibt nach Deaktivierung des Hochvolt-Systems unverändert, jedoch ist dann der Hochvolt-Energiespeicher vom restlichen Hochvolt-System bzw. Bordnetz elektrisch getrennt.

---

# FAQ

## Elektrische Lade-Infrastruktur

### Was passiert, wenn durch Vandalismus ein Ladekabel an einer Ladestation während des Ladevorgangs eines Elektrofahrzeugs durchgeschnitten wird?

- Dieser Fall ist von der technischen Infrastruktur der Ladestation abgesichert und es erfolgt in der Regel eine Abschaltung der Ladestation.
- Der Betreiber der Ladestation ist zu informieren.

### Hinweis

---

Das Fahrzeug-Hochvolt-System kann unabhängig von der Ladestation auch im Stand aktiv sein (z. B. Standklimatisierung).

---

### Was ist bei einer Beschädigung des Ladekabels bzw. Steckers zu tun?

- Das Ladekabel bzw. der Stecker darf nicht benutzt werden und ist gegen unbefugte Benutzung abzusichern.
- Der Betreiber der Ladestation ist zu informieren.

### Was ist zu beachten, wenn ein an der Ladestation angeschlossenes Elektro-/Hybrid-Fahrzeug in einen Unfall verwickelt ist (Standcrash)?

- Wenn möglich Ladekabel von Ladestation/Steckdose oder vom Fahrzeug trennen. Alternativ kann die Ladestation/Steckdose abgeschaltet werden.
- Vor dem Trennen sind Kabel und Stecker visuell auf eventuelle Beschädigungen zu prüfen. Beschädigte Stellen dürfen nicht berührt werden.
- Bei schweren Unfällen ist das Hochvolt-System des Fahrzeugs zu deaktivieren (siehe Rettungskarte).

## FAQ

## Chemische Gefährdung

**Was ist beim Umgang mit austretendem Elektrolyt aus Hochvolt-Energiespeichern nach einem Unfall zu beachten?**

- Elektrolyte sind in der Regel reizend, brennbar und potenziell ätzend.
- Es sind konventionelle Bindemittel zu verwenden.
- Hautkontakt mit dem Elektrolyt und das Einatmen von frei werdenden Gasen infolge chemischer Reaktionen des austretenden Elektrolyts sind unbedingt zu vermeiden (Hinweis: Die persönliche Schutzausrüstung ist entsprechend der Situation anzupassen).
- Bei Kontakt mit Inhaltsstoffen der Hochvolt-Energiespeicher oder deren Gasen sind betroffene Hautflächen mit viel Wasser abzuspuhlen. Verschmutzte Kleidung ist auszuziehen und zu reinigen. Im Nachgang ist ein Arzt zu konsultieren.

**Hinweis**

---

Austretende Flüssigkeiten aus Hochvolt-Energiespeichern sind meist Kühlmittel und kein Elektrolyt. Elektrolyte sind nur in geringen Mengen (Millilitern) in den einzelnen Zellen verteilt vorhanden.

---

**Welche Gefährdungen bestehen beim Ausgasen eines Hochvolt-Energiespeichers?**

- Die Gase sind reizend, brennbar, potenziell ätzend, toxisch und sollten deshalb keinesfalls eingeatmet werden.
- Ein Bergeprozess ist abubrechen und die weitere Vorgehensweise mit der Feuerwehreinsatzleitung abzuklären.
- Zusätzlich ist der Gefahrenbereich um das Fahrzeug zu erweitern.
- Soweit möglich ist ein ausgasender Hochvolt-Energiespeicher mit Wasser zu kühlen.

**Hinweis**

---

Gase sind in der Regel auch an einem stechend beißenden Geruch wahrnehmbar.

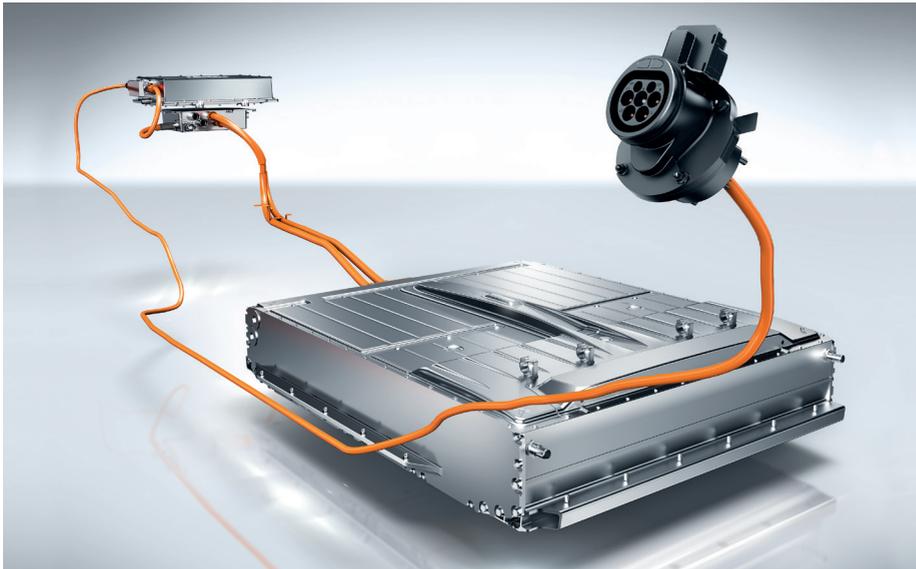
---

# Brandbekämpfung bei Hochvolt-Batterien

## Empfehlung zur Brandbekämpfung

Bei geschlossenem Metallgehäuse der Hochvolt-Batterie

- Objekttemperatur bis 300 °C – keine Maßnahme
- Objekttemperatur > 300 °C – Löschen (Kühlen) mit viel Wasser aus sicherer Entfernung.



## Info

Generell können brennende Lithium-Ionen Hochvolt-Batterien mit viel Wasser gelöscht (gekühlt) werden! Sollte ein Löschen mit viel Wasser nicht möglich sein, Löschversuche unterlassen, da mit zu wenig Wasser eine Knallgasreaktion stattfinden kann.

Bei geöffnetem Metallgehäuse der Hochvolt-Batterien ohne Brand:

- Löschen (Kühlen) mit viel Wasser aus sicherer Entfernung.

## Vorsicht

Das entstehende Rauchgas enthält giftige und ätzende Komponenten wie z. B. Flusssäure!

### Nachbereitung von beschädigten Hochvolt-Batterien

- Beschädigte Hochvolt-Batterien im Fahrzeug sind dort zu belassen und sicher in eine Fachwerkstatt zu befördern.
- Temperaturmessung an der Oberfläche der Hochvolt-Batterie muss  $< 60\text{ °C}$  betragen. Die Temperaturmessung ist mit einem Thermometer durchzuführen (nicht Wärmebildkamera)!
- Fahrzeug ist auf direktem Weg in eine Fachwerkstatt sicher zu befördern und in einem gesicherten Außenbereich, abseits vom Gebäude, abzustellen.
- Einzelne Hochvolt-Batterieteile sind in einem speziellen Transportbehälter für „nicht transportiersichere Hochvolt-Batterien“ aufzunehmen und in eine Fachwerkstatt zu befördern.



## FAQ

### Thermische Gefährdung durch Brand

#### Muss in einem Brandfall mit einer Ausgasung eines Hochvolt-Energiespeichers gerechnet werden?

- Ja, sowohl der Hochvolt-Energiespeicher als auch dessen einzelne Zellen verfügen über mechanische Sicherungseinrichtungen, die z. B. bei einem brandbedingten Temperatur- und Druckanstieg öffnen und somit zu einer gezielten „Ausgasung“ und Druckentlastung führen.

#### Ist beim Brand eines Elektro-/Hybrid-Fahrzeugs von toxischem Brandrauch auszugehen?

- Ja, beim Brand von Elektro-/Hybrid-Fahrzeugen entsteht, wie bei konventionellen Fahrzeugen auch, aufgrund von brennenden Materialien, z. B. Kunststoffen, gesundheitsschädlicher Brandrauch.

#### Hinweis

Der Einsatz von umluftunabhängigen Atemschutzgeräten ist bei Arbeiten in exponierter Lage erforderlich. Ein Niederschlagen der Ausdunstungen und der Gase mit Wassersprühstrahl ist angezeigt.

## FAQ

### Thermische Gefährdung durch Brand

#### Muss in einem Brandfall mit einer Explosion eines Hochvolt-Energiespeichers gerechnet werden?

- Eine Explosion des kompletten Hochvolt-Energiespeichers ist aufgrund entsprechender Sicherheitstechnik ausgeschlossen.
- Sowohl der Hochvolt-Energiespeicher als auch dessen einzelne Zellen verfügen über mechanische Sicherungseinrichtungen, die z. B. bei einem brandbedingten Temperatur- und Druckanstieg öffnen und somit zu einer gezielten „Ausgasung“ und Druckentlastung führen.

#### Hinweis

---

Ein Bersten von offen liegenden defekten Zellen mit einhergehender exothermer Reaktion ist nicht auszuschließen.

---

#### Kann es auch zu einem späteren Zeitpunkt nach einem Unfall noch zu einem Brand der Hochvolt-Energiespeicher kommen?

- Ja, wie auch bei verunfallten konventionellen Fahrzeugen ist das Restrisiko einer verzögerten Brandentstehung nicht auszuschließen, dies gilt insbesondere bei beschädigten Hochvolt-Energiespeichern.

#### Kann ein brennendes Fahrzeug mit Hochvolt-Energiespeicher gelöscht werden bzw. welches Löschmittel ist zu verwenden?

- Grundsätzlich ja. Wasser ist als Löschmittel zu bevorzugen, da dieses auch kühlend auf den Hochvolt-Energiespeicher wirkt. Es ist mit viel Wasser (ca. 200 l/min) zu löschen bzw. zu kühlen.

# Fahrzeugbrand mit Hochvolt-System

Beim Brand von Hybrid- und Elektrofahrzeugen können, wie bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen, aufgrund der brennenden Materialien, z. B. Kunststoffe, gesundheitsschädliche Rauchgase entstehen. Rettungskräfte müssen die übliche persönliche Schutzausrüstung tragen.

## Li-Ionen-Batterie

Li-Ionen-Batterien sind aufgrund ihrer Materialbestandteile grundsätzlich brennbar. Gleiches gilt aber auch für andere Energiespeicher wie z. B. Kraftstofftanks. Durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen am Batteriegehäuse und dem Einbauort der Batterien wird die Sicherheit der Hochvolt-Batterien weiter verbessert. Aufgrund dieser Sicherheitsmaßnahmen ist kein erhöhtes Brandrisiko gegenüber konventionellen Fahrzeugen zu erwarten. Die Li-Ionen-Batterie als Ganzes sowie einzelne Batteriezellen verfügen über mechanische Sicherungseinrichtungen, die bei einem (z. B. brandbedingten) Temperatur- und Druckanstieg in der Batterie auslösen und zu einer gezielten Entgasung und damit Druckentspannung beitragen. Damit kann ein Bersten der Li-Ionen-Batterie nahezu ausgeschlossen werden.

## Löschmitteleinsatz

Grundsätzlich kann jedes verfügbare Löschmittel zum Einsatz kommen. Wenn möglich, sollte mit sehr viel Wasser gelöscht werden. Durch permanentes Löschen mit Wasser kann die Li-Ionen-Batterie so weit gekühlt werden, dass sich der Brand nicht weiter ausbreitet und ein kontrolliertes Abbrennen der Li-Ionen-Batterie möglich ist.

Jeder Kontakt mit auslaufender Batteriesäure sollte vermieden werden, da je nach Batterietyp diese reizend oder ätzend sein kann. Das Einatmen von Elektrolytdämpfen ist unbedingt zu vermeiden. Zum Aufnehmen von Elektrolyt kann jedes konventionelle Bindemittel verwendet werden.

Es ist nicht auszuschließen, dass es auch zu einem späteren Zeitpunkt noch zu einem Brand der Li-Ionen-Batterie kommen kann, wenn es infolge eines Unfalls zu einer mechanischen Beschädigung der Li-Ionen-Batterie gekommen ist. Daher sollte der Zustand der Li-Ionen-Batterie von geschultem Fachpersonal bewertet und in Folge unter Beobachtung gelagert werden. Dies gilt sowohl für das gesamte verunfallte oder abgebrannte Fahrzeug als auch für eine vom Fahrzeug getrennte Li-Ionen-Batterie.

### Beim Bergen aus dem Wasser

Beim Bergen von untergegangenen oder teilweise untergegangenen Fahrzeugen mit Hochvolt-System gilt die gleiche Vorgehensweise wie bei konventionellen Fahrzeugen. Von dem von Wasser umspülten Hochvolt-System geht grundsätzlich kein erhöhtes Stromschlagrisiko aus. Nachdem das Fahrzeug aus dem Wasser geborgen wurde, sollte das Hochvolt-System nach vorgegebener Abschaltprozedur deaktiviert werden. Bei der Bergung aus dem Wasser besteht somit grundsätzlich kein erhöhtes Stromschlagrisiko gegenüber einer Bergung an Land.

## FAQ

### Fahrzeuge im Wasser

#### **Besteht in einem Trinkwasserschutzgebiet (z. B. Talsperre) eine Gefahr für das Wasser, wenn ein Elektro-/Hybrid-Fahrzeug dort ins Wasser gerät?**

- Gegenüber konventionellen Fahrzeugen besteht in der Regel keine zusätzliche Gefahr für das Trinkwasser.

#### **Sind bei einem Elektro-/Hybrid-Fahrzeug, das sich im Wasser befindet, besondere Risiken zu erwarten?**

- Im Wasser besteht durch das Hochvolt-System grundsätzlich kein erhöhtes Stromschlagrisiko.
- Die Vorgehensweise beim Bergen ist identisch zu konventionellen Fahrzeugen. Dies gilt auch für Karosserien aus Kohlefaserverbundwerkstoffen (Karbon).

#### **Hinweis**

---

Beim Deaktivieren des Hochvolt-Systems bei aus dem Wasser geborgenen Fahrzeugen sollte PSA (Gesichtsschutz und isolierende Handschuhe Schutzklasse 0) getragen werden. Weitere und ausführliche Informationen zum Abschleppen und Bergen von Fahrzeugen mit elektrischen Antrieben stellt der „Leitfaden für Abschleppdienste Pkw“ bereit.

---

## FAQ

Abschleppen, Bergen, Transportieren, Pannenhilfe  
und Verwahrung**Was ist beim Verladen eines Elektro-/Hybrid-Fahrzeugs nach einem Unfall zu beachten?**

- Vor dem Verladen sollte das Hochvolt-System deaktiviert sein (z. B. Zündung ausschalten, ggf. vorhandene Trennstelle nutzen, 12-Volt-Batterie abklemmen).
- Bei der Übergabe an Behördenvertreter/Bergeunternehmer sind die Antriebsart des Fahrzeugs und die erfolgten Feuerwehrmaßnahmen (z. B. Hochvolt-Deaktivierung) mitzuteilen. Insbesondere ist auf eine mögliche Gefährdung durch beschädigte Hochvolt-Komponenten oder mit Wasser in Berührung gekommene Hochvolt-Komponenten (z. B. Stromschlag oder Brandrisiko, auch zeitlich verzögert, durch den Hochvolt-Energiespeicher) hinzuweisen.
- Für das Verladen und den Transport sind nationale Vorschriften/Normen zu beachten (in Deutschland: DGUV Information 214-010 und DGUV Information 205-022, DGUV Information 200-005 und DGUV Information 214-081 sowie die Vorschriften des Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (ADR) - Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße).
- Wird das Fahrzeug an Dritte (z. B. Werkstatt oder Entsorgungsunternehmen) übergeben, wird empfohlen, die eingeleiteten Maßnahmen (z. B. Trennstelle betätigt, 12-Volt-Batterie abgeklemmt, Hochvolt-Komponenten mit Wasser in Berührung gekommen etc.) mitzuteilen.
- Beim Heben mit einem Kran/Wagenheber, Arbeiten mit einer Seilwinde oder Verladen ist darauf zu achten, dass keine Hochvolt-Komponenten beschädigt sind/werden.

**Was ist zu beachten, wenn ein Elektro-/Hybrid-Fahrzeug aus einem Gefahrenbereich (z. B. Autobahnbaustellen) per Abschleppseil/-stange entfernt werden muss?**

- Das Entfernen des Fahrzeugs aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich mit Schrittgeschwindigkeit ist grundsätzlich immer zulässig.
- Weitere Angaben zum Abschleppen sind der Betriebsanleitung des Fahrzeugherstellers zu entnehmen.

**Was ist beim Transport/Abschleppen von verunfallten Elektro-/Hybrid-Fahrzeugen zu beachten?**

- Ein Fahrzeugtransport sollte grundsätzlich mit einem Plateaufahrzeug bzw. gemäß Herstellervorgaben erfolgen.
- Beim Abschleppen in der Hubbrille kann es zu Schäden am Elektro-/Hybridsystem kommen, wenn die Antriebsachse(n) auf der Straße verbleibt/verbleiben.  
Hinweis: Fahrzeuge mit Allradantrieb beachten!
- Fahrzeuge mit beschädigtem Hochvolt-Energiespeicher sollten möglichst zur nächstgelegenen geeigneten Fachwerkstatt bzw. zu einem sicheren Verwahrtort transportiert werden.

## FAQ

Abschleppen, Bergen, Transportieren, Pannenhilfe  
und Verwahrung**Wie müssen verunfallte Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge abgestellt und verwahrt werden?**

- Verunfallte Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge sind, wie konventionelle Fahrzeuge auch, aus Brandschutzgründen in einem abgesperrten Bereich auf einem Abstellplatz im Freien mit ausreichenden Abständen zu anderen Fahrzeugen, Gebäuden, brennbaren Gegenständen und brennbaren Untergründen abzustellen.
- Ein Abstellen eines Elektro-/Hybrid-Fahrzeugs mit beschädigtem Hochvolt-System in einer geschlossenen Halle wird in keinem Fall empfohlen.
- Fahrzeugspezifische Hinweise (z. B. Rettungsdatenblätter) sind zu beachten.
- Alternativ können verunfallte Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge in dafür vorgesehenen Brandschutzsystemen abgestellt werden.
- Abgestellte verunfallte Elektro-/Hybrid-Fahrzeuge mit der Witterung direkt ausgesetzten Hochvolt-Komponenten sind mit einer wetterfesten Plane abzudecken.
- Das Fahrzeug ist entsprechend zu kennzeichnen. Dies ist insbesondere bei Fahrzeuganlieferung außerhalb der Geschäftszeiten zu beachten.

**Hinweis**


---

Hinweise dazu sind der Betriebsanleitung des Fahrzeugs bzw. der Rettungskarte zu entnehmen.

---

**Gibt es Vorschriften, die Tunneldurchfahrten einschränken, wenn ein Abschleppfahrzeug ein beschädigtes Elektro-/Hybrid-Fahrzeug geladen hat?**

- Nein, batteriebetriebene Fahrzeuge und Hybrid-Fahrzeuge unterliegen im Abtransport nicht den Regeln des ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route - Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße).
- Unter Berücksichtigung vorheriger Maßnahmen und dem Beschädigungsgrad hat der Bergeunternehmer die Verkehrssicherheit des Transports sicherzustellen. Eine mögliche Gefährdung durch beschädigte Hochvolt-Komponenten (z. B. Stromschlag oder Brandrisiko durch Energiespeicher) ist zu beachten.
- Länderspezifische und betreiberspezifische Tunnelregelungen sind zu beachten.

## Rettung bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellensystem

# Übersicht

In verschiedenen Mercedes-Benz Serienfahrzeugen werden Brennstoffzellensysteme zur Generierung der Antriebsenergie eingesetzt. Das gesamte Brennstoffzellensystem ist beim GLC F-CELL beispielsweise im Aggregaterraum und Fahrzeugunterboden angeordnet. Anstelle eines konventionellen Kraftstofftanks sind die zylinderförmigen Wasserstoffbehälter am Fahrzeugboden zwischen Vorder- und Hinterachse montiert.

Der Brennstoffzellen-Stack ist ein hocheffizienter Energiewandler, der über einen elektro-chemischen Prozess die benötigte elektrische Energie für den Elektromotor generiert. Die Hochvolt-Batterie ist im Kofferraumboden untergebracht. Diese speichert die im Brennstoffzellensystem generierte und die aus der Rekuperation gewonnene elektrische Energie und versorgt die Hochvolt-Komponenten sowie die Unterstützung des Brennstoffzellensystems in der Anlaufphase.

### Hinweis

Die Einbaulagen der Hochvolt-Komponenten eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs können den fahrzeugspezifischen Rettungskarten entnommen werden.



Anordnung des Brennstoffzellensystems am Beispiel GLC F-CELL

- 1 Hochvolt-Batterie
- 2 Brennstoffzellen-Antriebssystem
- 3 On-Board-Lader
- 4 Wasserstoffbehälter
- 5 Elektromotor

# Fahrzeugidentifikation

## Brennstoffzellen-Fahrzeug

Die Typenbezeichnungen „F-CELL“ bzw. „f“ am Fahrzeugheck weisen auf ein Fahrzeug mit Brennstoffzellensystem hin. Verfügt das Fahrzeug über keine Typenbezeichnung an der Karosserie, kann ein Blick hinter die Tankklappe oder an die B-Säule (QR-Code), in die Betriebsanleitung, auf Kennzeichnungen auf der Instrumententafel, auf Lade-/Füllstandsanzeigen im Kombiinstrument oder der Hinweis auf der Ladeklappe auf H2-Betankung Auskunft über die Antriebsart geben. Hochvolt-Komponenten im Fahrzeug sind immer mit einem Warnaufkleber versehen. Hochvolt-Leitungen sind orangefarben.

## Hinweis

---

Die fahrzeugspezifischen Erkennungsmerkmale können den jeweiligen Rettungskarten entnommen werden (Ref. S. 6).

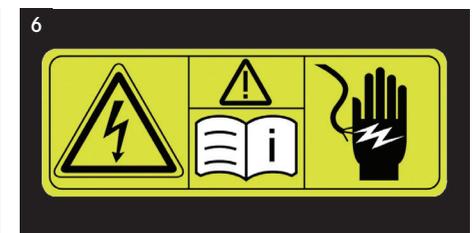
---



Die folgenden Erkennungsmerkmale zeigen an, dass es sich bei dem an der Einsatzstelle angetroffenen Mercedes-Benz Fahrzeug um ein Fahrzeug mit Brennstoffzellensystem handelt:

- 1 Orangefarbene Hochvolt-Leitungen
- 2 Leistungsverfügbarkeitsanzeige im Kombiinstrument anstelle der Motordrehzahlanzeige
- 3 Ladeanzeige im Kombiinstrument
- 4 QR-Code für Einsatzkräfte
- 5 Füllstutzen für Wasserstoff hinter der Tankklappe, gekennzeichnet mit einem Label „H2“
- 6 Typenkennzeichen am Kofferraumdeckel rechts Hochvolt-Komponenten mit Warnaufkleber

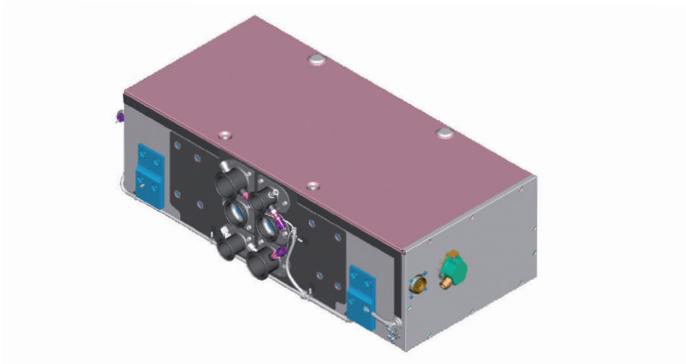
- Wasserstofftanks im Unterbodenbereich
- Betriebsanleitung



# System-Komponenten

## Brennstoffzellen-Stack

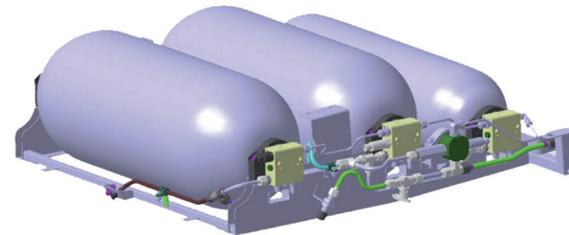
Der Brennstoffzellen-Stack ist das Herzstück des Brennstoffzellen-Antriebssystems. Der Stack stellt den Energiewandler dar, der mithilfe von Sauerstoff aus der Umgebungsluft und dem in den Tanks gespeicherten Wasserstoff über einen elektro-chemischen Prozess elektrische Energie erzeugt. Die erzeugte elektrische Energie versorgt das Antriebssystem sowie alle Hochvolt-Komponenten und lädt die Hochvolt-Batterie.



Brennstoffzellen-Stack

## Wasserstoffbehälter

In den mit Kohlenfasern verstärkten Wasserstoffbehältern wird gasförmiger Wasserstoff mit bis zu 700 bar Druck gespeichert. Die Befüllung erfolgt an Wasserstofftankstellen. Der Tankvorgang selbst unterscheidet sich nicht wesentlich vom heutigen Tanken mit Erdgas.



Wasserstoffbehälter

# Abschaltung des Hochvolt-Systems

Vor dem Einleiten von Rettungsmaßnahmen ist sicherzustellen, dass das Hochvolt- und das H2-System bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellensystem deaktiviert sind.

Das Hochvolt-System arbeitet im Betrieb mit Spannungen von ca. 400-Volt. Es wird bei einem schweren Unfall mit Auslösung eines Rückhaltesystems automatisch abgeschaltet und in weniger als 5 Sekunden entladen. Dabei werden auch die Ventile geschlossen und der Brennstoffzellen-Stack kurzgeschlossen und damit entladen. Die Batterie selbst bleibt aber nach dem Abschalten des Hochvolt-Systems weiter geladen.

Aufgrund der automatischen Abschaltung besteht nach einem Unfall grundsätzlich keine erhöhte Stromschlaggefahr für Fahrzeuginsassen und Rettungskräfte. Das Hochvolt-System ist gegenüber der Fahrzeugkarosserie und anderen Stromkreisen isoliert, d. h. es ist nicht mit der Fahrzeugkarosserie verbunden, sondern galvanisch getrennt.

Neben der automatischen Deaktivierung des Hochvolt-Systems gibt es auch bei Fahrzeugen mit Brennstoffzelle eine manuelle und eine alternative manuelle Hochvolt-Abschaltung, analog zu Fahrzeugen mit Hybrid- und batterieelektrischem Antrieb.

Eine direkte Anzeige, die auch nach einem Unfall die Spannung in einem Hochvolt-System anzeigt, ist aufgrund der verschiedenartigen Schadensszenarien nicht gegeben.

Die Lage und Bedienung der manuellen Hochvolt-Abschaltung sowie der alternativen manuellen Hochvolt-Abschaltung können den jeweiligen Rettungskarten entnommen werden.

## Hinweis

---

Die automatische Abschaltung des Hochvolt-Systems ist an die Auslösung der Rückhaltesysteme geknüpft. Bei einem ausgelösten Airbag oder Gurtstraffer kann daher von einem abgeschalteten Hochvolt-System ausgegangen werden sowie von verschlossenen H2-Tanks.

---

# Abschaltung des Wasserstoff-Systems

## Brennstoffzellen-Stack

Der Wasserstoff wird unter einem Normaldruck von bis zu 700 bar bei einer Gastemperatur von 15 °C gespeichert. Bei höheren Temperaturen kann der Speicherdruck auf bis zu 875 bar ansteigen. Dies kann nach dem Betanken auftreten. Bei einem Unfall mit Auslösung eines Rückhaltesystems werden alle Gasventile mechanisch geschlossen und somit die Gaszufuhr gestoppt.

## Überdruckschutz

Im Fall einer Fehlfunktion des Wasserstoff-Druckreglers in der Kraftstoffanlage öffnet das Überdruckventil und ermöglicht das kontrollierte Abblasen des Wasserstoffs über ein Abblaserohr ins Freie. Das Überdruckventil öffnet ab einem Druck von ca. 16 bar.

## Abblaseleitungen der Wasserstoffbehälter

Die Abblaseleitungen werden gezielt nach unten weggeführt. Die Auslassöffnung ist mit einer Schutzkappe verschlossen. Das Abblasen des Gases kann kurzzeitig zu großen Stichflammen führen. Dies kann mehrmals hintereinander auftreten. Wasserstoff verbrennt farblos, sodass ein Erkennen der Stichflammen unter Umständen nicht möglich ist. Eine abgetrennte Schutzkappe an der Auslassöffnung kann ein Hinweis sein, dass Wasserstoff über die Abblaseleitung ins Freie geleitet wurde oder wird. Achten Sie auch auf laute Gasaustritt-Geräusche („Zischen“), die von dem unter Hochdruck ausströmenden Gas verursacht werden.

## Hinweis

Besondere Vorsicht vor dem Abblasen des Gases bei Fahrzeugen, die auf dem Dach liegen.

## Überhitzungsschutz

An jedem Wasserstoffbehälter ist ein Absperrventil mit integriertem Überhitzungsschutz angebracht. Durch den Überhitzungsschutz wird das Bersten der Wasserstoffbehälter bei Hitzeeinwirkung verhindert. Bei Temperaturen > 110 °C öffnet der Überhitzungsschutz und erlaubt ein kontrolliertes Entweichen des Wasserstoffs über die Abblaseleitung.



# Fahrzeugbrand mit Brennstoffzellensystem

Beim Brand von Fahrzeugen mit Brennstoffzellensystem können, wie bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen, aufgrund der brennenden Materialien (z. B. Kunststoffe) gesundheitsschädliche Rauchgase entstehen. Rettungskräften wird empfohlen, die übliche Schutzausrüstung zu tragen.

## Li-Ionen-Batterie

Li-Ionen-Batterien sind aufgrund ihrer Materialbestandteile grundsätzlich brennbar. Gleiches gilt aber auch für andere Energiespeicher wie z. B. Kraftstofftanks. Li-Ionen-Batterien werden von Sicherheitsmaßnahmen wie z. B. der Abschaltung des Hochvolt-Systems bei schwerem Unfall sowie von konstruktiven Maßnahmen für Batteriegehäuse und den Einbauort der Batterien geschützt. Aufgrund dieser Sicherheitsmaßnahmen wird kein erhöhtes Brandrisiko gegenüber konventionellen Fahrzeugen erwartet. Grundsätzlich kann jedes verfügbare Löschmittel zum Einsatz kommen.

## Löschmitteleinsatz

Wenn möglich, sollte mit sehr viel Wasser gelöscht werden. Permanentes Löschen mit Wasser kann die Li-Ionen-Batterie so weit kühlen, dass sich der Brand nicht weiter ausbreitet und ein kontrolliertes Abbrennen der Li-Ionen-Batterie möglich ist. Jeder Kontakt mit auslaufender Batteriesäure sollte vermieden werden, da diese je nach Batterietyp reizend oder ätzend sein kann.

Das Einatmen von Elektrolytdämpfen ist unbedingt zu vermeiden. Zum Aufnehmen von Elektrolyt kann jedes konventionelle Bindemittel verwendet werden. Es ist nicht auszuschließen, dass es auch zu einem späteren Zeitpunkt noch zu einem Brand der Li-Ionen-Batterie kommt, wenn es infolge eines Unfalls zu einer mechanischen Beschädigung der Li-Ionen-Batterie gekommen ist. Daher sollte der Zustand der Li-Ionen-Batterien von geschultem Fachpersonal bewertet und die Li-Ionen-Batterien in der Folge fachgerecht und unter Beobachtung gelagert werden. Dies gilt sowohl für das gesamte verunfallte oder abgebrannte Fahrzeug als auch für eine vom Fahrzeug getrennte Li-Ionen-Batterie.

Wasserstoff ist nach der Europäischen Norm EN2 der „Brennbaren Stoffe verschiedener Natur“ der Brandklasse C „Gase“ zugeordnet. Als Löschmittel kommen alle C-Klasse Löschmittel infrage, wie z. B. ABC Pulverlöschler. Mit der Brandbekämpfung sollte in der Regel erst begonnen werden, wenn die Gaszufuhr unterbunden ist, um die Entstehung eines explosionsfähigen Gas-Luft-Gemischs zu verhindern.

## Hinweis

Weitere und ausführliche Informationen zum Abschleppen und Bergen von Fahrzeugen mit elektrischen Antrieben stellt der „Leitfaden für Abschleppdienste Pkw“ bereit.

### **Bergen aus dem Wasser**

Beim Bergen von untergegangenen oder teilweise untergegangenen Fahrzeugen mit Hochvolt-System gilt die gleiche Vorgehensweise wie bei konventionellen Fahrzeugen. Von dem vom Wasser umspülten Hochvolt-System geht grundsätzlich kein erhöhtes Stromschlagrisiko aus. Nachdem das Fahrzeug aus dem Wasser geborgen wurde, sollte das Hochvolt-System nach vorgegebener Abschaltprozedur deaktiviert werden. Bei der Bergung aus dem Wasser besteht somit grundsätzlich kein erhöhtes Stromschlagrisiko gegenüber einer Bergung an Land.

### **Eigenschaften von Wasserstoff**

Wasserstoffgas hat bei Normbedingungen eine Dichte von ca.  $0,09 \text{ kg/m}^3$  und ist damit leichter als Luft. Bei Vermischung mit Luft bildet Wasserstoffgas in Bereichen von 4 Vol.-% bis 77 Vol.-% ein zündfähiges Gemisch. Ein Gemisch mit einem Wasserstoffanteil von bis zu 10,5 Vol.-% ist schwerer als Luft und sinkt zu Boden. Dieses Gemisch ist bis zu einer Entmischung von unter 4 Vol.-% Wasserstoff zündfähig. Eine Wasserstoffflamme ist bei Tageslicht optisch nahezu nicht wahrnehmbar. Austretendes Wasserstoffgas ist nicht odoriert und daher vollkommen geruch- und farblos.

# Anhang

# Impressum

## Fragen und Anregungen

Haben Sie zum vorliegenden Produkt Fragen, Anregungen oder Vorschläge schreiben Sie uns bitte.  
E-Mail: [thomas.g.weber@daimler.com](mailto:thomas.g.weber@daimler.com)

© 2018 by Daimler AG

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung oder Nutzung bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Daimler AG, Abteilung GSP/OR, D-70546 Stuttgart. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Verbreitung, Bearbeitung, Übersetzung, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und/oder Verarbeitung in elektronischen Systemen, einschließlich Datenbanken und Online-Diensten.